

PENGANTAR TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

**Lukmandono
Erna Indriastiningsih
Ari Pranata Primisa Purba
Asri Amalia Muti
Anas Firman Adi
Monita Rahayu
Kasmawati
Priska Wulan Ndari
Andi Haslindah
Ratna Diah Yuniawati
Nurul Ilmi
Rini Aprilia Lestari
Dimas Akmarul Putera**



GET PRESS INDONESIA

PENGANTAR TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Penulis :

Lukmandono
Erna Indriastiningsih
Ari Pranata Primisa Purba
Asri Amalia Muti
Anas Firman Adi
Monita Rahayu
Kasmawati
Priska Wulan Ndari
Andi Haslindah
Ratna Diah Yuniawati
Nurul Ilmi
Rini Aprilia Lestari
Dimas Akmarul Putera

ISBN :

Editor : Diana Purnama Sari, S.E M.E

Penyunting : Tri Putri Wahyuni,S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, September 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Pengantar Teknik Dan Manajemen Industri ini.

Buku ini membahas Pengantar Teknik dan Manajemen Industri, Sejarah dan Perkembangan Teknik dan Manajemen Industri, Prinsip Dasar Teknik Industri, Proses Produksi dan Manufaktur, Manajemen Sumber Daya Manusia di Industri, Manajemen Operasi dan Produksi, Kualitas dan Manajemen Mutu, Manajemen Rantai Pasokan, Analisis dan Perancangan Sistem, Manajemen Proyek Industri, Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri, Energi dan Keberlanjutan dalam Industri, Inovasi dan Teknologi dalam Industri.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENGANTAR TEKNIK DAN MANAJEMEN	
INDUSTRI.....	1
1.1 Pengantar	1
1.2 Lingkup Teknik Dan Manajemen Industri.....	4
1.3 Peranan Disiplin Teknik Dan Manajemen Industri.....	6
1.4 Hubungan Disiplin Teknik Industri dengan Disiplin Lainnya	8
1.5 Pengorganisasian Industri	10
DAFTAR PUSTAKA	12
BAB 2 SEJARAH DAN PERKEMBANGAN TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI	13
2.1 Pengertian Teknik Industri	13
2.2 Sejarah Teknik dan Manajemen Industri Dunia	14
2.3 Sejarah Teknik dan Manajemen Industri di Indonesia.....	18
2.4 Perkembangan Teknik dan Manajemen Industri	21
DAFTAR PUSTAKA	24
BAB 3 PRINSIP DASAR TEKNIK INDUSTRI	25
3.1 Pendahuluan	25
3.2 Prinsip-Prinsip Dasar Teknik Industri	30
3.3 <i>Tools</i> yang Digunakan oleh Seorang Insinyur Industri.....	38
3.4 Kerangka Keilmuan Teknik Industri.....	43
DAFTAR PUSTAKA	49
BAB 4 PROSES PRODUKSI DAN MANUFAKTUR	51
4.1 Pendahuluan	51

4.2 Industri Manufaktur	53
4.3 Produk Manufaktur	55
4.4 Kuantitas Produksi dan Keanekaragaman Produk.....	56
4.5 Material pada Manufaktur	58
4.6 Manufakktur Proses.....	66
4.7 Operasi Pemrosesan (<i>processing operation</i>).....	69
4.8 Operasi Perakitan (<i>assembly operation</i>)	72
4.9 Fasilitas Sistem Produksi	75
4.10 Sistem Pendukung Manufaktur	79
DAFTAR PUSTAKA	81
BAB 5 MANAJEMEN SUMBER DAYA MANUSIA DI INDUSTRI	87
5.1 Pendahuluan.....	87
5.2 Pengantar Manajemen Sumber Daya Manusia	89
5.2.1 Definisi dan peran HRM dalam organisasi.....	89
5.2.2 Sejarah perkembangan Manajemen Sumber Daya Manusia.....	91
5.2.3 Peran Manajemen Sumber Daya Manusia dalam mencapai tujuan bisnis.....	93
5.3 Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) di era Industri 5.0	95
5.4 Peluang dan Tantangan Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) di era Industri 5.0.....	96
5.5 Kepuasan Kerja	98
DAFTAR PUSTAKA	101
BAB 6 MANAJEMEN OPERASI DAN PRODUKSI	103
6.1 Pendahuluan.....	103
6.2 Pengertian Manajemen Operasi dan Produksi	103
6.2.1 Produksi.....	104
6.2.2 Operasional Manufaktur dan Jasa.....	108
6.3 Ruang Lingkup Manajemen Operasi dan Produksi	110

6.4 Manfaat Manajemen Operasi dan Produksi.....	112
6.5 Fungsi Manajemen Operasi dan Produksi.....	112
DAFTAR PUSTAKA	114
BAB 7 KUALITAS DAN MANAJEMEN MUTU.....	115
7.1 Pendahuluan.....	115
7.2 Kualitas.....	116
7.3 Manajemen Mutu.....	119
7.3.1 Sistem Manajemen Mutu	121
7.3.2 Sistem Manajemen Mutu ISO 9001: 2015.....	121
7.3.3 Prinsip-prinsip Manajemen Mutu.....	122
7.3.4 Unsur-unsur Manajemen Mutu.....	124
7.3.5 Manfaat Sistem Manajemen Mutu	125
7.3.6 Pengendalian Mutu	126
7.3.7 Alat bantu TQM	127
DAFTAR PUSTAKA	128
BAB 8.....	129
MANAJEMEN RANTAI PASOKAN.....	129
8.1 Pendahuluan.....	129
8.2 Pentingnya Manajemen Rantai Pasokan	130
8.3 Pengertian dan Konsep Dasar Manajemen Rantai Pasokan	132
8.3.1 Definisi dan ruang lingkup rantai pasokan.	132
8.3.2 Komponen utama dalam rantai pasokan, termasuk pemasok, produsen, distributor, dan pelanggan.....	134
8.3.3 Hubungan dan ketergantungan antara elemen-elemen dalam rantai pasokan.....	135
8.4 Manajemen Persediaan	137
8.4.1 Pengelolaan persediaan bahan baku, barang dalam proses (WIP), dan barang jadi.....	137
8.4.2 Metode penghitungan persediaan	138
8.4.3 Model persediaan dan metode peramalan untuk mengoptimalkan tingkat persediaan.....	139

8.5 Proses Pengadaan dan Pemilihan Pemasok.....	141
8.5.1 Proses pengadaan dan sumber daya manusia dalam pembelian.....	141
8.5.2 Kriteria pemilihan pemasok, negosiasi kontrak, dan pengelolaan hubungan pemasok.....	142
8.5.3 Proses produksi, pengendalian kualitas, dan pengaturan aliran kerja.....	144
8.5.4 Prinsip Lean Manufacturing dan metode Six Sigma.....	146
8.5.5 Pengelolaan distribusi fisik, pengangkutan, pengudangan, dan pengiriman.....	148
DAFTAR PUSTAKA	150
BAB 9 PERANCANGAN SISTEM KERJA	151
9.1 Pendahuluan.....	151
9.2 Peta Peta Kerja	154
9.2.1 Peta Kerja Keseluruhan	156
9.2.2 Peta Kerja Setempat.....	158
9.3 Perancangan Kerja (Study Gerakan)	160
9.4 Pengukuran Waktu Kerja	164
DAFTAR PUSTAKA	167
BAB 10 MANAJEMEN PROYEK INDUSTRI	169
10.1 Pendahuluan.....	169
10.2 Siklus Hidup Proyek.....	170
10.3 Work Breakdown Structure	172
10.4 Jaringan Kerja.....	173
10.4.1 Critical Path Method (CPM)	173
10.4.2 <i>Network Planning</i> (Metode Penjadwalan)	174
10.4.3 Perhitungan Jaringan	177
DAFTAR PUSTAKA	178
BAB 11 KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DI INDUSTRI.....	179
11.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja	179

11.2 Peraturan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja	181
11.3 Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja	186
11.3.1 Dampak Kecelakaan Kerja.....	188
11.3.2 Penyakit Akibat Kerja.....	189
11.4 Penilaian Risiko dan Pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	190
11.4.1 Penilaian Risiko	190
11.4.2 Pengendalian Risiko K3	191
DAFTAR PUSTAKA	194
BAB 12 ENERGI DAN KEBERLANJUTAN	
DALAM INDUSTRI	197
12.1 Pendahuluan	197
12.2 Konsep Energi dan Keberlanjutan Dalam Industri.....	199
12.3 Tahap Kegiatan Energi dan Keberlanjutan Dalam Industri.....	201
12.4 Tujuan Energi dan Keberlanjutan Dalam Industri.....	204
12.5 Contoh Penerapan Energi Dan Keberlanjutan Dalam Berbagai Sektor Industri.....	206
12.5.1 Industri Energi Terbaru	206
12.5.2 Industri Manufaktur.....	206
12.5.3 Industri Makanan dan Minuman	206
12.5.4 Industri Tekstil.....	206
12.5.5 Industri Konstruksi.....	207
12.5.6 Industri Pertambangan.....	207
12.5.7 Industri Teknologi	207
12.5.8 Industri Transportasi	207
12.5.9 Industri Farmasi.....	207
12.5.10 Industri Keuangan	208
DAFTAR PUSTAKA	209

BAB 13 INOVASI DAN TEKNOLOGI DALAM	
INDUSTRI.....	211
13.1 Pendahuluan.....	211
13.2 Inovasi	212
13.3 Sejarah Perkembangan Inovasi	213
13.3.1 Revolusi Industri I	213
13.3.2 Revolusi Industri II	214
13.3.3 Revolusi Industri III.....	215
13.3.4 Revolusi Industri IV	216
13.3.5 Revolusi Industri V.....	218
13.4 Teknologi Inovasi.....	219
DAFTAR PUSTAKA	221
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram Input-Output	3
Gambar 1.2.	Proses Manajemen Industri	4
Gambar 1.3.	Ruang Lingkup Wawasan Regional Industri	5
Gambar 1.4.	Kaitan Disiplin Teknik Industri dengan Disiplin Ilmu Lainnya	9
Gambar 1.5.	Aspek Penting Organisasi dan Prosesnya.....	11
Gambar 1.6.	Contoh Struktur Organisasi Industri.....	11
Gambar 3.1.	Kajian Sistem Terintegrasi dalam Teknik Industri	28
Gambar 3.2.	Kajian Sistem Terintegrasi dalam Teknik Industri	30
Gambar 3.3.	Kerangka Keilmuan Teknik Industri	43
Gambar 4.1.	Ilustrasi pada aktivitas manufaktur	52
Gambar 4.2.	Hubungan antara variasi produk dan kuantitas produksi.....	56
Gambar 4.3.	Variasi Produk: a) Soft product variety; b) Hard product variety.....	58
Gambar 4.4.	Klasifikasi Material Engineering.....	59
Gambar 4.5.	Aplikasi material ferrous: a) Steel untuk I-beam; b) Cast iron untuk block mesin.	60
Gambar 4.6.	Tembaga pada kabel	61
Gambar 4.7.	Ceramic disc brake	62
Gambar 4.8.	Cellulose acetate tow (<i>Cellulose Acetate</i>)....	63
Gambar 4.9.	Contoh aplikasi syntetic polymer sebagai kain.....	64
Gambar 4.10.	Penerapan bahan logam paduan pada pipa logam.....	64
Gambar 4.11.	Klasifikasi Proses Manufaktur	68

Gambar 4.12. Shapping Processes.....	70
Gambar 4.13. Property enhancing processes: Heat Treatment dan Sintering	71
Gambar 14. Proses Oprasi Permukaan (Surface processing operations).....	72
Gambar 4.15. Macam-macam welding: a) SMAW, b) OAW; c) MIG.....	73
Gambar 4.16. Brazing	73
Gambar 4.17. Soldering	74
Gambar 4.18. adhesive bondin.....	74
Gambar 4.19. Fix Position Layout.....	76
Gambar 4.20. Cellular manufacturing layout.....	77
Gambar 4.21. Process Layout	78
Gambar 6.1. Skema Sistem Produksi	105
Gambar 6.2. Perbedaan Lean Manufacturing dan metode Six Sigma.....	146
Gambar 8.1. Contoh Komponen Utama Manajemen Rantai Pasokan	135
Gambar 8.2. Perbedaan Lean Manufacturing dan metode Six Sigma.....	146
Gambar 9.1. Simbol Elemen Kerja Therblig.....	163
Gambar 10.1. Siklus Hidup Proyek.....	171
Gambar 10.2. Digram Aktivitas AOA (<i>Activity on Arrow</i>)	175
Gambar 11.1. Jumlah kecelakaan di Indonesia tahun 2020 sesuai jenisnya	187
Gambar 11.2. <i>Accident</i> dan <i>Nearmiss</i>	188
Gambar 11.3. Klasifikasi Kerugian dari Kecelakaan Kerja.....	189
Gambar 13.1. Time Line Revolusi Industri.....	218
Gambar 13.2. Sistem Inovasi Teknologi	220

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Contoh kelompok kategori primer, sekunder, dan tersier indsutri.	54
Tabel 6.1. Klasifikasi Barang dan Jasa	108
Tabel 6.2. Ruang Lingkup Manajemen Operasi dan Produksi.....	111

BAB 1

PENGANTAR TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Oleh Lukmandono

1.1 Pengantar

Pada tahun 19750-an saat terjadi revolusi di negara Inggris, menyebabkan perubahan dramatis pada proses manufaktur. Hal ini juga menyebabkan timbulnya konsep ilmu pengetahuan yang baru, salah satunya disiplin Teknik Industri. Beberapa penemuan yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, terlahir pada masa ini. Dimulai dari pengembangan prinsip organisasi dan manajemen produksi.

Tahun 1765 teknologi mesin pital ditemukan oleh James Hargreaves. Empat tahun kemudian (1769) Richard Arkwright mengembangkan water frame. Mesin uap juga merupakan penemuan fenomenal oleh James Watt. Pesawat telegram untuk mengirimkan pesan, ditemukan oleh Samuel Morse pada tahun 1830. Dilanjutkan dengan penemuan lampu sebagai alat penerang oleh Thomas Alfa Edison pada tahun 1879.

Dari aspek Pengembangan Konsep, beberapa ahli mengemukakan hasil pengembangannya. Diantaranya konsep perancangan proses produksi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga kerja dengan menekankan pentingnya spesialisasi oleh Adam Smith (1776). Henry Towne (1886) menyampaikan pentingnya unsur profitabilitas, yang berarti dibutuhkan ilmu ekonomi untuk melengkapi perspektif dalam mengambil keputusan. Frederic W. Taylor mengemukakan konsep

Work Measurement atau *Motion and Time Study* yang kemudian dikenal sebagai Bapak Teknik Industri.

Temuan FW Taylor kemudian dikembangkan lagi oleh Frank B. Gilbreth dan Lillian Gilbreth yang mengenalkan analisis gerakan (*micromotion study*) pada pertemuan *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) sebagai gerakan dasar manusia saat melakukan pekerjaan yang sifatnya manual. Prosedur penjadwalan rencana kerja dengan menggunakan peta balok atau peta Gantt juga diperkenalkan oleh Henry Gantt.

Dari aspek teknologi maupun aspek pengembangan konsep, terlihat jelas bahwa berbagai penemuan tersebut merupakan runtutan panjang bagaimana disiplin Teknik Industri muncul. Sampai dengan saat ini, disiplin Teknik Industri telah berkembang pesat untuk memenuhi berbagai kebutuhan di dunia industri. Dalam hal perencanaan, pengorganisasian, pengoperasian serta pengendalian sistem produksi, telah tersedia pilihan para tenaga ahli yang kompeten.

Sebelum perang dunia kedua, Teknik Mesin merupakan awal tempat bertumbuh kembangnya disiplin Teknik Industri. Namun setelah berakhirnya masa perang dunia kedua, ilmu ini tetap berkembang dengan berbagai perspektif. Diantaranya adalah Riset Operasional, Manajemen Bisnis dan Komputer, Statistik, Psikologi Industri dan Ilmu Sosial. Departemen Teknik Mesin dari University of Kansas memulai disiplin Teknik Industri. Pada tahun 1902 ilmu tentang Perancangan Pabrik, Peralatan dan Organisasi diajarkan oleh Prof. Hugo Diemer. Dua tahun kemudian, tepatnya pada tahun 1904 Cornell University melalui Prof. Dexter juga berasal dari Teknik Mesin. Baru pada tahun 1908, dibuka untuk pertama kalinya program studi Teknik Industri di Pennsylvania State University. Prof. William Kent di tahun yang sama juga memprakarsai kurikulum Teknik Industri di Syracuse.

Beberapa organisasi yang mendukung berdirinya disiplin Teknik Industri, diantaranya adalah :

1912	1917	1922	1948	1981
ASME	SIE	AMA	AIIE	IEE

ASME : American Society of Mechanical Engineering

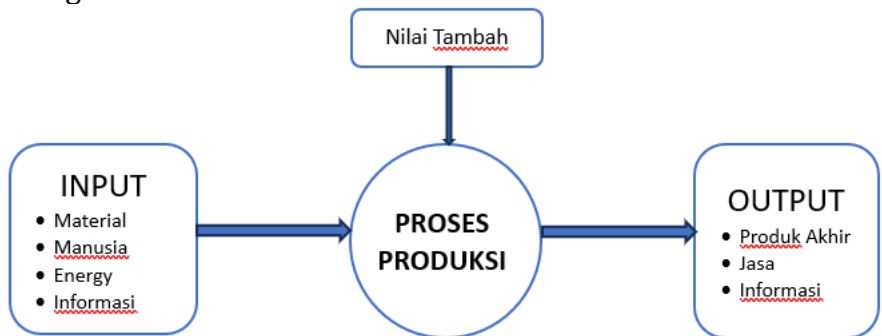
SIE : Society of Industrial Engineers

AMA : American Management Association

AIIE : The American Society of Industrial Engineering

IEE : Institute of Industrial Engineers

Secara umum Industri merupakan tempat dimana terjadi aktivitas produksi, yaitu mengubah input menjadi output. Input merupakan kumpulan sumberdaya, yang dapat berupa tenaga kerja, bahan baku, energi, sumber daya manusia, dan informasi. Sedangkan output merupakan hasil luaran yang dapat berupa produk atau jasa. Diagram proses produksi dapat digambarkan sebagai berikut :

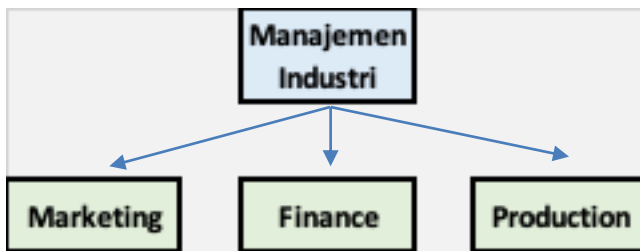


Gambar 1.1. Diagram Input-Output

Perubahan bentuk atau bisa disebut juga sebagai transformasi proses akan terjadi pada proses produksi. Dimulai

dari Input yang berupa fisik maupun non fisik. Saat input diproses akan menghasilkan produk atau jasa yang mempunyai nilai tambah. Proses manajemen diperlukan untuk membuat fungsi produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Disinilah disiplin teknik dan manajemen industri berperan besar dalam memberi panduan untuk mengevaluasi performan dan mengantisipasi jika terjadi perubahan-perubahan di dunia industri.

Proses manajemen industri ini pada akhirnya akan memberikan manfaat besar pada bagaimana terbentuknya sistem nilai dan tujuan. Begitu juga pada unsur organisasi, akan terjadi aktivitas operasional terpadu, mulai dari perancangan, perencanaan dan pengendalian. Proses manajemen industri mencakup 3 (tiga) fungsi pokok, yaitu :



Gambar 1.2. Proses Manajemen Industri

Di masa yang akan datang Teknik dan Manajemen Industri akan menjadi salah satu dari sekian banyak profesi yang akan diperhitungkan dalam pemecahan masalah dan pengambilan keputusan strategis di berbagai bidang.

1.2 Lingkup Teknik Dan Manajemen Industri

Kolaborasi ilmu Teknik dan manajemen industri sangat penting. Dua ilmu ini dapat berfungsi untuk mengoptimalkan sumber daya. Artinya dalam proses produksi penggunaan seluruh

input harus direncanakan dengan indikator efisiensi dan efektifitas. Efisiensi terkait dengan penggunaan input, dan efektifitas terkait dengan pencapaian hasil (output). Hubungan antara penggunaan input dan hasil luaran akan membentuk interaksi sehingga memunculkan berbagai alternatif untuk dapat merencanakan kombinasi keduanya. Perbedaan sudut pandang dalam pengambilan keputusan kadang kala terjadi. Unsur-unsur yang bersifat fisik, seperti material, desain rekayasa proses biasanya menjadi fokus utama seorang Engineer. Untuk itu, perlu identifikasi yang jelas untuk semua hal, terutama dalam situasi yang tidak pasti. Kemampuan menganalisis, menggunakan pengalaman terdahulu maupun pengembangan secara eksperimenakan menjadi hal penting. Dari hal tersebut akan dapat dibuat standar baku untuk memprediksi karakteristik kebutuhan input yang dibutuhkan dalam membuat luaran yang optimal.



Gambar 1.3. Ruang Lingkup Wawasan Regional Industri

Dari gambar di atas, sangat diperlukan bagaimana cara mengambil keputusan yang kompromi, keputusan yang dapat diterima baik sudut pandang engineering maupun manajemen. Kolaborasi model-model kuantitatif yang selama ini melekat pada disiplin engineering dengan model kualitatif yang merupakan penciri ilmu manajemen dapat mengisi diantara dua pendekatan tersebut.

Permasalahan-permasalahan industri yang semakin kompleks dapat diselesaikan melalui disiplin Teknik dan Manajemen Industri. Perpaduan ilmu sosial-ekonomis dengan dasar-dasar keteknikan dapat dipadukan. Analisa manajemen industri akhirnya dapat mengoptimalkan sinergi antara model kuantitatif dengan model kualitatif. Problem-problem di dalam industri baik yang bersifat teknis maupun manajerial akhirnya dapat terpecahkan melalui peran seorang Teknik Industri. Kita sadari bahwa semua masalah dalam suatu industri merupakan bagian dari sistem terintegrasi yang tak terpisahkan. Semua bagian-bagian memberikan kontribusi terhadap pencapaian hasil yang terbaik.

1.3 Peranan Disiplin Teknik Dan Manajemen Industri

Disiplin Teknik dan Manajemen Industri mampu pula diterapkan dalam sektor-sektor non-industri secara luas untuk memecahkan masalah-masalah yang ada. Sebagai ilmu baru, ternyata teknik industri telah mampu mensejajarkan diri dengan disiplin ilmu teknik lainnya untuk menjawab tantangan dan permasalahan sistem industri dan bisnis yang semakin kompleks. Salah satu ciri penggunaan teknik industri yang efektif adalah bahwa produksi massal masih sedikit banyak bergantung pada sumber daya manusia. Padahal pengertian teknik industri adalah ilmu tentang sistem penyetelan yang terdiri dari manusia, mesin, dan material. Namun, faktor sumber daya manusia masih

menjadi subsistem yang paling penting. Seperti diketahui, industri di Indonesia saat ini sedang menghadapi tantangan untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi dan daya saing di pasar global. Teknik dan manajemen industri diharapkan dapat memberikan wawasan yang tajam untuk meningkatkan efisiensi dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja karena dalam hal ini teknik industri memiliki keunggulan komparatif dibandingkan industri lainnya.

Peran Teknik dan Manajemen Industri pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga tema yang kemudian dapat dijadikan sebagai landasan utama pengembangan industri ini, yaitu:

1. Topik pertama berkaitan erat dengan dinamika arus material yang terjadi di rantai produksi. Di sini, fokusnya akan pada prinsip-prinsip yang berlangsung selama transisi umumnya dikenal sebagai proses nilai tambah dan aliran material yang berlangsung dalam sistem produksi terus menerus hingga menanjak. pendistribusian dari produk akhir (output) ke konsumen.
2. Topik kedua menyangkut dinamika arus informasi. Masalah utama yang dibahas dalam hal ini menyangkut aliran informasi yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan manajemen, terutama pada skala operasional. Isu yang berkaitan dengan master production planning, quality control dan berbagai jenis isu manajemen produksi/operasi akan menjadi kajian utama. Selanjutnya, tema ketiga cenderung mengarahkan sektor Teknik Industri ini ke arah isu strategis makro. Permasalahan yang dihadapi tidak lagi berkaitan dengan permasalahan yang timbul pada lini produksi usaha atau manajemen produksi, tetapi terus meluas pada permasalahan pada sistem produksi/industri dan sistem lingkungan yang berdampak besar bagi industri itu sendiri.

3. Topik ketiga ini cenderung memisahkan disiplin teknik industri dari masalah teknis (keputusan-fisika-kuantitatif) yang biasa ditemukan dalam rantai produksi (topik pertama) dan lebih banyak membahas masalah teknis non-teknis (acak-abstrak-kualitatif) masalah. Penanganan masalah yang kompleks, multivariabel dan/atau multidimensi; Teknik Industri akan membutuhkan landasan yang kuat (di bidang ilmu matematika, fisika dan sosial ekonomi) untuk dapat memodelkan, mensimulasikan dan mengoptimalkan masalah yang akan dipecahkan.

1.4 Hubungan Disiplin Teknik Industri dengan Disiplin Lainnya

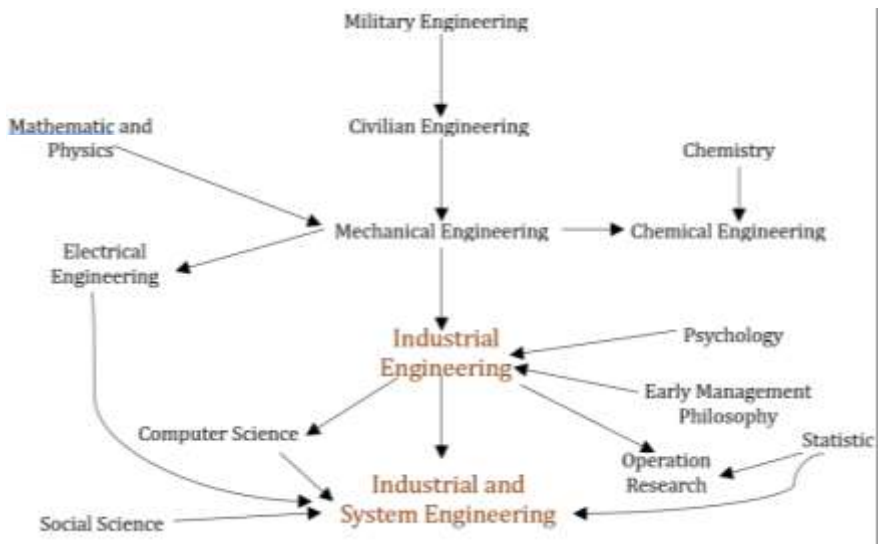
Disiplin Teknik Industri memiliki hubungan yang erat dengan disiplin ilmu lainnya. Konsep Teknik Industri bertujuan untuk mendapatkan efisiensi kerja, dan untuk mencapai tujuan tersebut, Teknik Industri memerlukan pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu yang saling bersinergi. Konsep teknik industri untuk mencapai efisiensi dalam segala bidang pekerjaan jelas membutuhkan bantuan dari disiplin ilmu lain. Di sisi lain, penerapan disiplin teknik industri itu sendiri meluas ke semua bidang kehidupan, tidak hanya untuk aplikasi industri tertentu, tetapi juga untuk semua kegiatan pemerintahan dan komersial, layanan dan bahkan militer.

Teknik mesin merupakan ilmu yang menjadi cikal bakal Teknik Industri yang dikaitkan dengan ilmu-ilmu lain seperti mekanika, psikologi, ilmu komputer, manajemen, statistika, riset operasi dan ilmu sosial. Integrasi disiplin ilmu yang terkait erat dengan rekayasa sistem dikenal sebagai rekayasa sistem dan industri. Rekayasa sistem dan industri akan merancang sistem pada dua level, yaitu level pertama adalah level aktivitas manusia dan menekankan pada tempat kerja aktual dimana aktivitas manusia berlangsung. Dan tingkat kedua disebut sistem

pengendalian manajemen dan menekankan pada prosedur, perencanaan, pengukuran, pemantauan semua kegiatan dalam organisasi.

Disiplin Teknik Industri bertujuan untuk memecahkan masalah di sektor industri (semua organisasi bisnis termasuk produksi barang/manufaktur serta jasa) dan sektor non industri. Singkatnya, pendekatan teknik industri cocok dengan pengambilan keputusan dalam analisis manajemen dengan melihat suatu masalah sebagai bagian dari sistem yang terintegrasi (konsep pendekatan sistem).

Berikut ini merupakan skema diagram kaitan antara disiplin Teknik Industri dengan disiplin disiplin ilmu lainnya :

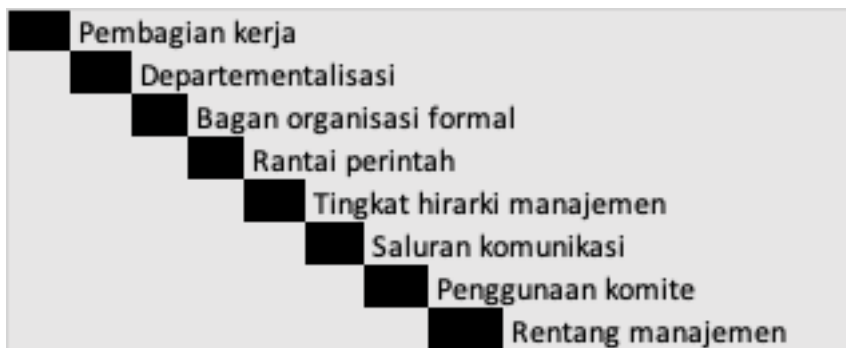


Gambar 1.4. Kaitan Disiplin Teknik Industri dengan Disiplin Ilmu Lainnya

1.5 Pengorganisasian Industri

Pengorganisasian (*organization*) adalah proses menyusun struktur organisasi yang selaras dengan tujuan organisasi, sumber dayanya, dan lingkungannya. Dua aspek utama pengembangan organisasi adalah departementalisasi dan pembagian kerja. Departementalisasi adalah pengelompokan kegiatan kerja suatu organisasi sehingga kegiatan yang serupa dan berkaitan dapat dilakukan secara bersama-sama. Ini akan tercermin dalam struktur formal organisasi dan akan ditampilkan atau diwakili oleh bagan organisasi. Pembagian kerja adalah identifikasi tugas pekerjaan sehingga setiap individu dalam organisasi bertanggung jawab dan melakukan aktivitas tertentu. Kedua aspek tersebut merupakan dasar dari proses pengorganisasian suatu organisasi untuk mencapai tujuannya secara efektif dan efisien.

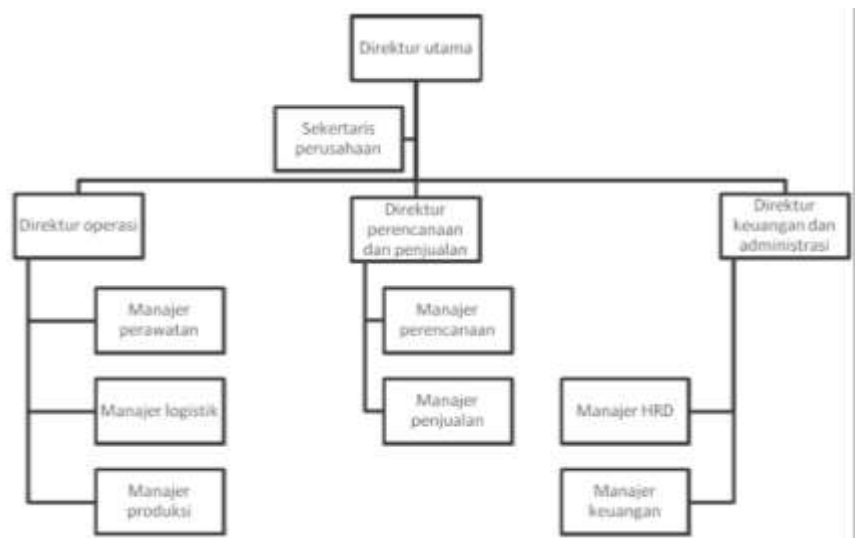
Keberhasilan pelaksanaan proses organisasi akan memungkinkan suatu organisasi untuk mencapai tujuannya. Proses ini akan tercermin dalam struktur organisasi, termasuk aspek-aspek penting organisasi dan prosesnya. Hal tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1.5. Aspek Penting Organisasi dan Prosesnya

Struktur organisasi (desain organisasi) dapat didefinisikan sebagai mekanisme formal dimana sebuah organisasi dikelola. Struktur organisasi menunjukkan kerangka dan pengaturan yang mewakili pola hubungan yang tetap antara fungsi, departemen, atau posisi, serta yang menunjukkan perbedaan posisi wewenang dan tanggung jawab dalam suatu organisasi. Struktur ini meliputi unsur standardisasi, koordinasi, sentralisasi atau desentralisasi pekerjaan, spesialisasi pengambilan keputusan, dan ukuran satuan kerja.

Faktor kunci yang menentukan desain struktur organisasi adalah: (1) Strategi organisasi untuk mencapai tujuannya, (2) Teknologi yang digunakan, (3) Anggota (pegawai) dan orang-orang yang terkait dalam organisasi, dan (4) Ukuran organisasi.



Gambar 1.6. Contoh Struktur Organisasi Industri

DAFTAR PUSTAKA

- Hari Purnomo, 2004, Pengantar Teknik Industri, Penerbit Graha Ilmu, Edisi Pertama
- Sukaria Sinulingga, 2008, Pengantar Teknik Industri, Penerbit Graha Ilmu, Edisi Pertama
- Jay Heizer, Barry Render, 2009, Manajemen Operasi, Buku 1 Edisi 9, Penerbit Salemba Empat.
- Syukron, Amin. 2014. *Pengantar Manajemen Industri*. Jakarta: Guna Ilmu.
- Wayne C. Turner, Joe H. Mize, Kenneth E. Case, John W. Nazemetz, 2000, Edisi Ketiga, Penerbit Guna Widya
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2001. Peran Strategis Teknik Industri Bagi Dunia Industri Di Indonesia Dalam Menghadapi Persaingan Di Era Pasar Bebas. 04.
<https://repository.uma.ac.id/handle/123456789/13158>.

BAB 2

SEJARAH DAN PERKEMBANGAN TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Oleh Erna Indriastiningsih

2.1 Pengertian Teknik Industri

Teknik industri sebagai suatu disiplin kerekayasaan (*engineering*) ditinjau dari sejarahnya telah dimulai lebih dari satu abad yang lalu di Amerika. Pengertian Teknik Industri menurut *IEE (Institute of Industrial Engineering)* adalah *"Industrial Engineering is concerned with the design, improvement, and installation of integrated system of people, materials, information, equipment and energy. It draw upon specialized knowledge and skill in-the mathematical, physical, and social science together with the prinsiples and method of engineering analysis and design to specify, predict and evaluate the result to be obtained fro m such system"*

Teknik Industri, kadang-kadang dikenal sebagai IE dalam versi bahasa Inggrisnya, adalah bidang studi yang berhubungan dengan pembuatan, pemeliharaan, dan implementasi sistem terintegrasi yang mencakup manusia, sumber daya, data, mesin, dan tenaga. Analisis dan desain teknik didefinisikan sebagai penerapan pengetahuan dan kemampuan ilmiah matematika, fisika, dan sosial khusus untuk tugas menentukan, memprediksi, dan mengevaluasi hasil yang diinginkan suatu sistem. Manusia, sumber daya, data, mesin, dan tenaga semuanya bekerja sama untuk membangun sistem kompleks yaitu teknik industri. Selain disiplin ilmu tradisional matematika dan fisika, teknik industri juga

memanfaatkan bidang sosiologi dan manajemen. Referensi: (Purnomo Hari, 2004).

Teknik industri dalam istilah ini diterjemahkan dari kata "*industrial engineering*" Meskipun merupakan bidang studi yang lebih muda dibandingkan bidang studi yang lebih mapan (teknik sipil, teknik mesin, teknik elektro, dll.), teknik industri dapat ditelusuri asal-usulnya hingga dua abad yang lalu. Bidang teknik industri yang dikenal sebagai interaksi manusia-mesin dipelopori oleh sekelompok peneliti (Tylor, Gilbreth, dll) yang mencari cara untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas di tempat kerja.

Bidang keilmuan teknik industri sering diabaikan di negara-negara terbelakang. Meskipun bidang studi ini masih dalam tahap awal di sebagian besar negara-negara industri maju, bidang ini telah memantapkan dirinya sebagai bidang studi terkemuka yang dapat diandalkan untuk memberikan solusi mendalam terhadap berbagai masalah, termasuk masalah yang terkait dengan pembangunan. alat dan teknik yang dimaksudkan untuk meningkatkan produktivitas di tempat kerja. Kenyataannya, bidang studi ini sudah ada sejak pergantian abad ke-20. Pada tahun 1909, Frederick Winslow Taylor, lebih dikenal sebagai F.W. Taylor, membawa gagasan manajemen ilmiah ke Masyarakat Industri. Ide ini kemudian menjadi dasar dari apa yang sekarang dikenal sebagai teknik industri.

2.2 Sejarah Teknik dan Manajemen Industri Dunia

Kemajuan dalam penelitian tidak terjadi secara instan melainkan bertahap, dimana para ilmuwan memberikan kontribusi berdasarkan kekuatan mereka sendiri. Kapan bidang teknik industri dimulai? Kebutuhan untuk merancang sesuatu untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia memunculkan bidang Teknik Industri. Referensi: (Purnomo Hari, 2004). Teknik industri mungkin berasal dari tahun 1750-an, ketika pabrik pertama dibuka di Inggris. Revolusi industri dianggap sebagai zaman kontemporer

Teknik Industri karena perubahan besar-besaran dalam proses manufaktur dan munculnya konsepsi ilmiah yang dihasilkan dari perkembangan tersebut. Konsep lanjutan dari organisasi dan manajemen produksi adalah fokus para insinyur industri, yang memelopori bidang ini.

Teknik manufaktur telah ada sejak zaman Yunani. Batu dan tulang adalah satu-satunya alat yang tersedia bagi manusia purba. Peningkatan rutin pada peralatan yang digunakan menghasilkan efisiensi yang lebih besar di semua aspek manufaktur. Hal ini masih terjadi hingga saat ini, meskipun teknik industri berasal dari revolusi industri pertama. Proses manufaktur dan pengembangan ide-ide ilmiah masa depan sangat dipengaruhi oleh revolusi industri. Banyak kemajuan teknis terkini dalam industri tekstil dirancang untuk memfasilitasi mekanisasi pekerjaan yang sebelumnya dilakukan dengan tangan. Penciptaan mesin pemintal oleh James Hargreaves pada tahun 1765, Water Frame oleh Richard Arkwright pada tahun 1769, dan mesin uap oleh James Watt semuanya berkontribusi pada kemajuan teknis yang memicu revolusi industri. Menurut (Zandin. K.B. Maynard's, 2001).

Awal mula Teknik Industri dapat ditelusuri dari beberapa sumber berbeda. Frederick Winslow Taylor sering ditetapkan sebagai Bapak Teknik Industri meskipun seluruh gagasannya tidak asli. Beberapa risalah terdahulu mungkin telah mempengaruhi perkembangan Teknik Industri seperti risalah *The Wealth of Nations* karya Adam Smith, dipublikasikan tahun 1776:

Essay on Population karya Thomas Malthus dipublikasikan tahun 1798; *Principles of Political Economy and Taxation* karya David Ricardo, dipublikasikan tahun 1817; dan *Principles of Political Economy* karya John Stuart Mill, dipublikasikan tahun 1848. Seluruh hasil karya ini mengilhami penjelasan paham Liberal Klasik mengenai kesuksesan dan keterbatas dari revolusi industri. Adam Smith adalah ekonom yang terkenal pada zamannya. "*Economic Science*" adalah frasa untuk

menggambarkan bidang ini di Inggris sebelum industrialisasi Amerika muncul.

Di Amerika Serikat selama akhir abad 19 telah terjadi perkembangan yang memengaruhi pembentukan Teknik Industri. Henry R. Towne menekankan aspek ekonomi terhadap pekerjaan insinyur yakni bagaimana seorang insinyur akan meningkatkan laba perusahaan? Towne kemudian menjadi anggota *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) sebagaimana yang dilakukan beberapa pendahulunya di bidang Teknik Industri. Towne menekankan perlunya mengembangkan suatu bidang yang terfokus pada sistem manufaktur. Dalam *Industrial Engineering Handbook* dikatakan bahwa "ASME adalah tempat berkembang biaknya Teknik Industri". Towne bersama Fredrick A. Halsey bekerja mengembangkan dan juga akan memaparkan suatu Rencana Kerja untuk mengurangi pemborosan kepada ASME. Tujuan Rencana ini adalah meningkatkan produktivitas pekerja tanpa berpengaruh negatif terhadap ongkos produksi. Rencana ini juga menganjurkan bahwa sebagian keuntungan dapat dibagikan kepada pekerja dalam bentuk insentif.

Tanpa menyertakan Frederick Winslow Taylor, sejarah Teknik Industri tidak akan memiliki tokoh kunci. Di antara nenek moyang Teknik Industri, Taylor mungkin yang paling terkenal. Beliau menyampaikan pidato kepada seluruh anggota ASME dan menjelaskan konsep organisasi kerja berbasis manajemen. Pendekatan yang ia kembangkan melalui penelitian dan eksperimen diberi nama "Manajemen Ilmiah" menurut namanya. termasuk inisiatif-inisiatif sebelumnya, hal ini berkaitan dengan isu-isu termasuk bagaimana pekerjaan diorganisasikan bersama-sama dengan manajemen, bagaimana karyawan dipilih dan dilatih, dan bagaimana mereka yang unggul diberi penghargaan dalam bentuk uang. Dampak Manajemen Ilmiah terhadap Revolusi

Industri sangat signifikan, tidak hanya di Amerika Serikat namun di seluruh dunia.

Keluarga Gilbreth diakui akan pengembangan terhadap Studi Waktu dan Gerak (*Time and Motion Studies*). Frank Bunker Gilbreth dan istrinya Dr. Lillian M. Gilbreth melakukan penelitian mengenai Pemahaman Kelelahan (*Fatigue*), *Skill Development*, Studi Gerak (*Motion Studies*), dan Studi Waktu (*Time Studies*). Lillian Gilbreth memiliki gelar Ph.D. dalam psikologi, yang memungkinkan dia berempati dengan kesulitan orang. Hanya ada satu metode yang tepat untuk menyelesaikan segala sesuatunya di rumah tangga Gilbreth. Salah satu konsep kuncinya adalah kategorisasi 17 bentuk gerak dasar manusia yang berbeda ke dalam kategori efektif dan tidak efisien. Sebagai permainan kata, mereka menjulukinya Tabel Klasifikasi Therbligs. Menurut temuan Gilbreth, gerakan yang efisien (therblig efektif) membutuhkan waktu lebih sedikit untuk diselesaikan tetapi lebih sulit untuk dipercepat. Gilbreth menyatakan bahwa setiap karya dapat dipecah menjadi bagian-bagian komponennya.

Pemerintah Amerika Serikat secara diam-diam mempekerjakan ilmuwan selama Perang Dunia II untuk mempelajari logistik masa perang, teknik manufaktur, dan perencanaan. Para peneliti ini menciptakan berbagai alat untuk mensimulasikan masalah dan menentukan mana yang akan memberikan hasil terbaik. Dan dengan terungkapnya pengetahuan ini, lahirlah Riset Operasional. Banyak temuan penelitian yang masih bersifat teoretis, dan penerapan praktisnya masih sedikit dipahami. Hal inilah yang membedakan komunitas Riset Operasional (OR) terlalu jauh dengan bidang teknik. Hanya sedikit bisnis yang mampu dengan cepat mendirikan divisi Riset Operasi dan mendapatkan manfaat darinya.

Grup baru, *American Institute of Industrial Engineers* (AIIE), didirikan pada tahun 1948. Saat ini tidak ada tempat khusus untuk Teknik Industri di organisasi tersebut. Beberapa perguruan tinggi

dan universitas memasukkan metode riset operasi ke dalam program Teknik Industri mereka pada tahun 1960an dan setelahnya. berbeda dengan akar empiris historisnya, praktik Teknik Industri modern didasarkan pada analisis yang cermat. Kemajuan teoretis dalam optimasi matematika dan analisis statistik membantu menjembatani kesenjangan dalam disiplin Teknik Industri. Belakangan, dengan munculnya komputer digital, tantangan Teknik Industri semakin besar dan kompleks. Insinyur industri kini memiliki sumber daya baru untuk dengan cepat menghitung masalah besar karena kapasitas komputer digital untuk menyimpan data dalam jumlah besar. Komputer dan munculnya sub-program (atau "sub-rutin") telah memungkinkan dilakukannya penghitungan yang sebelumnya memakan waktu berminggu-minggu atau berbulan-bulan pada suatu sistem dalam hitungan menit, dan dengan mudah mengulangi penghitungan tersebut terhadap kriteria masalah baru. . Perhitungan yang dilakukan pada sistem lama dapat disimpan dan dibandingkan dengan data yang lebih baru berkat kemampuan penyimpanan sistem. Temuan ini menjadikan Teknik Industri sebagai alat yang ampuh untuk menyelidiki dampak perubahan pada sistem produksi.

2.3 Sejarah Teknik dan Manajemen Industri di Indonesia

Pada tanggal 1 Januari 1971, perkuliahan Teknik Industri pertama kali diadakan di Institut Teknologi Bandung (ITB). Keadaan praktis lulusan teknik mesin tahun 1950-an tidak mungkin dipisahkan dengan sejarah perkembangan pendidikan Teknik Industri di ITB. Pekerjaan seorang insinyur mesin pada saat itu sama dengan pekerjaan pada masa Belanda, yang sebagian besar mencakup pengoperasian dan pemeliharaan mesin. Karena Indonesia tidak memiliki industri mesin sendiri, seluruh barang modal tersebut harus diimpor. Sekalipun terdapat bengkel desain

konstruksi baja besar pada saat itu, seperti yang terjadi di Pasuruan dan Klaten, serta kota-kota lain di Jawa Timur dan Jawa Tengah, mereka masih melakukan perawatan rutin terhadap mesin pabrik gula dan fasilitas pengolahan hasil perkebunan. Jadi, dulu lulusan Teknik Mesin kebanyakan hanya membuat suku cadang dasar dengan meniru desain produk saat ini. Insinyur mekanik juga dibutuhkan di industri semen dan bengkel kereta api.

Ketika mereka memasuki dunia kerja sebagai Insinyur Mekanik yang baru dibentuk, salah satu kekhawatiran pertama mereka adalah bagaimana menjalankan mesin dan pabrik tempat mereka bekerja secara efisien dan efektif. Jadi, saat itu, tanggung jawab utama lulusan Teknik Mesin adalah pengaturan beban untuk membuat operasi manufaktur hemat biaya dan pemeliharaan untuk menjaga mesin tetap berfungsi. Seorang manajer pabrik pada saat itu sering kali terlatih dalam bidang mekanik sehingga cukup metodis dan teliti dalam pendekatannya dalam memeriksa mesin. Dia melakukan tur pagi rutin ke fasilitas tersebut untuk memastikan mesin dan peralatan produksi lainnya berfungsi dengan baik sebelum shift hari dimulai. Pengalaman praktis ini menunjukkan bahwa pengetahuan dan kemampuan desain lulusan Teknik Mesin kurang dimanfaatkan, dan bahwa mereka akan mendapat manfaat dari pelatihan manajemen agar dapat secara efektif mengawasi fasilitas manufaktur dan bengkel utama.

Sekitar tahun 1955, menjadi jelas bahwa mahasiswa jurusan Teknik Mesin akan mendapat manfaat dari mengambil kursus tambahan di bidang manajemen industri. Pada tahun yang sama, beberapa industri yang dikuasai oleh pemerintah Belanda tiba-tiba kehilangan manajemen yang kompeten sebagai akibat dari krisis hubungan antara Indonesia dan Belanda. Hal ini memperkuat tekad saya untuk mengeksplorasi pendekatan baru dalam mengajar teknik mesin di bidang yang paling saya minati dan kompetensi.

Mata kuliah baru Ilmu Perusahaan, Statistika, Teknik Produksi, Perhitungan Biaya, dan Ekonomi Teknik ditambahkan ke dalam kurikulum Teknik Mesin pada awal tahun 1958. Sejak saat itu, Program Studi Teknik Mesin ITB memasuki era baru. Mahasiswa jurusan Teknik Mesin, Teknik Kimia, atau Teknik Pertambangan sering memilih untuk mengambil mata kuliah pilihan ini. Sementara itu, Departemen Teknik Mesin mulai menghasilkan lulusan yang memiliki keahlian di bidang manajemen produksi dan teknik sekitar tahun 1963–1964. Variasi kursus yang tersedia di Teknik Produksi menunjukkan pertumbuhan dan pematangan bidang yang berkelanjutan. Jurusan Teknik Produksi dapat memperluas pemahamannya dengan kelas-kelas seperti Peralatan Mesin, Pengujian Tidak Merusak, Alat Bantu, dan Keselamatan Kerja.

Perluasan kurikulum Teknik Produksi terjadi antara tahun 1966–1967. Baru-baru ini terdapat peningkatan dalam ketersediaan kursus bertema teknik industri. Sistem manusia-mesin-material kini tidak hanya didasarkan pada keahlian industri, tetapi juga pada pertimbangan bisnis dan alam. Kursus dalam manajemen sumber daya manusia, administrasi bisnis, statistik industri, desain tata letak pabrik, studi kelayakan, investigasi operasional, pengendalian inventaris kualitas statistik, dan pemrograman linier baru-baru ini diperkenalkan oleh divisi ini. Alhasil, Bagian Teknik Mesin ITB mengganti nama Teknik Produksi menjadi Teknik Industri pada tahun 1967. Upaya untuk membentuk Departemen Teknik Industri tersendiri dimulai dengan sungguh-sungguh antara tahun 1968 hingga 1971. Efektif mulai tanggal 1 Januari 1971, rencana ini membuahkan hasil.

2.4 Perkembangan Teknik dan Manajemen Industri

Perkembangan matematika, fisika, dan ilmu-ilmu sosial semuanya berkontribusi terhadap percepatan kemajuan di bidang teknik industri dan administrasi selama revolusi industri di Inggris. Sistem yang menggabungkan manusia, mesin, material, energi, dan data adalah fokus teknik dan manajemen industri, dua bidang studi yang terkait namun berbeda. Tujuan utama teknik industri adalah untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, keselamatan, dan kualitas di berbagai sektor (Prasetyo dan Sutopo, 2017). Proses produksi, manajemen operasi, desain produk, rantai pasokan, dan sistem kerja adalah semua bidang yang dapat ditingkatkan oleh teknik dan manajemen industri dengan menggunakan konsep ilmiah matematika, fisika, dan sosial. Desain sistem, manajemen operasi, rekayasa kualitas, ergonomi, manajemen proyek, optimasi, dan analisis merupakan komponen kunci dari teknik industri.

Sistem administrasi manusia, mesin, dan benda yang efektif dan efisien merupakan fokus teknik dan manajemen industri. Perencanaan dan perancangan proses industri, tata letak pabrik, serta sistem logistik dan rantai pasokan semuanya termasuk dalam kategori ini. Mengelola aktivitas bisnis sehari-hari dengan menghindari gangguan dalam produksi, memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien, mengawasi kualitas produk, dan memperbaiki masalah apa pun yang muncul. Lalu, ada rekayasa kualitas, yang melibatkan penggunaan berbagai strategi untuk meningkatkan standar barang dan jasa. Tritularsih dan Sutopo (2017) menguraikan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut, yang meliputi pengumpulan dan analisis data, desain eksperimen, pengendalian mutu, dan pembentukan sistem manajemen mutu.

Konsep yang bertujuan untuk menemukan proses kerja yang efisien dan sukses dari pertimbangan manusia dan praktik kerja merupakan hal mendasar bagi pertumbuhan teknik industri.

Banyak peneliti yang membuat kemajuan penting di sektor industri mengajukan gagasan ini.

1. Adam Smith dalam bukunya *The Wealth of Nations*, mengusulkan desain produksi, yang menonjolkan nilai spesialisasi, untuk meningkatkan efektivitas penggunaan tenaga kerja.
2. Charles Babbage dalam bukunya *On Economy of Machinery and Manufacturers*, menekankan pentingnya spesialisasi pekerjaan dalam meningkatkan output industri.
3. Henry Towne dalam bukunya *The Engineers as Economist*, menekankan perlunya para insinyur untuk mempertimbangkan implikasi finansial dari tindakan mereka selama proses produksi.
4. Ilmuwan dan penemu istilah "teknik industri", Frederic W. Taylor kadang-kadang disebut sebagai "Bapak Teknik Industri". Ia mengangkat permasalahan yang berkaitan dengan metode ilmiah yang digunakan dalam teknik industri, termasuk desain, pengukuran, perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian kerja.
5. Frank B. Gilbreth berpendapat bahwa agar suatu industri dapat mencapai teknik kerja yang efisien dan efektif, diperlukan pengaturan dalam desain dasar, proses, dan prosedur kerja.
6. Henry Gantt memelopori strategi penyederhanaan kerja berdasarkan gagasan studi kerja di bidang teknik industri.

Untuk memaksimalkan produktivitas, keamanan, dan kenyamanan di tempat kerja, insinyur industri juga mengkaji bagaimana pekerja berinteraksi dengan sistem masing-masing. Ergonomi adalah studi tentang bagaimana orang bergerak dan bekerja, dengan tujuan menciptakan lingkungan yang lebih aman dan produktif bagi keduanya. Hal ini berkaitan dengan manajemen proyek, yang melibatkan pengelolaan proyek dengan menetapkan tujuan, menetapkan sumber daya, mengembangkan jadwal, dan

memantau kemajuan. Manajemen proyek mencakup koordinasi tim, mengawasi kemajuan, dan meminimalkan bahaya. Dalam hal perencanaan produksi, pengaturan jadwal, dan manajemen inventaris, antara lain, insinyur industri menggunakan teknik matematika dan pemodelan untuk membuat keputusan terbaik (Tarantang et al., 2019).

Sejalan dengan diantaranya Buzacott (1984), Badiru dan Herschel (1984), Turner, dkk (1993), Hicks (1994, 2001), Martin-Vega (2001), dilihat dari segi aliran berfikirnya maka Sejarah dan perkembangan Teknik industri dapat dibedakan atas lima era yaitu era manajemen ilmiah (*Scientific Management*), era manajemen administrasi dan perilaku (*Administrative and Behavior Management*), Era sains manajemen (*management Science*), era sistemik terintegrasi (*Systemic and integrated Approach*), dan terakhir era global dan informasi (*Global and Information*) (senator, 2018). Aliran pemikiran manajemen ilmiah (*Scientific Management*) merupakan era dimulainya persemaian dan tonggak keilmuan disiplin Teknik Industri, dan merupakan babak baru dalam disiplin rekayasa (engineering) dimana tidak hanya factor teknikal tetapi juga aspek yang terkait dengan unsur manusia, manajemen, serta aspek keekonomian mulai diperhitungkan, sehingga kriteria kinerja tidak hanya oroduktivitas tetapi juga efisiensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Purnomo, Hari. Pengantar Teknik Industri. 2004. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Zandin. K.B. Maynard's Industrial Engineering Handbook. 2001. New York. Fifth Edition. Page 19-21.
- Pujawan, I.N. Ekonomi Teknik. 1995. Jakarta. PT. Candimas Metropole. Hal 12-13.
- Yustina Tritularsih, Wahyudi Sutopo. Peran Keilmuan Teknik Industri Dalam Perkembangan Rantai Pasokan Menuju Era Industri 4.0. 2017. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC . UNS Surakarta
- Hoedi Prasetyo, Wahyudi Sutopo. Perkembangan Keilmuan Teknik Industri Menuju Era Industri 4.0. 2017. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC . UNS Surakarta
- Senator Nur Bahagia, Pengantar Teknik Industri, 2018, ITB Press

BAB 3

PRINSIP DASAR TEKNIK INDUSTRI

Oleh Ari Pranata Primisa Purba

3.1 Pendahuluan

Frederick W. Taylor adalah salah satu pionir keilmuan Teknik Industri, yang kemudian dikenal sebagai "bapak" atau "founding father" teknik industri. Karya dan tulisan Taylor secara luas diakui sebagai awal dari disiplin ilmu Teknik Industri. Untuk meningkatkan efisiensi setiap tugas, Taylor membagi proses produksi secara keseluruhan menjadi beberapa aktivitas dalam buku *Shop Management* dan *The Principles of Scientific Management*. Akibatnya, hubungan antara manusia dan mesin menjadi lebih mudah dipelajari, proses produksi dapat direncanakan dengan baik, dan metode kerja dapat dikembangkan. Hal inilah yang mengilhami konsep manajemen ilmiah. Frank dan Lilian Gilberth, selain Taylor, banyak menggunakan konsep manajemen ilmiah untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengukur Gerakan dasar tubuh (*fundamental motion*) selama bekerja. Keduanya kemudian mempelajari masalah yang berfokus pada manusia, atau faktor manusia, menurut buku *The Psychology of Management*. Setelah itu, banyak ilmuwan lain bergabung dalam berbagai disiplin ilmu dan membuat kemajuan besar dalam pemodelan, analisis, dan pemahaman umum masalah. Pendekatan ini kemudian berkembang menjadi organisasi yang disebut riset operasi. Untuk memecahkan masalah, teknik industri harus bekerja sama dengan matematika, statistika, dan fisika. (Prihadianto, Imam and Mutaqqin, 2019)

Dunia teknik industri mengalami pergeseran besar pada awal abad ke-20. Pergeseran ini dikaitkan dengan kemajuan pesat dalam bisnis yang benar-benar menerapkan konsep manajemen ilmiah. Beberapa perkembangan yang cukup penting adalah:

1. Persaingan dan pengelolaan bisnis yang semakin kompleks, strategi bisnis telah berubah dari pendekatan mikro (operasi produksi) ke pendekatan makro (sistem terpadu).
2. Dengan menggunakan metodologi kuantitatif, semua pilihan pemecahan masalah dapat diukur dengan lebih baik, yang mempermudah proses pengambilan keputusan. Metodologi yang dimaksud terkait dengan riset operasi dan analisis sistem.
3. Dengan kemajuan dalam teknologi komputer dan aplikasinya dalam berbagai bidang, metode kuantitatif telah secara luas digunakan dalam pemecahan masalah. Akibatnya, metode industri ini telah menjadi lebih populer.

Untuk memecahkan masalah efisiensi industri, pendekatan teknik industri telah berkonsentrasi pada elemen tenaga kerja yang berkembang seperti desain kerja (*job design*), desain alat kerja (*tool design*), desain tempat kerja (*work place design*), dan desain alat bantu (*productive aid design*). Sistem industri yang kompleks memiliki banyak elemen dan variabel yang berubah seiring waktu, sehingga kinerja teknis dan finansial sistem harus selalu dioptimalkan. Ini adalah bagian dari lingkup teknik industri. Dibandingkan dengan disiplin ilmu teknik lain, ilmu teknik industri memiliki keunikan karena mencakup banyak disiplin ilmu, termasuk dasar-dasar rekayasa (*engineering fundamentals*), serta matematika, metode statistika, psikologi, fisiologi, sosiologi, dan ekonomi, untuk membuat rancangan sistem industri yang kompleks. Didasarkan pada kemajuan konsep dan metode untuk meningkatkan produktivitas kerja, terutama manajemen ilmiah

(*scientific management*) yang dikemukakan oleh FW Taylor, dan keyakinan bahwa teknik industri adalah bagian dari disiplin ilmu keteknikan, disepakati melalui serangkaian diskusi di *Institute of Industrial Engineering* bahwa teknik industri dapat dibedakan dari disiplin ilmu keteknikan berdasarkan definisi berikut: (Hicks, 1977).

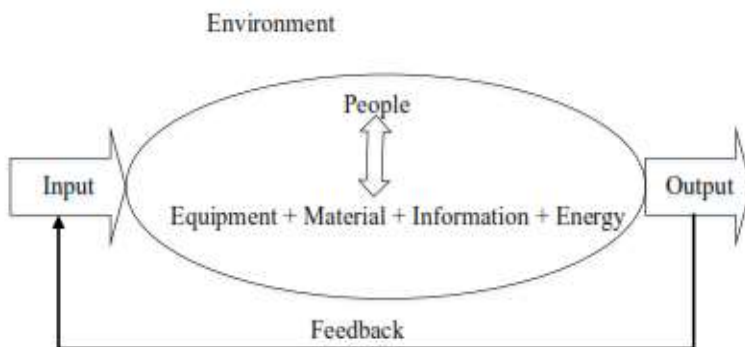
Teknik Industri berkaitan dengan desain, perbaikan dan instalasi sistem terintegrasi orang, bahan dan peralatan, memanfaatkan pengetahuan khusus dan keterampilan dalam ilmu matematika, fisika dan social secara bersama dengan prinsip dan metode analisis teknik dan desain untuk menentukan, memprediksi dan mengevaluasi hasil yang akan diperoleh dari sistem tersebut.

Teknik industri adalah disiplin ilmu keteknikan yang berkaitan dengan sistem produksi karena definisi tersebut menunjukkan bahwa teknik industri berkaitan dengan perancangan, perbaikan, dan instalasi sistem terpadu (*integrated system*) yang terdiri dari manusia, perlengkapan, dan bahan. Hal yang berbeda dengan disiplin ilmu keteknikan lain ialah teknik industri tidak hanya berorientasi kepada struktur fisik dan peralatan dan material yang membentuknya. Secara lebih rinci, disiplin ilmu teknik industri dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Teknik industri adalah disiplin ilmu kerekeyasaan (*engineering*) yang berkaitan dengan perancangan (*design*), perbaikan (*improvement*), dan penginstalan (*installation*). Namun, disiplin ilmu teknik industri berbeda dengan ilmu keteknikan secara umum karena disiplin ilmu ini juga menangani komponen manusia dalam sistem yang dirancang, diperbaiki, dan diinstalasi. Dalam ilmu-ilmu sosial, penanganan elemen manusia sebagai faktor produksi telah lama dikenal.
2. Teknik industri berkaitan dengan sistem terintegrasi yang terdiri dari komponen peralatan, mesin, dan material. Dengan waktu, unsur-unsur penting lainnya, seperti energi

dan informasi, telah ditambahkan ke dalam sistem terintegrasi. Dengan masuknya unsur-unsur ini, bidang bahasan ilmu teknik industri semakin luas karena perlunya mempelajari hubungan antara energi dan informasi.

3. Teknik industri adalah ilmu multidisiplin yang berbeda dengan ilmu lainnya seperti teknik sipil, elektro, dan teknik mesin karena teknik industri melibatkan ilmu matematika dan fisika serta ilmu sosial seperti manajemen, psikologi, dan ekonomi. Karena sistem yang dirancang teknik industri adalah sistem terintegrasi, ilmu sosial harus selalu terlibat dalam teknik industri.
4. Para lulusan teknik industri harus memahami dan memanfaatkan metode analisis dan perancangan kerekayasaan (*engineering analysis and design*) agar mereka dapat menetapkan spesifikasi, memprediksi, dan mengevaluasi hasil yang akan diperoleh dari sistem terintegrasi yang dirancang, diperbaiki, dan dipasang.



Gambar 3.1. Kajian Sistem Terintegrasi dalam Teknik Industri
(Sumber: Prasetyo and Sutopo, 2019)

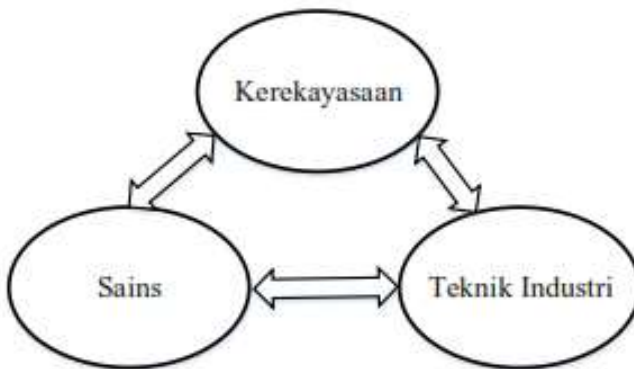
Kata industri dalam teknik industri tidak sepenuhnya diartikan sebagai industri manufaktur kendati disiplin teknik

industri berkembang dari informasi praktisi di bidang tersebut. Luasnya bidang pemanfaatan disiplin ilmu ini dan pemanfaatannya juga tidak jauh bervariasi. Di antara berbagai organisasi, istilah industri didefinisikan sebagai sebuah sistem yang berfokus pada produksi dalam arti luas. Dalam konteks ini, istilah industri mencakup manufaktur, perkebunan, perbankan, pelayaran, rumah sakit, perguruan tinggi, pemerintahan, dan sektor lain yang menghasilkan barang fisik dan jasa, baik untuk tujuan komersial maupun nonkomersial (Sinulingga, 2008).

Keilmuan Teknik Industri berkembang dalam lima tahap. Manajemen ilmiah (*scientific management*), manajemen administrasi dan perilaku, sains manajemen (*management science*), pendekatan terintegrasi, dan pendekatan informasi dan global. Pada tahap manajemen ilmu, ilmu atau pengetahuan teknik industri berfokus pada integrasi bidang manajemen dan sains (terutama matematika, statistika, dan komputer) untuk memecahkan atau menyelesaikan masalah kompleks secara optimal. Ini didasarkan pada aspek ontologis (kajian yang berfokus pada hakikat, definisi, konsep dasar, dan karakteristik ilmu). Sintesis adalah metode yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan teknik industri pada tahap manajemen ilmu, hal ini dipandang berdasarkan aspek epistemologi (kajian yang berfokus pada bagaimana mendapatkan pengetahuan, termasuk konsep dasar, metode, dan asumsi-asumsi yang digunakan, serta bagaimana mengukur kebenarannya). Ukuran kebenaran dari ilmu/pengetahuan Teknik Industri pada tahap *management science* pada umumnya adalah rasional dan nyata (empiris). Dari perspektif aksiologi (kajian yang berfokus pada manfaat, fungsi, dan tujuan dari suatu ilmu), ilmu teknik industri pada tahap manajemen memiliki tujuan khusus untuk menganalisis dan memecahkan masalah suatu sistem yang kompleks dengan

tujuan menemukan solusi terbaik. (Prihadianto, Imam and Mutaqqin, 2019).

Perkembangan ilmu komputer, elektronika, dan teknologi informasi sangat memengaruhi era sistem terintegrasi dan global-informasi, sedangkan ilmu matematika dan statistik sangat memengaruhi era sains manajemen. Hal ini menunjukkan bahwa sains dan ilmu kerekayasaan yang lain telah memainkan peran penting dalam kemajuan ilmu teknik industri. Dengan kata lain, ilmu teknik industri, sains dan ilmu kerekayasaan akan selalu berkembang bersama dan bekerja sama satu sama lain untuk berkembang (Prasetyo and Sutopo, 2019), seperti diilustrasikan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Kajian Sistem Terintegrasi dalam Teknik Industri
(Sumber:Nur Bahagia, 2007)

3.2 Prinsip-Prinsip Dasar Teknik Industri

Seorang insinyur industri merancang proses organisasi dan menjalankan proyek dan kegiatan yang sedang berlangsung yang mungkin melibatkan fasilitas, produk, dan sistem. Fasilitas, produk, sistem, dan proses digunakan untuk menyediakan produk atau layanan. Insinyur industri sering berfokus pada proses yang memperhitungkan faktor manusia. Untuk merancang proses

organisasi, insinyur industri berkolaborasi dengan manajer dan subordinat mereka, dan kadang-kadang dengan rekan-rekan, seperti teknisi (misalnya, teknisi mekanik, teknisi listrik, engineer perangkat lunak, dll.)

Selain itu, tugas seorang insinyur industri adalah menentukan cara terbaik untuk menggunakan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Insinyur industri melakukan tugas mereka dengan menggunakan sumber daya seperti pekerja, bahan baku, modal, informasi, bangunan, peralatan, energi, dan pengetahuan teknologi. Insinyur industri menerjemahkan tujuan, hambatan, dan ketidakpastian perusahaan untuk menemukan solusi terbaik. Hal itu dilakukan dengan menggunakan aturan fisika, matematika, dan statistik bersama dengan pengetahuan terkait faktor manusia, seperti ergonomi dan psikologi, dan aturan hukum, moral, dan etika yang berlaku.

Bidang teknik industri yang relatif baru adalah desain dan implementasi sistem informasi yang mendukung proses. Saat ini, banyak insinyur industri bekerja dengan sistem *Enterprise Resources Planning* (ERP) setiap hari karena munculnya manajemen rantai pasokan, tetapi pada masa lalu, insinyur industri telah dimasukkan ke dalam organisasi industri dan kemudian memainkan peran penting dalam mengintegrasikan sistem ERP di banyak organisasi. (Shtub and Cohen, 2016)

Prinsip-prinsip utama teknik industri secara singkat dinyatakan oleh Rao adalah sebagai berikut (Kambhampati, 2018):

1. Mengembangkan ilmu pengetahuan untuk setiap komponen sistem kerja hubungan manusia—mesin yang berhubungan dengan produktivitas dan efisiensi.
2. Merancang teknik, prosedur, dan tindakan yang menggunakan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan pekerjaan mesin, manusia, bahan, dan sumber daya lainnya untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi ekonomi.

3. Memilih atau menetapkan pekerja berdasarkan kemampuan yang telah ditentukan untuk berbagai jenis pekerjaan dalam hubungan kerja manusia-mesin.
4. Memberi instruksi dan pelatihan kepada pekerja, pengawas, dan insinyur tentang teknik baru, melakukan perubahan pada mesin yang melibatkan perangkat yang meningkatkan produktivitas, dan memastikan bahwa produktivitas yang diharapkan dicapai.
5. Mengintegrasikan saran dari operator, supervisor, dan insinyur dalam metode re-desain secara konsisten.
6. Merencanakan dan mengelola produktivitas pada tingkat sistem.

Prinsip-prinsip tersebut dikembangkan dalam bentuk yang lebih detail dengan prinsip-prinsip utama di atas sebagai landasannya.

1. Pengetahuan Produktivitas

Prinsip ini mengikuti prinsip tentang ilmu yang diusulkan oleh Taylor. Mengembangkan ilmu untuk setiap elemen manusia - kerja sistem mesin yang terkait dengan efisiensi dan produktivitas. Teknik industri disiplin dan profesi harus berkonsentrasi pada menemukan berbagai peristiwa, perilaku, keyakinan, sikap, praktik, dan elemen sistem yang mempengaruhi produktivitas. Ilmu produktivitas yang dikembangkan adalah dasar untuk rekayasa industri dalam teknik produktivitas dan tahap manajemen produktivitas.

2. Rekayasa Produktivitas

Teknik industri mencakup mendesain ulang sistem rekayasa untuk meningkatkan produktivitas. Insinyur industri menganalisis produktivitas dari setiap sumber daya yang digunakan dalam sistem rekayasa dan merancang ulang sumber daya sesuai kebutuhan. identifikasi pemborosan adalah bagian dari analisis teknik industri. Desain ulang yang

dilakukan berkonsentrasi pada penghilangan pemborosan. Sangat penting untuk memastikan bahwa peningkatan produktivitas yang dihasilkan dari penurunan biaya untuk bahan, proses, dan peningkatan kecepatan mesin dan manusia (pekerja) tidak akan mengakibatkan penurunan kualitas output.

3. Aplikasi di Semua Cabang Teknik

Teknik industri yang didefinisikan sebagai teknik efisiensi sistem memiliki aplikasi di semua cabang teknik. Peningkatan produktivitas diperlukan dalam semua cabang ilmu keteknikan dan oleh karena itu teknik industri perlu digunakan di semua cabang teknik. Ini harus diajarkan di semua cabang teknik.

4. Prinsip Ekonomi Penggunaan Mesin / Peralatan

Prinsip-prinsip ekonomi gerakan (*motion economy*) awalnya dikembangkan oleh Gilbreth. Perkembangan lebih lanjut juga terjadi pada penerapan prinsip-prinsip tersebut. Prinsip-prinsip ekonomi dalam penggunaan mesin juga diperlukan untuk membimbing pengambilan keputusan dalam teknik produktivitas dan mereka perlu dikembangkan. Prinsip-prinsip ini dapat dikembangkan untuk berbagai kategori mesin seperti mesin peralatan, motor listrik, pompa, dll. Harus dilakukan upaya untuk mengembangkan prinsip-prinsip serupa untuk penggunaan yang efisien dari semua sumber daya yang digunakan dalam sistem rekayasa.

5. Optimasi

Optimasi adalah langkah penting dalam rekayasa sistem. Setiap ide desain sistem harus dioptimalkan untuk mendapatkan hasil terbaik, dan kemudian hanya memasukkan alternatif untuk memilih alternatif terbaik. Selain itu, optimasi harus dilakukan secara berkala saat parameter sistem atau metode optimalisasi berubah. Pendekatan matematika dan statistik adalah metode yang tersedia dan harus digunakan.

6. Analisis Ekonomi Teknik

Setiap proposal dan rencana proyek teknik dan rekomendasi desain ulang sistem yang dilakukan seorang insinyur teknik industri harus melewati analisis ekonomi teknik. Analisis ini harus menentukan tingkat pengembalian yang diperlukan oleh organisasi yang bersangkutan.

7. Implementasi Keanggotaan dan Kerjasama Tim

Insinyur teknik industri yang tergabung dalam tim harus berpartisipasi dalam upaya implementasi sampai akhir dan harus menjadi bagian dari tim implementasi dan dapat memimpin tim jika diperlukan. Seorang insinyur teknik industri dalam mendesain ulang sebuah sistem mungkin memerlukan bantuan konsultan dan kemudian pemasok. Insinyur industri harus selalu berada di dekat mereka untuk membantu mereka melakukan pekerjaan yang dibutuhkan dan memberikan mereka berbagai ide dan penjelasan untuk menerapkan ide-ide yang mereka pelajari selama studi.

8. Rekayasa Sistem Kerja Manusia untuk Peningkatan Produktivitas

Sumber daya manusia penting karena seluruh kegiatan ekonomi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan berbagai kategori orang. Sumber daya manusia yang dipekerjakan dalam sistem rekayasa memiliki kebutuhannya sendiri.

Teknik industri memiliki keunikan dibandingkan cabang ilmu keteknikan lainnya karena mengambil bagian dalam memperhatikan kebutuhan, usaha dan sistem kerja manusia di mana diperlukan menggabungkan teori-teori ilmu pengetahuan manusia, beberapa di antaranya dikembangkan oleh teknik industri, hingga mereka dapat membuat desain pekerjaan manusia yang menggabungkan produktivitas, pendapatan, kenyamanan, kesehatan, keselamatan, dan kepuasan secara optimal.

9. Ekonomi Gerakan (*Motion Economy*)

Para operator melakukan gerakan dalam pekerjaan baik yang menggunakan mesin ataupun yang tidak. Frank Gilbreth adalah pencipta pertama dari prinsip ekonomi gerak, dan beberapa prinsip telah diperluas oleh studi penelitian lebih lanjut. Semua studi teknik industri harus menggunakannya untuk merancang ulang sistem pekerjaan manusia dalam seluruh cabang ilmu teknik.

10. Kenyamanan dan Kesehatan operator

Seorang insinyur teknik industri juga harus peduli dengan kenyamanan dan kesehatan operator. Peningkatan produktivitas tidak boleh menyebabkan ketidaknyamanan, kelelahan dan gangguan muskuloskeletal. Setiap proyek re-desain sistem kerja manusia harus disertai dengan penilaian dimensi kenyamanan, kelelahan dan kesehatan.

11. Pengukuran Kerja

Jumlah waktu yang diperlukan untuk setiap gerakan, serta rangkaian gerakan yang diperlukan, harus dihitung untuk menentukan kombinasi terbaik dari elemen gerakan yang akan dilakukan oleh seorang operator pada tugas tertentu. Dalam teknik industri, pengukuran kerja adalah ukuran penting untuk menentukan metode kerja terbaik untuk elemen mesin, elemen pekerjaan manual, atau kombinasi elemen kerja manusia-mesin. Ini membantu operator mengatur tugas harian mereka. Waktu standar yang dihasilkan dari evaluasi kerja dapat digunakan sebagai dasar untuk penetapan insentif berbasis tugas.

12. Pemilihan Operator

Operator membutuhkan berbagai jenis keterampilan yang berbeda untuk berbagai jenis pekerjaan teknik. Insinyur industri dan manajer harus mengidentifikasi keterampilan yang diperlukan dan memilih operator untuk tugas tertentu. Sains memberikan dasar untuk mengidentifikasi keterampilan

yang diperlukan dan juga metode untuk mengevaluasi berbagai jenis karakter manusia yang akan dipekerjakan.

13. Pelatihan Operator

Seorang insinyur teknik industri harus melatih operator dalam melaksanakan dan menerapkan metode mesin dan gerakan manusia baru yang sudah dan akan diterapkan di sebuah sistem. Untuk mendorong penerimaan metode baru dan hasil yang lebih baik, operator yang terlatih secara khusus harus menunjukkan hasil yang diharapkan dari metode baru.

14. Pendidikan dan Pelatihan Penyederhanaan Kerja

Seorang insinyur teknik industri sekarang harus memahami bahwa operator dan supervisor dapat menyarankan peningkatan produktivitas karena ribuan jam bekerja dengan metode standar yang ditentukan. Pelatihan dan pendidikan produktivitas dapat membantu operator dan pengawas meningkatkan kemampuan mereka.

15. Perbaikan Berkelanjutan - Partisipasi Karyawan

Perbaikan proses secara terus-menerus dengan manfaat yang signifikan dapat dicapai bila sejumlah besar operator berpartisipasi dalam kegiatan perbaikan. Insinyur teknik industri harus menerapkan sistem untuk meningkatkan partisipasi karyawan dan menerapkan perbaikan berkelanjutan secara sistematis.

16. Insentif produktivitas

Taylor menyatakan bahwa produktivitas tinggi dan pendapatan tinggi merupakan hal yang beriringan. Insentif produktivitas adalah sarana untuk menyediakan pendapatan yang lebih tinggi untuk produktivitas yang lebih tinggi dengan mempertimbangkan perbedaan kebutuhan alami antar manusia.

17. Kerjasama yang hangat

Insinyur teknik industri harus percaya pada peran yang dimainkan oleh setiap operator karena teknik industri

menganjurkan kerja sama yang erat antara manajer, insinyur industri, dan operator dan berusaha untuk mendorongnya.

18. Manajemen Produktivitas

Seorang insinyur teknik industri harus memantau produktivitas. Dalam teknik industri, ada dua bidang fokus untuk praktik manajemen produktivitas. Salah satunya adalah menilai bagaimana manajemen proses dan rencana memengaruhi produktivitas kegiatan dan proses rekayasa. Jika hasil evaluasi menunjukkan bahwa perubahan dalam manajemen proses atau rencana dapat menyebabkan peningkatan produktivitas, insinyur teknik industri harus membawa desain rekayasa manajemen proses dan rencana yang telah dibuat ke manajemen di berbagai tingkat. Disebabkan bagian ini, insinyur industri harus mempelajari prinsip dan teknik manajemen yang berlaku dalam berbagai fungsi yang dilakukan oleh industri dan bisnis. Di bagian kedua, teori dan praktik manajemen diterapkan untuk meningkatkan produktivitas. Manajer produktivitas adalah tugas setiap insinyur teknik industri.

19. Fokus pada sistem

Rekayasa industri dilakukan berkali-kali di tingkat mesin atau manusia. Tapi tujuan departemen teknik industri di suatu perusahaan adalah peningkatan produktivitas dan peningkatan laba di tingkat perusahaan.

Insinyur industri harus berfokus pada peningkatan produktivitas tingkat sistem sambil memilih proyek meningkatkan produktivitas pada tingkat yang lebih rendah seperti stasiun kerja.

20. Pengukuran Produktivitas

Untuk mempertahankan fokus pada tingkat sistem, langkah-langkah pengukuran produktivitas di tingkat sistem harus dikembangkan dan digunakan. Hubungan antara pengukuran produktivitas di tingkat perusahaan, tingkat proses, dan

tingkat stasiun kerja harus ditetapkan untuk memfasilitasi pengambilan keputusan.

21. Pengukuran biaya

Peningkatan produktivitas harus menghasilkan penurunan biaya pada tingkat unit produk. Penurunan biaya unit adalah bukti akhir dari peningkatan produktivitas. Ini terlihat dalam biaya produksi per unit produk yang dilaporkan. Untuk mendapatkan angka biaya representatif yang dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan, insinyur industri dapat bekerja sama dengan badan akuntansi karena akuntansi biaya adalah bidang independen yang semakin berkembang.

3.3 *Tools* yang Digunakan oleh Seorang Insinyur Industri

Untuk berhasil dalam pekerjaannya, seorang insinyur industri membutuhkan pemahaman, keterampilan, alat, dan teknik di berbagai bidang. Keterampilan yang diperlukan dan bagaimana keterampilan ini digunakan dapat dijelaskan dalam sebuah kasus di perusahaan industri otomotif. (Shtub and Cohen, 2016)

1. Memahami “bahasa teknik”: gambar, spesifikasi, dll

Misalnya, proses desain teknis membawa gambar-gambar rinci dari mobil ke proses produksi. Seorang insinyur industri di departemen teknik produksi akan menerjemahkan desain menjadi daftar komponen dan struktur produk yang mencakup informasi tentang proses perakitan mobil, subassembly, dan bagian-bagian penyusunnya, menentukan mesin mana yang akan digunakan untuk memproduksi bagian tertentu, merancang rantai pasokan yang memasok komponen mobil yang tidak diproduksi oleh pabrik, dll.

2. Memahami Proses Fisik, Pengetahuan tentang Hukum Dasar Fisika

Proses fisik mempengaruhi pengoperasian mesin, pemeliharaan, kualitas, dan efisiensi, serta kinerja manusia dan ergonomi terkait. Keterampilan membutuhkan lingkungan kerja yang kompak dan nyaman. Itu juga membutuhkan alat dan suku cadang ringan yang mudah ditangani dan dimanipulasi. Pembuatan produk adalah proses yang menggabungkan berbagai proses yang dilakukan oleh manusia dan mesin dengan tujuan membuat produk jadi dari bahan mentah. Insinyur teknik industri harus memiliki pemahaman tentang proses dan prinsip fisik yang terlibat dalam proses seperti penempatan, pemotongan logam, dll.

Misalnya saja pada proses perakitan mobil seperti yang dilakukan oleh Toyota atau General Motors, masalah kualitas disebabkan oleh proses fisik. Insinyur teknik industri harus mampu menganalisis permasalahan ini dan mencari solusi yang efektif. Faktor fisik juga mempengaruhi beban dan postur manusia operator perakitan. Insinyur industri harus dapat menemukan masalah dalam proses perakitan dan menggunakan prinsip ergonomis untuk menyelesaikan masalah di tempat kerja.

3. Pengetahuan tentang Ekonomi dan Manajemen Keuangan

Di banyak organisasi, peran utama insinyur teknik industri industri adalah meningkatkan keuntungan. Oleh karena itu, spesialisasi utama seorang insinyur teknik industri adalah membuat keputusan operasional yang melibatkan pertimbangan finansial yang ketat. Seorang insinyur teknik industri harus dapat menangani masalah umum seperti keputusan investasi dan efek tingkat suku bunga dan perpajakan. Masalah seperti itu muncul pada proses perakitan mobil ketika membeli mesin baru atau sistem conveyor yang

perlu ditingkatkan. Dalam industri jasa, permasalahan ini mungkin terkait dengan jumlah posisi tunggu dan antrian (seperti jumlah area parkir mobil di tempat parkir, jumlah kursi di ruang tunggu dokter gigi, dan lain-lain).

Insinyur industri harus memutuskan apa yang akan diproduksi sendiri dan apa yang akan dibeli. Untuk barang yang dibeli, mereka harus memutuskan dari negara mana dan pemasok mana yang akan diajak bekerja sama untuk meminimalkan biaya dan memaksimalkan kualitas. Insinyur industri harus membuat keputusan yang menggabungkan pertimbangan ekonomi, seperti biaya produksi di setiap negara dan biaya transportasi berbagai suku cadang antar negara, serta sebagai aspek perpajakan dan kepabeanan yang perlu diperhatikan dalam proses pengambilan keputusan.

4. Memahami Model Matematika dan Statistik

Misalnya, ketika menentukan ukuran batch produksi yang tepat untuk mesin yang membutuhkan waktu *set-up* yang lama (waktu yang dibutuhkan untuk beralih dari satu operasi ke operasi lain), mungkin lebih baik untuk memproduksi dalam jumlah batch yang lebih besar daripada memproses satu item sekaligus mengurangi jumlah *set-up* yang diperlukan, yang pada gilirannya mengurangi total waktu mesin yang diperlukan. Meskipun demikian, batch besar menghasilkan persediaan yang besar dan mahal.

Untuk memecahkan masalah ini, digunakan model matematika dengan keinginan untuk meminimalkan waktu *set-up* dan dengan demikian mwmproduksi dalam ukuran batch dan keinginannya untuk meminimalisir persediaan dengan memproduksi batch yang lebih kecil untuk menerapkan "*just in time*". Ketika permintaan tidak pasti, masalah lebih sulit untuk diselesaikan dan seorang insinyur teknik industri harus

menggunakan alat statistik untuk menentukan ukuran setiap batch.

5. Pengetahuan tentang Manajemen Sumber Daya Manusia(SDM)

Karena sumber daya manusia adalah bagian penting dari setiap organisasi, dan karena insinyur teknik industri bertanggung jawab untuk merancang proses organisasi, mereka membutuhkan pengetahuan tentang manajemen sumber daya manusia. Perancangan tugas, rancangan tempat kerja (ergonomi), penjadwalan tenaga kerja, penentuan insentif dan kompensasi, dll. adalah beberapa contoh bidang yang perlu dipahami. Misalnya, keputusan untuk menggunakan sistem pembayaran berbasis insentif dan metode implementasinya sangat penting. Karena karyawan yang bekerja di departemen yang berbeda dalam perusahaan yang sama mungkin bereaksi berbeda terhadap sistem pembayaran berbasis insentif, penting untuk memahami struktur dan pro dan kontra sistem tersebut. Oleh karena itu, pemilihan dan pelaksanaannya harus dilakukan dengan benar.

6. Pengetahuan tentang Sistem Informasi Komputerisasi

Organisasi menangani dan menghasilkan sejumlah besar data selama operasinya. Semua hal yang berkaitan dengan persediaan, pengelolaan pesanan, pengendalian kualitas, produksi, pengiriman, kinerja tenaga kerja, pemeliharaan, penjualan, pembayaran, dll. biasanya melakukan pembaruan data harian. Jika data ini tidak disimpan, diakses, dan diatur dengan baik oleh sistem informasi yang terkomputerisasi, tidak ada organisasi yang dapat beroperasi secara efektif. Untuk menjadwalkan sumber daya, seperti mesin dan karyawan, dengan tepat dan mengintegrasikannya dengan waktu pasokan material, diperlukan sistem informasi yang

canggih. Sistem informasi ini dapat memproses jumlah data yang besar dan menggunakannya untuk membantu pengambilan keputusan manajemen. Misalnya, perlu ada jadwal untuk perakitan akhir mobil, yang terdiri dari ribuan suku cadang yang dibuat oleh ribuan operasi dan dipasok oleh ratusan pemasok. Sistem informasi perusahaan sangat penting untuk menjadwalkan operasi tersebut secara efektif. Seorang insinyur teknik industri membantu memasang, mengadaptasi, memodifikasi, dan mengintegrasikan sistem informasi perusahaan dan menentukan apa yang diperlukan.

Seorang lulusan dan insinyur teknik industri harus memperhatikan perkembangan dunia industri yang sudah masuk ke era Industri 4.0. yang saat ini banyak melibatkan penggabungan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional untuk mencapai tujuan meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan layanan konsumen. Ini menimbulkan banyak tantangan bagi keilmuan teknik industri. Seorang lulusan dan insinyur teknik industri harus mulai memperoleh pengetahuan dan keahlian dalam analisis *big data* dan antarmuka manusia-mesin (*human-machine interface*). (Sackey, SM. dan Bester, A 2016) dan harus memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan unsur-unsur rekayasa, sains, dan teknologi dengan kemanusiaan. (Mendoza et al., 2016)

Dalam menghadapi era industri 4.0. saat ini, seorang lulusan dan insinyur Teknik Industri juga harus berpartisipasi dalam pengembangan *platform* Industri 4.0 untuk berbagai jenis industri, terutama untuk Industri Kecil Menengah (IKM), kemudian mencoba untuk mengembangkan sistem manajemen sumber daya manusia (SDM) dan pengupahan tenaga kerja yang sesuai, karena peran manusia berisiko mulai mulai digantikan oleh teknologi, seperti robot dan *Artificial Intelligence* (AI) dan membuat algoritma sistem informasi yang dibutuhkan Industri 4.0, menerapkan prinsip ergonomi dan faktor manusia (seperti pembagian peran

antara otomasi dan manusia dalam desain stasiun kerja, dll.), dan membuat model dan proses bisnis baru yang mengadopsi Industri 4.0 (Prasetyo dan Sutopo, 2019).

3.4 Kerangka Keilmuan Teknik Industri



Gambar 3.3. Kerangka Keilmuan Teknik Industri
(Sumber :IISE, 2023)

The Institute Industrial and Systems Engineering (IISE) menyusun kerangka keilmuan Teknik Industri yang terdiri dari empat belas bidang pengetahuan. Setiap bidang pengetahuan diwakili oleh garis besar yang mendefinisikan apa yang perlu diketahui untuk mencapai penguasaan di bidang teknik industri (IISE, 2023):

1. Desain dan Pengukuran Kerja (*Work Design & Measurement*)

Sistem kerja adalah suatu sistem di mana manusia dan/atau mesin melakukan pekerjaan (proses dan

aktivitas) dengan menggunakan bahan, energi, dan informasi. Mereka bekerja sama dengan sumber daya teknologi untuk menghasilkan produk dan memberikan layanan kepada pelanggan baik internal maupun eksternal. Tujuannya adalah untuk menciptakan dan mengukur lingkungan kerja yang ideal untuk karyawan dan memberikan nilai kepada pemangku kepentingan. Dalam sistem kerja ini, waktu diibaratkan sangat penting.

Desain sebuah sistem kerja melibatkan penguraian, definisi, integrasi, rekombinasi, dan verifikasi sistem hubungan kerja manusia-mesin, termasuk metode kerja, peralatan, teknologi, dan lingkungan kerja yang diperlukan untuk melaksanakan aktivitas produktif dalam suatu perusahaan. Hal yang penting dalam proses ini adalah memastikan fungsi sumber daya manusia dan mesin terintegrasi dengan baik ke dalam pekerjaan sehari-hari.

Pengukuran Sistem Kerja mencakup alat dan teknik untuk mengukur tingkat keluaran (*output*) sebuah sistem kerja, termasuk waktu rata-rata pekerja yang dilatih untuk melakukan tugas tertentu dengan tingkat kinerja tertentu dalam pengaturan kerja tertentu, serta ukuran produktivitas lainnya. Pengumpulan dan analisis data dapat diperoleh dari *Stopwatch* dan diolah pada *Spreadsheet* hingga sistem *Big Data*.

2. Analisis Riset Operasi

Riset Operasi dan Manajemen Pengetahuan mencakup berbagai masalah teknik yang berfokus pada peningkatan efisiensi sistem dan dukungan dalam proses pengambilan keputusan. Ranah riset operasi mencakup pembuatan model matematika yang bertujuan untuk menggambarkan dan/atau meningkatkan sistem secara nyata atau teoritis serta metodologi solusi untuk mendapatkan efisiensi secara real-time. Pada dasarnya, bidang pengetahuan riset operasi

berfokus pada matematis dan komputasi. Bidang-bidang dasar yang termasuk dalam bidang ini adalah probabilitas, statistik, kalkulus, aljabar, dan komputasi.

3. Analisis Ekonomi Teknik

Ekonomi Teknik adalah bidang pengetahuan khusus ekonomi yang difokuskan pada proyek keteknikan. Seorang insinyur teknik industri perlu memahami kelayakan ekonomi dari sebuah solusi untuk setiap apa pun masalah yang potensial.

4. Rekayasa Fasilitas dan Manajemen Energi

Pengaturan sumber daya fisik untuk mendukung produksi dan distribusi barang dan jasa disebut rekayasa fasilitas, sedangkan manajemen energi mencakup perencanaan dan pengoperasian energi yang diperlukan dalam fasilitas untuk mendukung produksi dan distribusi barang dan jasa. Hubungan antara kedua hal ini mencakup topik yang dijelaskan secara umum seperti lokasi, ukuran, tata letak, dan penanganan bahan.

5. Rekayasa Kualitas dan Keandalan

Teknik ini membantu mencegah kesalahan atau cacat pada produk selama proses pembuatan. Selain itu, dalam proses pelayanan, alat ini digunakan untuk menghindari masalah ketika memberikan solusi atau layanan kepada pelanggan. Rekayasa keandalan adalah bidang pengetahuan yang sangat terkait. Konsep ini digunakan untuk menentukan kemampuan suatu sistem atau bagian untuk beroperasi dalam kondisi tertentu untuk jangka waktu tertentu.

6. Ergonomi dan Faktor Manusia

Ergonomi dan Faktor Manusia adalah bidang keilmuan yang mempelajari desain dan analisis peralatan dan perangkat yang sesuai dengan tubuh manusia dan kemampuan kognitifnya. Bidang ini mencakup disiplin ilmu seperti

antropometri, statistik, psikologi, fisiologi, biomekanik, desain industri, desain grafis, riset operasi, dan bidang lain.

Studi ini membahas desain perangkat dan sistem yang sesuai dengan tubuh manusia dan kemampuan kognitifnya. Dia berfokus pada ergonomi fisik, ergonomi kognitif, dan ergonomi organisasi.

7. Rekayasa Operasi dan Manajemen

Rekayasa dan Manajemen Operasi adalah bidang manajemen teknis yang mencakup desain dan analisis proses produksi dan jasa. Dari perspektif industri, bidang pengetahuan ini menggunakan alat dan teknik untuk memastikan operasi bisnis menggunakan sumber daya yang paling sedikit dan memenuhi kebutuhan pelanggan. Hal yang dibahas pada bidang ini adalah seperti perencanaan operasi, manajemen proyek, perencanaan dan pengendalian sistem/proyek manufaktur, penjadwalan produksi, manajemen & pengendalian persediaan, manajemen kapasitas produksi, perencanaan kebutuhan material, pembelian/rantai pasokan, manajemen & pengendalian pemeliharaan, masalah organisasi, manajemen siklus hidup produk dan metrik operasional.

8. Manajemen Rantai Pasokan

Manajemen rantai pasokan mencakup pergerakan, produksi, dan penyimpanan bahan mentah, persediaan barang dalam proses (setengah jadi), barang jadi, dan jasa dari titik asal (hulu) sampai titik konsumsi atau penggunaan (hilir) dan juga pergerakan produk dan jasa sebaliknya yaitu dari titik konsumsi ke titik asal. Pemasok, produsen, perantara, toko, dan perusahaan jasa terlibat dalam pengiriman produk dan layanan kepada pelanggan akhir pada sebuah rantai pasokan.

9. Manajemen Rekayasa

Manajemen Rekayasa adalah bidang manajemen yang terfokus pada hal-hal yang berhubungan dengan aplikasi dari prinsip-

prinsip teknik hingga praktik bisnis. Rekayasa operasi dan manajemen berkonsentrasi pada desain dan analisis proses produksi dan jasa, tetapi manajemen rekayasa berhubungan dengan sisi bisnis teknis organisasi. Hal-hal yang dibahas adalah fokus kepada pelanggan, kepemimpinan, kerja tim, dan organisasi, sistem pengetahuan bersama, proses bisnis, sumber daya dan tanggung jawab, manajemen strategis, manajemen sumber daya manusia, manajemen proyek, manajemen kinerja tingkat organisasi.

10. Keamanan

Teknik keselamatan kerja membahas bagaimana kecelakaan kerja terjadi, peraturan dan praktik manajemen yang digunakan untuk mengurangi paparan bahaya, mencegah kerugian, dan mengurangi beban kerja. Teknik keselamatan kerja juga membahas metode dan tindakan untuk mengenali dan mengendalikan bahaya fisik di tempat kerja, serta cara menangani kecelakaan dan mempercepat pemulihan akibat kecelakaan.

11. Teknik Informasi

Teknik informasi adalah cara untuk merencanakan, menghasilkan, mendistribusikan, menganalisis, dan menggunakan data yang dikumpulkan dalam sistem untuk membantu proses komunikasi dan pengambilan keputusan bisnis.

12. Teknik Perancangan dan Manufaktur

Teknik desain dan manufaktur berkonsentrasi pada alat dan teknik untuk membuat konsep, merekayasa, memproduksi, dan menguji produk fisik di seluruh skala fitur, kuantitas produksi, dan domain aplikasi. Dari sudut pandang teknik industri, bidang pengetahuan ini berkaitan dengan pengembangan, optimalisasi, dan standarisasi metode untuk mengubah bahan mentah menjadi produk fungsional untuk

memenuhi kebutuhan penggunaannya dan kebutuhan pemangku kepentingan dengan cara yang sesuai.

13. Desain dan Pengembangan Produk

Desain dan Pengembangan Produk adalah bidang yang berfokus pada pengembangan ide yang efisien dan efektif melalui beberapa proses yang mengarah pada terciptanya produk baru. Dari pandangan pengetahuan teknik industri, ini merupakan proses dan analisis yang digunakan sebagai pendukung pengambilan keputusan yang efisien selama melaksanakan desain dan pengembangan produk. Hal-hal yang dibahas misalnya, seperti proses desain, langkah-langkah proses desain, proyek desain, pengambilan keputusan ekonomi / penilaian biaya, perencanaan dan jadwal, manajemen risiko dan peluang, desain untuk biaya dan lain-lain

14. Desain dan Rekayasa Sistem

Desain dan rekayasa sistem memastikan bahwa semua aspek yang mungkin dari suatu proyek atau sistem dipertimbangkan dan terintegrasi secara efisien. Bidang ini mengandung kaitan lintas disiplin ilmu yang kuat dengan teknik industri. Misi rekayasa sistem, analisis dan alokasi persyaratan, arsitektur sistem, desain subsistem, konstruksi sistem, kebutuhan verifikasi dan Validasi, iterasi desain, desain produk dan layanan, peran model dalam proses desain sistem, menyelesaikan proses rekayasa sistem merupakan yang dibahas pada bidang ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hicks, P.E. 1977. *Introduction to Industrial Engineering and Management Science*. Tokyo: Mc Graw-Hill Kogakusha.
- IISE. 2023. *Body of Knowledge of Industrial & System Engineering*. Available at: <https://www.iise.org/details.aspx?id=43631> (Accessed: 25 August 2023).
- Kambhampati, V.S.S.N.R. 2018. 'Principles of Industrial Engineering', *Proceedings of the 2017 Industrial and Systems Engineering Conference*. Orlando, USA
- Mendoza-chacón, J.H. *et al.* 2016. 'Developing and evolution of industrial engineering and its paper in education (inglés, artículo) autor Jaime H. Mendoza', 100(2), pp. 89–100.
- Nur Bahagia, S. 2007. *Pengantar Teknik Industri*. Bandung: Laboratorium Perencanaan dan Optmasi Sistem Industri Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
- Prasetyo, H. and Sutopo, W. 2019. 'Perkembangan Keilmuan Teknik Industri Menuju Era', *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 13(2), pp. 171–184. Available at: https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/2017/11/Prosiding2017_ID069.pdf.
- Prihadianto, R.D., Imam, B. and Mutaqqin, A. 2019. 'Kajian Pemikiran Teknik Industri Tahap Sains Manajemen', 4(2). Available at: <https://doi.org/10.31544/jtera.v4.i2.2019.167-174>.
- Sackey, SM. and Bester, A. 2016. 'Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 in A South African Context', *South African Journal of Industrial Engineering*, Vol. 27(No.4), pp. 101–114.
- Shtub, A. and Cohen, Y. 2016. *Introduction To Industrial Engineering*. 2nd edn. Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Sinulingga, S. 2008. *Pengantar Teknik Industri*. 1st edn. Yogyakarta: Graha Ilmu.

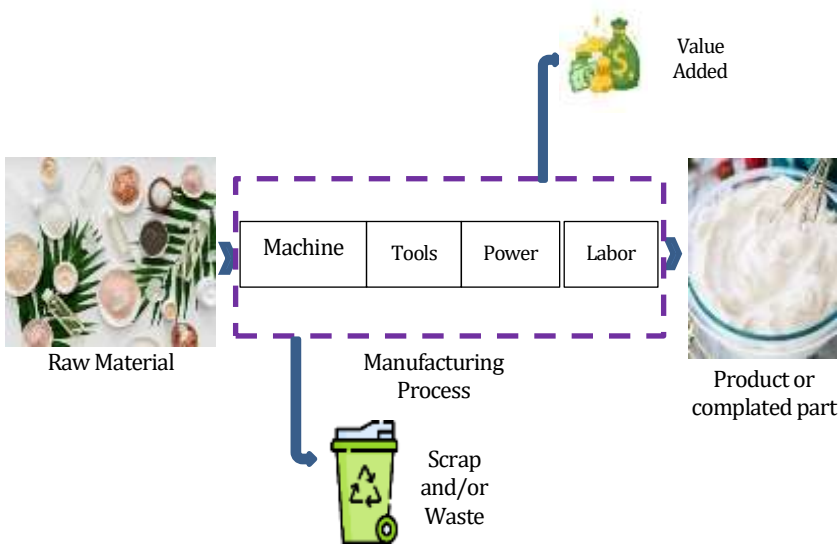
BAB 4

PROSES PRODUKSI DAN MANUFAKTUR

Oleh Asri Amalia Muti

4.1 Pendahuluan

Manufaktur merupakan suatu kegiatan penting yang dilakukan oleh perusahaan penjual produk, yang mana jenis manufaktur yang dilakukan oleh suatu perusahaan tergantung pada jenis produk yang dibuat (Vamos, 1988). Selain itu manufaktur dapat didefinisikan sebagai transformasi bahan mentah menjadi produk yang berguna melalui penggunaan metode yang paling mudah dan paling murah (El Wakil, 2019). Manufaktur juga mencakup penggabungan atau perakitan dari beberapa bagian pada pembuatan sebuah produk (Vamos, 1988). Dapat disimpulkan bahwa dalam rangkaian kegiatan manufaktur, proses produksi masuk dalam salah satu tahapan dalam mentransformasi produk mentah menjadi produk jadi. Pada manufaktur proses penyelesaian aktivitas tersebut melibatkan kombinasi mesin, peralatan, tenaga, dan tenaga kerja manual (Vamos, 1988). Selain itu menurut Groover, (1980) bahwa manufaktur merupakan kegiatan utama dalam kategori ini, namun konstruksi dan utilitas listrik juga termasuk di dalamnya aktivitas tersebut, berikut adalah ilustrasi antara manufaktur dan proses produksi yang digambarkan pada **Gambar 4.1.** di bawah ini.



Gambar 4.22. Ilustrasi pada aktivitas manufaktur

Produksi (*production*) memiliki makna sebuah proses atau kegiatan memproduksi barang-barang yang dapat memuaskan sebagian keinginan manusia atau yang mempunyai kegunaan ekonomis atau kegunaan semacam itu yang mempunyai nilai tukar (Kiran, 2019). Makna lain dari proses produksi menurut Toshimovich, Ulmasovich and Abdurashidovich, (2023) Proses produksi adalah proses penciptaan terus menerus aset material dan hubungan produksi yang meliputi proses-proses berikut:

1. Semua tahapan penerimaan, penyimpanan dan pengolahan bahan baku dan bahan menjadi produk jadi;
2. Penyediaan produksi dengan segala jenis tenaga, penyiapan peralatan dan pengawasan teknis pada setiap tahap produksi;
3. Penyortiran produk, penyimpanan dan pengiriman.

Kata manufaktur dan produksi sering digunakan secara bergantian. Namun pandangan beberapa orang bahwa produksi memiliki arti yang lebih luas dibandingkan manufaktur (Groover, 1980). Menurut KBBI, (2021) manufaktur sendiri memiliki makna membuat atau menghasilkan dengan tangan atau mesin; atau proses mengubah bahan mentah menjadi barang untuk dapat digunakan atau dikonsumsi oleh manusia. Sedangkan produksi menurut KBBI, (2021) proses mengeluarkan hasil; penghasilan; atau hasil. Dapat disimpulkan bahwa proses produksi merupakan bagian dari kegiatan manufaktur, melalui proses atau kegiatan tersebut menghasilkan hasil baik berupa produk atau jasa.

4.2 Industri Manufaktur

Industri terdiri dari badan usaha dan organisasi yang memproduksi dan/atau menyediakan barang dan/atau jasa, Industri dapat diklasifikasikan kedalam tiga golongan diantaranya primer, sekunder, dan tersier (Vamos, 1988). **Primary Industry** menurut Groover, (1980) dan Vamos, (1988) primary industry merupakan industri yang mengolah dan mengeksploitasi sumber daya alam, seperti pertanian dan pertambangan. Sedangkan Yletyinen *et al.*, (2019) menyimpulkan *primary industry* sebagai industri yang memperoleh atau menyediakan sumber daya alam untuk keuntungan ekonomi, yang mencakup industri terkait biosfer seperti pertanian, perikanan, kehutanan, hortikultura komersial, penggemalaan ternak, pemanenan adat, akuakultur. Selain itu ada **Secondary Industry** menurut Groover, (1980) dan Vamos, (1988) merupakan sebuah industri yang mengambil output dari industri primer dan mengubahnya menjadi barang konsumsi dan barang modal. Sedangkan pendapat ahli lain mengenai *secondary industri*, bahwa industri ini biasanya dikenal sebagai industri yang mengubah bahan mentah menjadi produk untuk konsumen (Da Costa and Vieira, 2010; Govaerts *et al.*, 2021). Kemudian ada **Tertiary Industry**, sebuah industri yang merupakan

industri pada sektor jasa perekonomian (Groover, 1980; Vamos, 1988). Namun Harper, (1989) berpendapat bahwa industri ini berkaitan dengan penyediaan jasa atau kadang-kadang dikenal sebagai industri jasa selain itu juga mencakup berbagai macam jasa, dengan menyebut beberapa jasa (misalnya penelitian) sebagai industri kuaterner.

Tabel 4.2. Contoh kelompok kategori primer, sekunder, dan tersier indsutri.

Primary	Secondary	Tertiary
Pertanian	Kedirgantaraan	Perbankan
Kehutan	Pakaian	Komunikasi
Perikanan	Otomotif	Edukasi
Peternakan	Logam dasar	Entertainment
Eksplorasi	Minuman	Pelayanan finansial
Pertambangan	Pengolahan	(mis. Koprasi
Pengeboran minyak dan gas	makanan	simpan pinjam)
	Material bangunan	Pemerintahan
	Kimia	Kesehatan dan
	Komputer	pengobatan
	Konstruksi	Hotel
	Peralatan konsumen	Informasi
	Elektronik	Hiburan
	Peralatan	Kebersihan
	Fabrikasi logam	Leasing
	Kaca	(penyewaan)
	Keramik	
	Alat berat	
	Kertas	
	Pemurnian minyak bumi	
	Farmasi	
	Plastik (membentuk)	

Primary	Secondary	Tertiary
	Utilitas listrik Penerbitan Tekstil Ban dan karet Kayu dan furnitur	

Sumber: Groover, (1980)

4.3 Produk Manufaktur

Produk akhir dari industri manufaktur dapat dibagi menjadi dua kelas besar, yakni:

1. Barang konsumsi (*Consumer goods*)

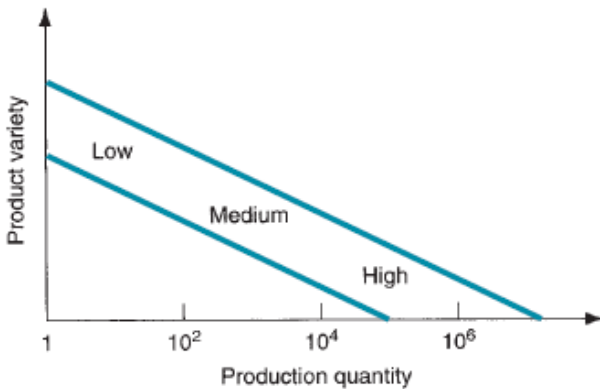
Barang konsumen atau *consumer goods* adalah produk yang dibeli langsung oleh konsumen (Groover, 1980). Barang konsumsi memiliki harga yang murah, frekuensi penggunaan yang tinggi, dan fungsi yang kaya, yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen yang semakin beragam (Song *et al.*, 2021). Produk yang tergolong kedalam kelompok *Consumer goods* diantaranya adalah mobil, komputer pribadi, TV, ban, dan raket tenis.

2. Barang Modal (*Capital goods*)

Barang modal adalah barang yang dibeli oleh perusahaan untuk menghasilkan barang dan/atau menyediakan jasa c. Selain itu menurut Case and Fair, (2006) barang modal (*capital goods*) adalah barang yang diproduksi oleh sistem ekonomi yang digunakan sebagai input untuk memproduksi barang dan jasa lain di masa depan, oleh karenanya barang tersebut menghasilkan jasa produktif yang bernilai dari waktu ke waktu. Contoh barang modal antara lain pesawat terbang, komputer, peralatan komunikasi, peralatan medis, truk dan bus, lokomotif kereta api, peralatan mesin, dan peralatan konstruksi.

4.4 Kuantitas Produksi dan Keanekaragaman Produk

Kuantitas produk yang dibuat oleh suatu pabrik mempunyai pengaruh penting terhadap metode, fasilitas, dan prosedur yang diorganisasikan berdasarkan banyaknya dan variasi produk yang dihasilkan. Kuantitas produksi mengacu pada jumlah unit yang diproduksi setiap tahun untuk jenis produk tertentu, jumlah produksi tahunan dapat diklasifikasikan menjadi tiga rentang (Groover, 1980): (1) **produksi rendah (*low production*)**, jumlah berkisar antara 1 hingga 100 unit per tahun; (2) **produksi menengah (*medium production*)**, dari 100 hingga 10.000 unit per tahun; dan (3) **produksi tinggi (*high production*)**, 10.000 hingga jutaan unit. Hubungan antara variasi dan kuantitas produk ditunjukkan pada Gambar 4.2. Dibawah ini.



Gambar 4.23. Hubungan antara variasi produk dan kuantitas produksi.

Sumber: Groover, (1980)

Variasi produk mengacu pada desain atau jenis produk berbeda yang diproduksi di pabrik (Vamos, 1988). Produk yang berbeda memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda; mereka

melakukan fungsi yang berbeda; mereka ditujukan untuk pasar yang berbeda; beberapa memiliki lebih banyak komponen dibandingkan yang lain; Dan seterusnya (Groover, 1980). Kamrani and Nasr, (2008) membedakan variasi produk terdiri dari “soft” dan “hard” produk. **Variasi produk rendah (*Soft product variety*)** terjadi ketika hanya terdapat perbedaan kecil di antara produk, seperti perbedaan antar model mobil yang dibuat pada lini produksi yang sama. Dalam suatu produk rakitan, variasi lunak dicirikan oleh tingginya proporsi bagian umum di antara model-modelnya, ilustrasi produk ini ditunjukkan pada Gambar 3.a dibawah ini. Pada gambar tersebut model mobil sama spare part sama hanya dibedakan berdasarkan brand yang disematkan. **Variasi produk rumit/sulit (*Hard product variety*)** terjadi ketika produk berbeda secara substansial, dan hanya terdapat sedikit bagian yang umum, jika ada. Ilustrasi produk ini ditunjukkan pada Gambar 3.b. Pada contoh gambar tersebut produk berupa truck box dan pick up (*mobil box*) kedua produk tersebut sama-sama memiliki fungsi sebagai kendaraan pembawa barang. Namun keduanya beda secara kapasitas, sehingga desain dari kedua kendaraan berbeda.



a)

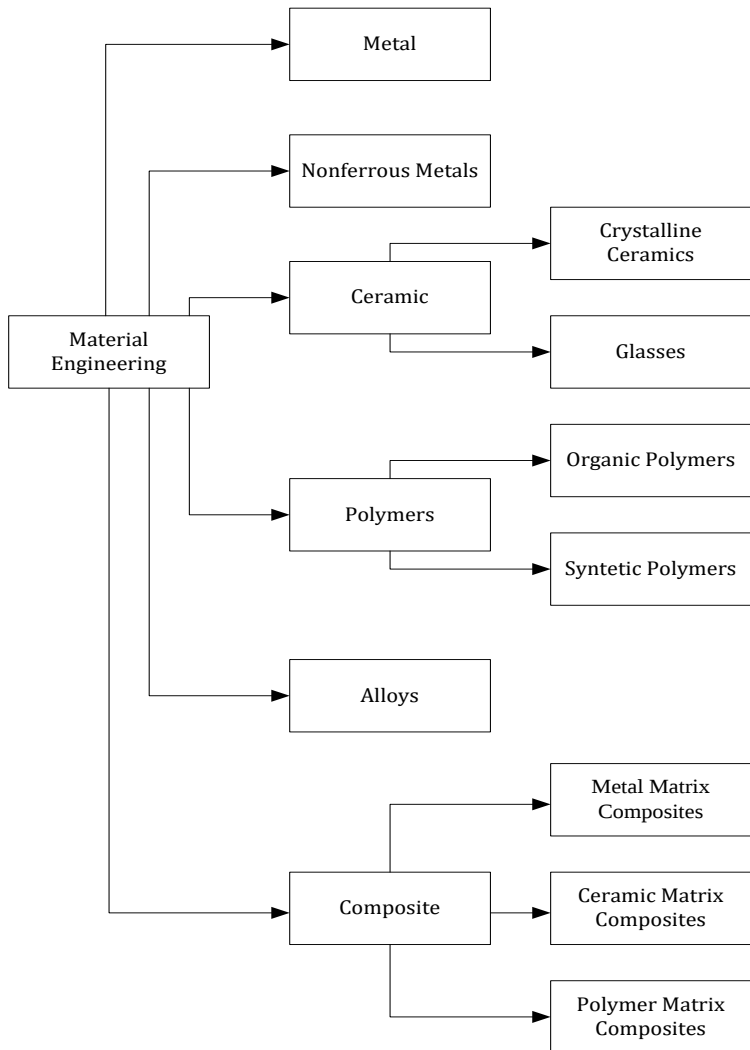


b)

Gambar 4.24. Variasi Produk: a) Soft product variety; b) Hard product variety;

4.5 Material pada Manufaktur

Secara umum material engineering terbagi atas 6 jenis material (Gupta, 2015), diantaranya adalah: a) Metal; b) Nonferrous Metals; c) Ceramic; d) Organic Polymers; e) Alloys; d) Composite. Sifat kimianya berbeda, sifat mekanik dan fisiknya berbeda, dan perbedaan ini mempengaruhi proses manufaktur yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk darinya (Tindell, 2014).



Gambar 4.25. Klasifikasi Material Engineering

A. Metal

Metal atau Logam yang digunakan dalam manufaktur biasanya berupa paduan (alloy), yang terdiri dari dua atau

lebih unsur, dengan setidaknya satu unsur merupakan unsur logam (Groover, 1980). Logam merupakan unsur unsur yang mampu berubah bentuk secara permanen dan konduktor panas dan listrik yang baik (Gupta, 2015). Metal terbagi ferrous (besi) dan Non-ferrous (non-besi).

1) *Ferrous*

Besi murni (*ferrous*) memiliki penggunaan komersial yang terbatas, namun ketika dicampur dengan karbon, besi memiliki kegunaan lebih banyak dan nilai komersial lebih besar dibandingkan logam lainnya (Berns and Theisen, 2008). Paduan besi dan karbon membentuk baja dan besi tuang (Gupta, 2015). Contoh material *Steel* biasanya untuk I-beam dan material konstruksi yang lain. Kemudian *Cast iron* biasanya *blocks* dan *heads* untuk mesin pembakaran internal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. berikut ini.



(a)



(b)

Gambar 4.26. Aplikasi material ferrous: a) Steel untuk I-beam; b) Cast iron untuk block mesin.

2) *Non-ferrous*

Nonferrous mencakup unsur logam lain dan paduannya dan hampir semua material paduan lebih penting secara komersial dibandingkan logam murni

(Groover, 1980). Logam nonferrous meliputi logam murni dan paduan aluminium, tembaga, emas, magnesium, nikel, perak, timah, titanium, seng, dan logam lainnya (Berns and Theisen, 2008). Contohnya tembaga biasanya di aplikasikan pada peralatan elektronik seperti kabel.



Gambar 4.27. Tembaga pada kabel

B. Ceramic

Keramik umumnya merupakan oksida logam atau non-logam selain itu komponen bahan yang terdiri dari fase-fase yang dapat dipisahkan secara fisik dan homogen secara kimia juga merupakan keramik (Gupta, 2015). Aplikasi ceramis pada Rem kinerja tinggi atau C-brake adalah rem yang terbuat dari fiber keramik, menunjukkan kinerja yang baik dibandingkan rem cakram besi yang menunjukkan pengurangan bobot, tidak ada 'a-rosion, performa tinggi, kenyamanan dan daya umur produk yang cukup lama (Heinrich and Aldinger, 2008).



Gambar 4.28. Ceramic disc brake

C. Ploymer

Polimer adalah makromolekul yang memiliki unit berulang sederhana, yang dikenal sebagai mer, selain itu sifat fisiknya sangat berbeda sehingga perilakunya dapat berkisar dari sangat fleksibel dan elastis (karet) hingga kaku dan kaku (Cheremisinoff, 2021). Menurut Gupta, (2015) polimer adalah senyawa yang terbentuk dari unit struktural berulang yang disebut mer, yang atom-atomnya berbagi elektron untuk membentuk molekul yang sangat besar dan polimer biasanya terdiri dari karbon ditambah satu atau lebih unsur lain, seperti hidrogen, nitrogen, oksigen, dan klor. Polimer sendiri terbagi atas dua jenis yakni *Organic Polymers* dan *Syntetic Polymers*.

1) *Organic Polymers*

Polimer organik relatif lembam dan ringan serta umumnya mempunyai tingkat plastisitas yang tinggi. Ini terutama berasal dari hidrokarbon yang terdiri dari ikatan kovalen yang dibentuk oleh karbon, dikombinasikan secara kimia dengan oksigen dan hidrogen (Gupta, 2015).

Polimer organik umumnya hanya menunjukkan sifat paramagnetik jika mengandung logam transisi dan/atau jika mengandung elektron tidak berpasangan (seperti pada radikal bebas atau keadaan triplet, selain itu juga umumnya diyakini menunjukkan feromagnetisme hanya jika terdapat pengotor (terutama logam transisi), atau jika logam transisi sengaja dimasukkan ke dalamnya (Bicerano, 2009). Contoh polimer organik diantaranya adalah: protein, asam nukleat, selulosa dan karet.



Gambar 4.29. Cellulose acetate tow (Cellulose Acetate)

2) *Syntetic Polymer*

Kategori ini memiliki tiga jenis utama yang banyak digunakan secara komersial, polivinil pirolidon, polivinil asetat, dan polietilen oksida (NPCS Board, 2008). Contoh tersebut merupakan polimer termoplastik yang menghasilkan larutan pseudoplastik dan memberikan tingkat tiksotropi yang bervariasi pada formulasi (Gupta, 2015). Karena sepenuhnya

sintetik, berbagai berat molekul dimungkinkan, yang mengontrol viskositas setiap sistem (Groover, 1980).



Gambar 4.30. Contoh aplikasi syntetic polymer sebagai kain

D. Alloys

Alloys (logam paduan) adalah kombinasi dua atau lebih logam. Mereka mempunyai sifat yang sangat berbeda dengan logam penyusunnya (Gupta, 2015). Suatu paduan disiapkan untuk tujuan tertentu guna memenuhi persyaratan tertentu dari suatu aplikasi (Tindell, 2014). Paduan dapat berupa paduan besi atau non-besi tergantung pada logam dasar yang digunakan (Berns and Theisen, 2008).



Gambar 4.31. Penerapan bahan logam paduan pada pipa logam

E. Composites

Komposit adalah material yang terdiri dari dua fase atau lebih, yang diproses secara terpisah dan kemudian diikat bersama untuk mencapai sifat yang lebih unggul dari komponen penyusunnya (Groover, 1980). Istilah fase mengacu pada massa material yang homogen, seperti agregasi butiran struktur sel satuan yang identik dalam logam padat (Gupta, 2015). Struktur komposit yang biasa terdiri dari partikel atau serat satu fasa yang dicampur dalam fasa kedua, yang disebut matriks (CIOMHE, 1999).

1) *Metal Matrix Composite (MMC)*

Semua komposit matriks logam (MMC) memiliki logam atau paduan logam sebagai matriksnya, penguatnya bisa berupa logam atau keramik (Chawla and Chawla, 2006). Dalam beberapa kasus yang tidak biasa, komposit dapat terdiri dari paduan logam dengan komposit matriks polimer yang diperkuat serat (misalnya, lembaran epoksi yang diperkuat serat kaca atau epoksi yang diperkuat serat aramid) (Gupta, 2015). Secara umum, ada tiga jenis komposit matriks logam (MMC):

- a. MMC yang diperkuat partikel
- b. MMC yang diperkuat serat pendek atau kumis
- c. MMC yang diperkuat serat atau lembaran kontinu

2) *Ceramic Matrix Composite (CMC)*

CMC adalah material heterogen yang fase kedua tertanam dalam matriks keramik, material ini menggabungkan karakteristik keramik (yaitu, kekuatan tinggi, kekerasan, dan stabilitas suhu) dengan sifat khusus yang disesuaikan (yaitu, ketangguhan, penyembuhan diri, atau fungsional) tergantung pada sifat fase penguat (Low, 2018). Kemampuan unik dari CMC yakni material ini mampu memperbaiki dirinya

sendiri melalui pemulihan retakan secara mandiri (Chawla and Chawla, 2006).

3) *Polymer Matrix Composite* (PMC)

PMC matriksnya dapat berupa polimer thermoplastic, seperti polieter eter keton (PEEK) dan polipropilen (PP) atau polimer termoset, seperti epoksi dan poliester (Mallick, 2017). Serat yang biasa digunakan sebagai penguat adalah kaca, karbon, atau aramid, berbagai jenis serat tersedia secara komersial (Low, 2018). Panjangnya bisa kontinu atau terputus-putus dan disusun dalam orientasi searah, dua arah, multi arah, atau sepenuhnya acak (Chawla and Chawla, 2006).

4.6 Manufakktur Proses

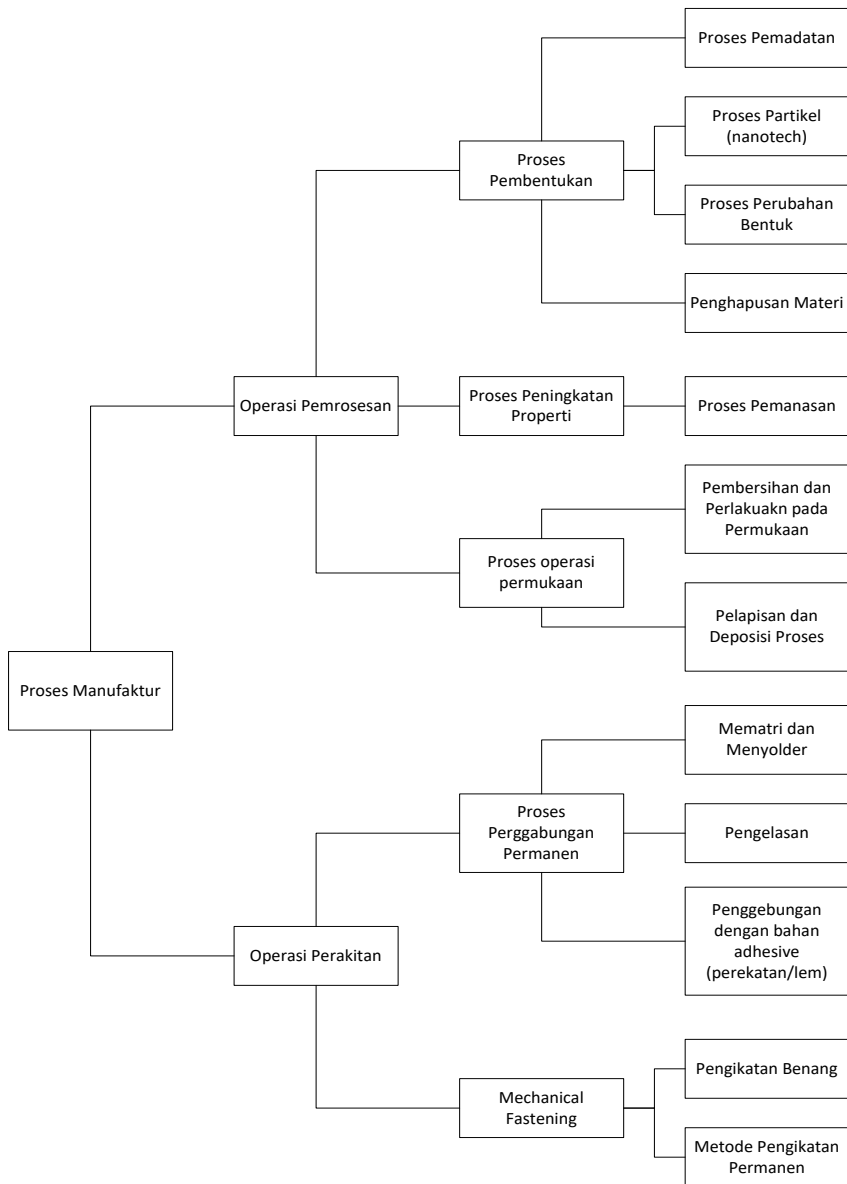
Proses manufaktur adalah suatu prosedur yang dirancang yang menghasilkan perubahan fisik dan/atau kimia pada bahan kerja awal dengan tujuan untuk meningkatkan nilai bahan tersebut (Groover, 1980). Menurut Vamos, (1988) operasi manufaktur dapat dibagi menjadi dua tipe dasar: (1) operasi pemrosesan dan (2) operasi perakitan.

1. Operasi Pemrosesan (*processing operation*)

Operasi Pemrosesan merupakan sebuah aktivitas yang mengubah bahan kerja dari satu keadaan penyelesaian ke keadaan lebih maju yang mendekati produk akhir yang diinginkan (Groover, 1980). Kegiatan ini dapat menambah nilai dengan mengubah geometri, sifat, atau tampilan bahan awal (Putra *et al.*, 2022). Secara umum, operasi pemrosesan dilakukan pada bagian kerja yang terpisah, namun operasi pemrosesan tertentu juga berlaku untuk barang rakitan (misalnya, pengecatan bodi mobil yang dilas titik) (Vamos, 1988).

2. Operasi Perakitan (*assembly operation*)

Operasi Perakitan merupakan kegiatan yang menggabungkan dua atau lebih komponen untuk membuat entitas baru, yang disebut perakitan, subperakitan, atau istilah lain yang mengacu pada proses penggabungan (misalnya, rakitan yang dilas disebut pengelasan) (Groover, 1980).



Gambar 4.32. Klasifikasi Proses Manufaktur
Sumber: Groover, (1980)

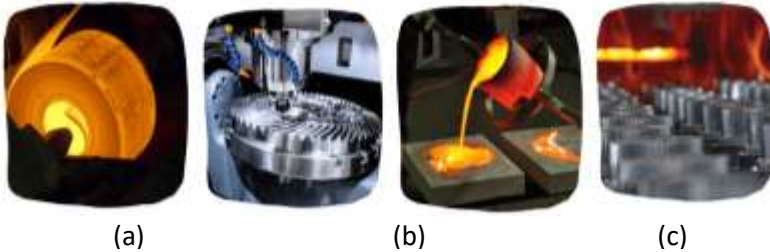
4.7 Operasi Pemrosesan (*Processing Operation*)

Pada operasi pemrosesan berdasarkan klasifikasi proses manufaktur pada Gambar 4.11. sebelumnya, bahwa operasi pemrosesan (*processing operation*) terdiri atas Proses Pembentukan (*Shaping processes*); Proses Peningkatan Properti (*Property enhancing processes*); Proses Operasi Permukaan (*Surface processing operations*).

1. Proses Pembentukan (*Shaping processes*)

Proses pembentukan adalah salah satu kategori proses manufaktur yang luas. Dalam proses pembentukan, suatu komponen atau produk dapat dibuat dari keadaan padat, butiran, partikel, atau cair, yang berarti keadaan bahan kerja dalam tahap pembentukan. Dalam perancangan proses pembentukan, satu-satunya faktor yang diketahui sejak awal adalah bentuk produk akhir dan bahan pembuatannya (Boljanovic, 2010). Engineering perlu merancang suatu proses untuk membuat produk bebas cacat; insinyur selalu beroperasi dalam batasan yang disebabkan oleh bentuk objek yang diinginkan, sifat material, biaya produksi, waktu yang tersedia, dan banyak faktor lainnya (Davim, 2011). Klasifikasi proses pembentukan menurut (Groover, 1980) (1) **Proses Pemadatan (*Solidification Processes*)**, dimana bahan awalnya adalah cairan atau semifluida yang dipanaskan, lalu mendingin dan memadat sehingga membentuk geometri bagian; (2) **Pemrosesan Partikulat (*particulate processing*)**, di mana bahan awalnya adalah bubuk, dan bubuk tersebut dibentuk dan dipanaskan hingga geometri yang diinginkan; (3) **Proses Deformasi/perubahan bentuk (*deformation processes*)**, dimana bahan awalnya berupa padatan ulet (umumnya logam) yang dideformasi untuk membentuk bagian; dan (4) **Proses Penghilangan Material (*Material Removal Processes*)**, dimana bahan

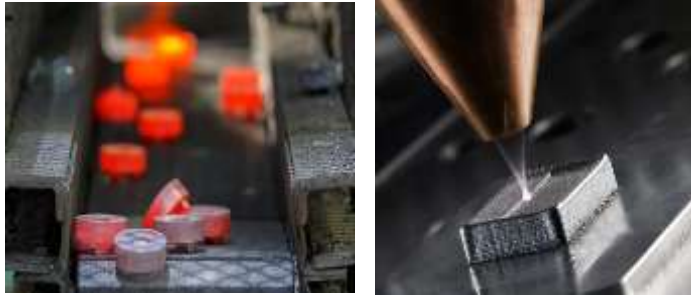
awalnya berbentuk padat (ulet atau getas), dimana material dihilangkan sehingga bagian yang dihasilkan mempunyai geometri yang diinginkan.



Gambar 4.33. Shapping Processes: a) Deformation processes; b) Material Removal Processes; c) Solidification Processes; d) Particulate Processing

2. Proses Peningkatan Properti (*Property enhancing processes*)

Proses Peningkatan Properti Jenis pemrosesan komponen utama kedua dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik atau fisik material kerja. Proses-proses ini tidak mengubah bentuk bagian tersebut, kecuali secara tidak sengaja dalam beberapa kasus (Groover, 1980). Proses peningkatan sifat yang paling penting melibatkan **Perlakuan Panas (*Heat Treatments*)**, yang mencakup berbagai proses anil dan penguatan logam dan kaca, sedangkan **Sintering serbuk logam dan keramik (*Sintering*)** juga merupakan perlakuan panas yang memperkuat benda kerja logam serbuk tekan (Berns and Theisen, 2008).



Gambar 4.34. Property enhancing processes: Heat Treatment dan Sintering

3. Proses Operasi Permukaan (*Surface processing operations*)
 Operasi pemrosesan permukaan meliputi: (1) pembersihan, (2) perawatan permukaan, dan (3) proses pelapisan dan pengendapan film tipis (Groover, 1980)(Groover, 1980). **Pembersihan (cleaning)** mencakup proses kimia dan mekanis untuk menghilangkan kotoran, minyak, dan kontaminan lainnya dari permukaan (Tindell, 2014). **Perlakuan permukaan (Surface treatments)** meliputi pengerjaan mekanis seperti *shot peening* dan *sand blasting*, serta proses fisik seperti difusi dan implantasi ion (Jha, 2015). **Proses pelapisan dan deposisi film tipis (Coating and thin film deposition)** menerapkan pelapisan material pada permukaan luar benda kerja (Arnold, Chapman and Clive, 2007).



(a)

(b)

(c)

Gambar 35. Proses Oprasi Permukaan (Surface processing operations): a) Pembersihan (cleaning): Proses Grinding; b) Perlakuan permukaan (Surface treatments): Proses Sand Blasting; c) Proses pelapisan dan deposisi film tipis (Coating and thin film deposition): Proses Coating Film.

4.8 Operasi Perakitan (assembly operation)

Proses penyambungan permanen (*assambly*) meliputi pengelasan (*welding*), pematrian (*brazing*), penyolderan (*soldering*) dan pengikatan bahan adhesive (*adhesive bonding*) (Groover, 1980). Menurut Berns and Theisen, (2008) proses perakitan tersebut membentuk sambungan antar komponen yang tidak dapat dengan mudah diputuskan. Metode perakitan secara mekanis menyatukan dua (atau lebih) bagian menjadi satu sambungan yang dapat dengan mudah dibongkar. Penggunaan sekrup, baut, dan pengencang berulir lainnya merupakan metode tradisional yang penting dalam kategori ini (Putra *et al.*, 2022). Teknik perakitan mekanis lainnya pada sambungan, yakni termasuk paku keling, pas tekan, dan pas ekspansi (rusi, 2016). Metode penyambungan dan pengikatan khusus digunakan dalam perakitan produk elektronik (Thomopoulos, 2014).

Pengelasan (*welding*) merupakan salah satu teknik penyambungan dua atau lebih logam, dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi (*filler metal*) dengan atau tanpa

tekanan, dan dengan atau tanpa logam penambah sehingga menghasilkan sambungan yang kontinu.



(a)



(b)



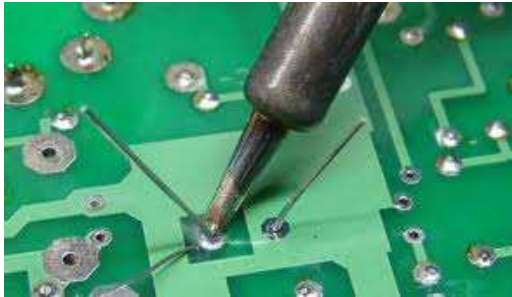
Gambar 4.36. Macam-macam welding: a) SMAW, b) OAW; c) MIG

Pematrian (*brazing*) merupakan suatu metode penyambungan antara dua atau lebih pada bahan logam dengan pengaruh di bawah suhu panas dengan pertolongan bahan tambah logam atau campuran logam (*filler metal*) (Berns and Theisen, 2008).



Gambar 4.37. Brazing

Penyolderan (*soldering*) merupakan suatu proses penyambungan pada dua material atau lebih dengan mekanisme peleburan dan pembubuhan suatu logam pengisi (*filler metal*) ke dalam sambungan dari kedua logam atau lebih tersebut (Tindell, 2014)



Gambar 4.38. Soldering

Pengikatan bahan adhesive (*adhesive bonding*) merupakan sebuah proses yang mana menyambungkan antara dua bagian atau lebih, yang dilakukan dengan pemadatan atau pengerasan bahan perekat logam atau non-logam dan ditempatkan di antara permukaan bagian yang rusak atau yang akan disambungkan (Thomopoulos, 2014).



Gambar 4.39. adhesive bondin

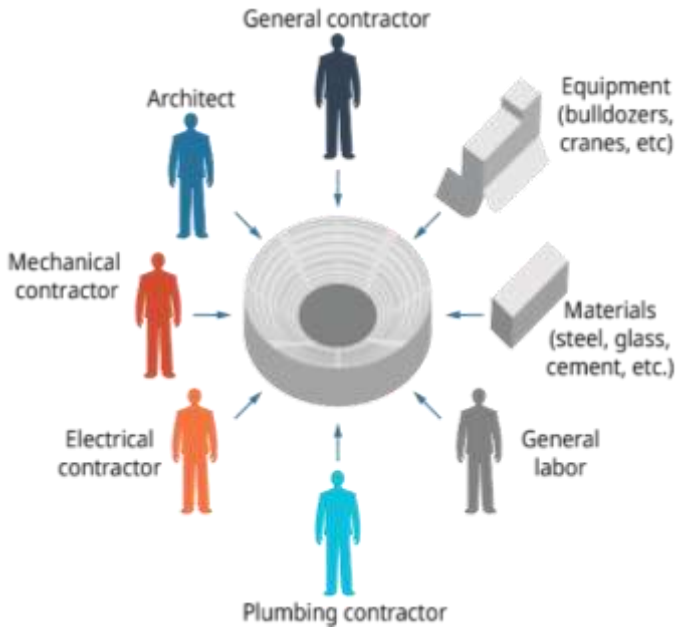
4.9 Fasilitas Sistem Produksi

Sebuah perusahaan manufaktur perlu merancang sistem manufaktur dan mengatur pabriknya, untuk dapat menjalankan lini bisnisnya dengan cara yang paling efisien. Fasilitas produksi terdiri dari pabrik dan tempat produksi, *material handling*, dan peralatan lain yang ada di pabrik. Peralatan tersebut bersentuhan fisik langsung dengan bagian-bagian dan/atau rakitan pada saat pembuatannya. Fasilitas juga mencakup bagaimana peralatan diatur di pabrik (tata letak pabrik), dan juga peralatan tersebut disusun dalam kelompok produksi yang dapat disebut sistem manufaktur (Groover, 2013). Secara umum jenis fasilitas dibedakan berdasarkan masing-masing dari tiga rentang jumlah produksi tahunan.

1. *Low-Quantity Production* (Produksi pada Kuantitas Rendah)

Low-Quantity Production menurut Davim, (2011) biasanya kuantitas yang diproduksi rendah (1–100 unit/tahun). ***Job shop*** sering disebut untuk menggambarkan jenis fasilitas pada kelompok ini, model ini biasanya menghasilkan produk-produk khusus dan dalam jumlah sedikit (Groover, 2013). Produk-produk tersebut biasanya didesain dan di produksi dengan cukup kompleks dan rumit, pesawat ruang angkasa, pesawat prototipe, dan mesin-mesin khusus (El Wakil, 2019). Produk berukuran besar dan berat seperti itu cukup sulit untuk dipindahkan, biasanya produk tersebut tetap berada di satu lokasi selama fabrikasi atau perakitan sehingga *layout* produksi harus dirancang dengan fleksibilitas yang tinggi (Groover, 1980), tujuannya agar produksi dapat dijalankan dengan waktu yang singkat dan mengurango *over movement*. ***Fixed-position layout*** merupakan saran cukup sering di tawarkan oleh para konsultan *industrial engineering* untuk di terapkan pada kelompok produksi ini. Layout ini basanya

produk berada di satu tempat, dan pekerja serta peralatan datang ke satu area kerja tersebut (Sritomo Wignjosoebroto, 2009).

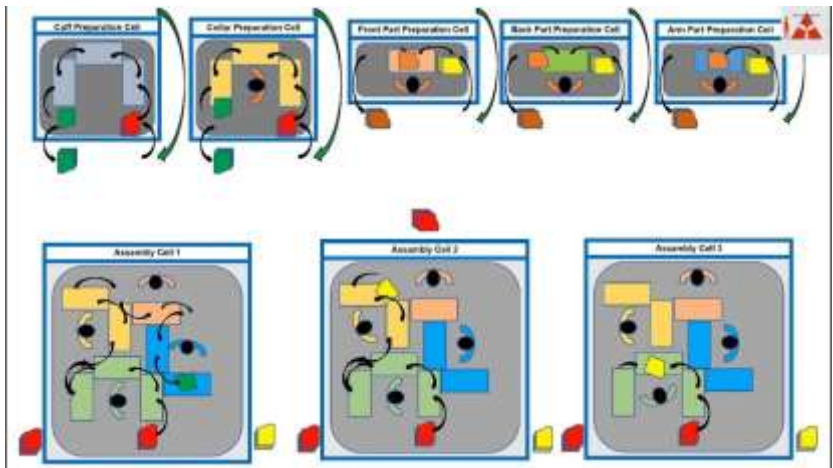


Gambar 4.40. Fix Position Layout

2. *Medium Quantity Production* (Produksi pada Kuantitas Sedang)

Medium Quantity Production termasuk dalam kuantitas menengah (100–10.000 unit per tahun), terdapat dua jenis fasilitas yang berbeda dan bergantung pada variasi produk (Groover, 1980). Jika variasi produk mengalami kendala, pendekatan yang biasa dilakukan adalah produksi batch (***Batch Production***), yaitu produksi batch dari satu produk setelah itu peralatan manufaktur diubah untuk memproduksi batch produk selanjutnya (Sritomo

Wignjosoebroto, 2009). Selain itu laju produksi peralatan lebih besar daripada tingkat permintaan atau produksi (Hu *et al.*, 2011). Peralihan antar proses produksi memerlukan waktu untuk mengganti peralatan dan menyiapkan mesin (Abilla *et al.*, 2015). Sehingga produksi batch biasanya digunakan untuk situasi pembuatan stok, di mana barang diproduksi untuk mengisi kembali persediaan yang secara bertahap habis karena permintaan. Istilah manufaktur seluler layout (***cellular manufacturing layout***) sering dikaitkan dengan jenis produksi ini dimana Setiap sel dirancang untuk menghasilkan variasi konfigurasi bagian dari sebuah produk (Vamos, 1988).

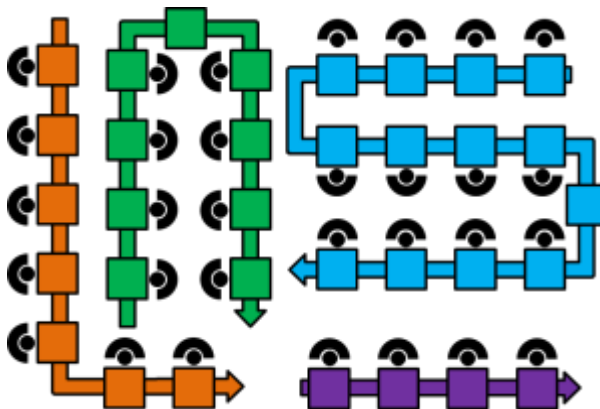


Gambar 4.41. Cellular manufacturing layout

3. *High Production* (Produksi Tinggi)

High Production merupakan tipe produksi dengan kuantitas tinggi (10.000 hingga jutaan unit per tahun) atau sering disebut sebagai produksi massal (***mass production***) (Groover, 1980). Tingkat permintaan yang tinggi terhadap produk tersebut sehingga sistem manufaktur yang ada

biasanya dikhususkan untuk produksi satu item produk saja. Dua kategori produksi massal dapat dibedakan dari produksi kuantitas (*Quantity Production*) dan produksi jalur aliran (*line production*) (El Wakil, 2019). Secara umum tipe produksi ini melibatkan mesin standar (misalnya, mesin cetak) yang dilengkapi dengan perkakas khusus (misalnya, cetakan dan perangkat penanganan material), yang pada dasarnya dikhususkan untuk peralatan produksi satu jenis komponen. Tata letak (*layout*) umum yang digunakan dalam produksi kuantitas adalah tata letak proses dan seluler (***process layout and cellular layout***). Stasiun kerja dan peralatan dirancang khusus untuk produk guna memaksimalkan efisiensi dengan melibatkan beberapa peralatan atau stasiun kerja yang disusun secara berurutan berdasarkan proses produksi dari sebuah produk dan unit kerja secara fisik dipindahkan melalui urutan tersebut untuk menyelesaikan produk (Jha, 2015).



Gambar 4.42. Process Layout

4.10 Sistem Pendukung Manufaktur

Pengoperasian fasilitas yang efisien, diperlukan pengaturan untuk merancang proses dan peralatan serta perencanaan dan mengendalikan pesanan produksi, dan memenuhi persyaratan kualitas produk. Secara umum sistem pendukung ini belum menghubungkan produk secara langsung, namun mereka merencanakan dan mengendalikan peningkatannya melalui manajemen produksi.

Sistem pendukung manufaktur yang dijalankan perusahaan merupakan orang-orang yang diorganisasikan ke dalam departemen-departemen seperti berikut:

1. Departemen Manufaktur

Departemen ini bertanggung jawab dalam merencanakan proses manufaktur (proses, waktu baku, layout produksi, dll) yang mampu memutuskan proses apa yang harus digunakan untuk membuat komponen dan merakit produk (KR *et al.*, 2022). Departemen ini juga terlibat dalam merancang dan pemesanan peralatan mesin serta peralatan lain yang digunakan oleh departemen operasi untuk menyelesaikan produksi dan perakitan produk (Groover, 1980).

2. *Production planning and control* (Perencanaan dan pengendalian produksi)

Departemen ini bertanggung jawab untuk memecahkan masalah logistik di bidang manufaktur memesan bahan dan membeli suku cadang, menjadwalkan produksi, dan memastikan bahwa departemen produksi pada departemen manufaktur memiliki kapasitas yang diperlukan untuk memenuhi jadwal produksi (Arnold, Chapman and Clive, 2007; Muti and Ilaina, 2021).

3. *Quality Control* (Kontrol kualitas).

Menghasilkan produk berkualitas tinggi harus menjadi prioritas utama setiap perusahaan manufaktur dalam

lingkungan kompetitif saat ini, artinya merancang dan membangun produk yang sesuai dengan spesifikasi dan memuaskan atau melampaui harapan pelanggan (Groover, 1980; Muti *et al.*, 2023)

DAFTAR PUSTAKA

- Abilla, P. *et al.* 2015. *Epcor, Regulation*. doi: 10.1080/002075499190888.
- Arnold, J. R. T., Chapman, S. N. and Clive, L. M. 2007. *Introduction to Materials Management*.
- Berns, H. and Theisen, W. 2008. *Ferrous Materials: Steel and Cast Iron*. Leipzig: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-540-71848-2.
- Bicerano, J. 2009. *Prediction of Polymer Properties*. 3rd edn. New York: Marcel Decker Inc. Available at: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=5L1USsiq6KcC&oi=fnd&pg=PP1&dq=polymer&ots=iLmfZ7BoPd&sig=G3G4PTnKATjpEU11WJ_GMcU7Cul&redir_esc=y#v=onepage&q=organica&f=false.
- Boljanovic, V. 2010. *Metal Shaping Processes: Casting and Molding, Particulate Processing, Deformation Processes, and Metal Removal*. Industrial Press (G - Reference, Information and Interdisciplinary Subjects Series). Available at: https://books.google.co.id/books?id=bX5_9tUbi6EC.
- Case, K. E. and Fair, R. C. 2006. *PRINSIP-PRINSIP EKONOMI*. 8th edn. Edited by W. Hardani. Jakarta: PT Glora Aksara Pratama. Available at: https://books.google.co.id/books?id=2FLiN2fHusC&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA268&dq=barang+modal&hl=ban&source=newbks_fb&redir_esc=y#v=onepage&q=barang modal&f=false.
- Chawla, N. and Chawla, K. K. 2006. *Metal Matrix Composites*. Springer US. Available at: https://books.google.co.id/books?id=ErKnTM-_11gC.

- Cheremisinoff, N. 2021. *Handbook of Polymer Science and Technology*. 2nd edn. New York: CRC Perss. Available at: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=35PLEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=polymer&ots=sWBX7HE9qN&sig=A_a1fM8uCLQtCdj3zEewE7jgzcc&redir_esc=y#v=onepage&q=polymer&f=false.
- CIOMHE. 1999. *Material Handling Equipment Taxonomy*, ncsu.edu. Available at: <http://www4.ncsu.edu/~kay/mhetax/TransEq/IndusTr/index.htm> (Accessed: 23 February 2018).
- Da Costa, B. R. and Vieira, E. R. 2010. 'Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies', *American Journal of Industrial Medicine*, 53(3), pp. 285–323. doi: 10.1002/ajim.20750.
- Davim, J. P. 2011. *Manufacturing Processes and Systems, Advanced Materials Research*. doi: 10.1201/b18643-10.
- Govaerts, R. et al. 2021. 'Prevalence and incidence of work-related musculoskeletal disorders in secondary industries of 21st century Europe: a systematic review and meta-analysis', *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), pp. 1–30. doi: 10.1186/s12891-021-04615-9.
- Groover, mikell p. 1980. 'Fundamentals of modern manufacturing', *Metallurgy of Welding*, pp. 87–109. doi: 10.1007/978-94-010-9506-8_6.
- Groover, M. P. 2013. *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacture*. Fourth Edi. Edited by Pearson Higher Education. New Jersey: Copyright. doi: 10.1016/B978-0-12-732951-2.50017-X.
- Gupta, K. M. 2015. *Engineering Materials: Research, Application and Advance*. New York: CRC Perss. Available at: https://www.google.co.id/books/edition/Engineering_Materials/vxYeBQAAQBAJ?hl=ban&gbpv=1&dq=engineering+materials&pg=PA572&printsec=frontcover.

- Harper, P. N. 1989. 'Tertiary Industry BT - Work Out Geography GCSE', in Harper, P. N. (ed.). London: Macmillan Education UK, pp. 189–201. doi: 10.1007/978-1-349-10237-2_13.
- Heinrich, J. G. and Aldinger, F. 2008. *Ceramic Materials and Components for Engines*. Wiley. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=VBrYReMVtYEC>.
- Hu, S. J. *et al.* 2011. 'Assembly system design and operations for product variety', *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 60(2), pp. 715–733. doi: 10.1016/j.cirp.2011.05.004.
- Jha, N. K. 2015. *Green Design and Manufacturing for Sustainability, Green Design and Manufacturing for Sustainability*. doi: 10.1201/b19526.
- Kamrani, A. K. and Nasr, E. A. 2008. *Collaborative Engineering: Theory and Practice*. Edited by E. A. N. Ali K. Kamrani. Springer International Publishing. Available at: https://books.google.co.id/books?id=BPbsVoYBX4MC&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA228&dq=Soft+product+variety&hl=ban&source=newbks_fb&redir_esc=y#v=onepage&q=Soft+product+variety&f=false.
- KBBI. 2021. 'KBBI', *dictionary*. Available at: <https://kbbi.web.id/manufaktur>.
- Kiran, D. R. 2019. *Production Plannin and Control (A Comprehansive Approach)*. Edited by B. Heinemann. Cambridge: Butterworth Heinemann (Elsevier). Available at: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=a5adDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=production&ots=U8y9PEVvbx&sig=ieWjR2k5QiYjCEdXNJvTVabSNHI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- KR, M. Y. A. R. A. *et al.* 2022. *MSDM DALAM ORGANISASI (Konsep Dasar dan Aplikasi)*, CV WIDINA MEDIA UTAMA. Bandung: CV WIDINA MEDIA UTAMA.

- Low, I. M. 2018. *Advances in Ceramic Matrix Composites*. Elsevier Science (Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering). Available at: <https://books.google.co.id/books?id=kyosDwAAQBAJ>.
- Mallick, P. K. 2017. 'Processing of Polymer Matrix Composites', *Processing of Polymer Matrix Composites: Processing and Applications*, pp. 1–341. doi: 10.1201/9781315157252.
- Muti, A. A. *et al.* 2023. 'SIX SIGMA DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KERIPIK PISANG DI PASURUAN SIX SIGMA IN QUALITY CONTROL OF SNACK PRODUCTS IN', 20(1), pp. 32–42.
- Muti, A. A. and Ilaina, R. 2021. 'Peramalan Penjualan Bubuk Kopi Di Pt. Xxx Dengan Penerapan Metode Wma Dan Exponential Smoothing', *Journal Eklptika*, 2(2), pp. 1–7.
- NPCS Board. 2008. *The Complete Book on Water Soluble Polymers: Water Soluble Polymers Business*. Delhi: Asia Pasific Business Press Inc. Available at: https://books.google.co.id/books?id=4C6hAgAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA1&dq=synthetic+polymers&hl=ban&source=newbks_fb&redir_esc=y#v=onepage&q=syntheticpolymers&f=false.
- Putra, A. R. *et al.* 2022. *MANAJEMEN PENGEMBANGAN PRODUK, CV WIDINA MEDIA UTAMA*. Edited by A. Masruroh. Bandung: CV WIDINA MEDIA UTAMA.
- rusi, regi. 2016. *sistem manufaktur lanjut*, slideshare. Available at: <http://slideplayer.info/slide/3727985/> (Accessed: 12 February 2018).
- Song, T. *et al.* 2021. 'Research on Supplier Collaboration of Daily Consumer Goods under Uncertainty of Supply and Demand', *Sustainability (Switzerland)*, 13(10). doi: 10.3390/su13105683.
- Sritomo Wignjosoebroto. 2009. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. 3rd edn. Guna Widya. Available at: 9795450018.

- Thomopoulos, N. T. 2014. 'Assembly line planning and control', *Assembly Line Planning and Control*, pp. 1–145. doi: 10.1007/978-3-319-01399-2.
- Tindell, H. 2014. *Engineering Materials*. Crowood (Crowood metalworking guides). Available at: <https://books.google.co.id/books?id=wTCCBAAAQBAJ>.
- Toshimovich, B. K., Ulmasovich, K. R. and Abdurashidovich, R. M. 2023. 'PRODUCTION AND TECHNOLOGICAL PROCESSES IN CONSTRUCTION', *INTERNATIONAL BULLETIN OF APPLIED SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 3(6), pp. 1521–1525. Available at: <https://www.researchcitations.com/index.php/ibast/article/download/2234/1594>.
- Vamos, T. 1988. 'Automation production systems and computer integrated manufacturing. Mikell P. Groover', *Automatica*, 24(4), p. 587. doi: 10.1016/0005-1098(88)90106-9.
- El Wakil, S. D. 2019. *Processes and Design for Manufacturing*. 3rd edn. Edited by CRC Press. New York: Taylor & Francis Group. Available at: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=dQaQDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=manufacturing&ots=VQ_xZSpKZG&sig=YC9BHYy8IOH-HVKpOUy86nj0zaA&redir_esc=y#v=onepage&q=manufacturing&f=false.
- Yletyinen, J. *et al.* 2019. 'Understanding and managing social-ecological tipping points in primary industries', *BioScience*, 69(5), pp. 335–347. doi: 10.1093/biosci/biz031.

BAB 5

MANAJEMEN SUMBER DAYA MANUSIA DI INDUSTRI

Oleh Anas Firman Adi

5.1 Pendahuluan

Revolusi Industri 5.0 adalah fase lanjutan dalam evolusi industri yang ditandai oleh integrasi teknologi digital tingkat tinggi, seperti kecerdasan buatan (AI), Internet of Things (IoT), komputasi awan, robotika, dan teknologi lainnya (Meutia, 2015). Meskipun teknologi ini mengubah cara perusahaan beroperasi, peran HRM tetap krusial karena berhubungan dengan faktor manusia dalam lingkup teknologi canggih ini (Schwab, 2019). Teknologi canggih membutuhkan tenaga kerja yang memiliki keterampilan dan pemahaman yang sesuai. HRM harus terlibat dalam mengidentifikasi, merekrut, dan memilih karyawan yang memiliki kompetensi teknologi yang diperlukan.

Manajemen Sumber Daya Manusia (*HRM atau Human Resource Management*) adalah fungsi yang krusial dalam setiap industri. Latar belakang adanya manajemen sumber daya manusia di industri melibatkan sejumlah faktor penting yang memengaruhi bagaimana perusahaan mengelola, mengembangkan, dan memanfaatkan tenaga kerja. Industri mengalami perubahan yang cepat, termasuk perkembangan teknologi, pasar global, dan persaingan yang semakin ketat. Perusahaan-perusahaan harus beradaptasi dengan cepat, yang membutuhkan manajemen sumber daya manusia yang efektif untuk merencanakan, merekrut, dan melatih karyawan sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Manusia merupakan aset terpenting dalam organisasi. Dalam hal ini ikut

berkontribusi pada inovasi, produktivitas, dan keberlanjutan perusahaan. Oleh karena itu, manajemen sumber daya manusia diperlukan untuk mengelola dan mengoptimalkan potensi karyawan. Setiap negara memiliki peraturan perburuhan yang mengatur hubungan antara pekerja dan perusahaan. HRM memainkan peran penting dalam memastikan bahwa perusahaan mematuhi hukum kerja dan peraturan perburuhan yang berlaku (Ajabar, 2020).

Manajemen sumber daya manusia berperan dalam merencanakan dan melaksanakan pelatihan serta pengembangan karyawan untuk meningkatkan keterampilan. Karyawan yang lebih terampil dan produktif dapat memberikan kontribusi yang lebih besar kepada perusahaan. Konflik antara pekerja dan manajemen adalah bagian alami dari kehidupan industri. HRM berperan dalam menengahi konflik, mempromosikan komunikasi yang efektif, dan membangun hubungan yang baik antara pekerja dan manajemen. Manajemen sumber daya manusia bertanggung jawab untuk merekrut karyawan yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Proses seleksi yang baik dapat membantu memastikan bahwa perusahaan memiliki tim yang berkualitas. HRM mengelola sistem penggajian dan manfaat karyawan, termasuk gaji, tunjangan, dan insentif. Ini penting untuk menjaga kepuasan dan motivasi karyawan. HRM berperan dalam mempromosikan budaya organisasi yang sehat dan etika bisnis yang baik. HRM memastikan bahwa nilai-nilai perusahaan tercermin dalam perilaku dan tindakan karyawan. Ketika perusahaan menghadapi krisis atau perubahan besar, HRM dapat membantu mengelola dampaknya pada karyawan dan organisasi secara keseluruhan.

5.2 Pengantar Manajemen Sumber Daya Manusia

5.2.1 Definisi dan peran HRM dalam organisasi.

Manajemen Sumber Daya Manusia (Human Resource Management atau HRM) adalah pendekatan strategis dalam pengelolaan sumber daya manusia dalam sebuah organisasi. Ini mencakup perencanaan, pengembangan, rekrutmen, seleksi, pelatihan, pengelolaan kinerja, penggajian, manfaat, dan berbagai aspek lain yang berkaitan dengan tenaga kerja sebuah organisasi. HRM bertujuan untuk mengoptimalkan kontribusi karyawan terhadap tujuan organisasi sambil memastikan kesejahteraan dan pengembangan karyawan (Karlina Eulin, 2020).

Peran Manajemen Sumber Daya Manusia dalam Organisasi sangat penting dan beragam. Berikut adalah beberapa peran utama yang dimainkan oleh HRM:

1. **Rekrutmen dan Seleksi**

HRM bertanggung jawab untuk mencari, menarik, dan memilih karyawan yang sesuai dengan kebutuhan organisasi. Ini mencakup merancang iklan pekerjaan, mengelola proses wawancara, dan memeriksa referensi.

2. **Pengembangan Karyawan**

HRM merancang dan mengelola program pelatihan dan pengembangan untuk meningkatkan keterampilan dan kompetensi karyawan. Ini membantu organisasi memastikan bahwa karyawan memiliki keterampilan yang diperlukan untuk berhasil.

3. **Manajemen Kinerja**

HRM terlibat dalam menilai kinerja karyawan, memberikan umpan balik, dan mengelola proses penilaian kinerja. Tujuannya adalah meningkatkan produktivitas dan kontribusi karyawan.

4. **Penggajian dan Manfaat**
HRM mengelola sistem penggajian dan manfaat karyawan, termasuk perhitungan gaji, tunjangan, dan insentif. Ini memastikan bahwa karyawan diberi kompensasi yang sesuai.
5. **Hubungan Industri**
HRM berperan dalam menjaga hubungan baik antara manajemen dan serikat pekerja atau karyawan. Ini melibatkan negosiasi kontrak, menangani perselisihan, dan mempromosikan komunikasi yang efektif.
6. **Pengelolaan Budaya Organisasi**
HRM membantu dalam pembentukan, promosi, dan pemeliharaan budaya organisasi yang mendukung visi, misi, dan nilai-nilai perusahaan.
7. **Kebijakan dan Kepatuhan Hukum**
HRM memastikan bahwa organisasi mematuhi hukum kerja, peraturan perburuhan, dan peraturan lainnya yang berkaitan dengan tenaga kerja. HRM juga merancang kebijakan internal yang sesuai.
8. **Manajemen Konflik**
Ketika konflik timbul di antara karyawan atau antara karyawan dan manajemen, HRM berperan dalam menengahi dan mencari solusi yang adil.
9. **Pengelolaan Perubahan Organisasi**
HRM membantu dalam mengelola perubahan dalam organisasi, termasuk perubahan struktural, teknologi, atau budaya. Dalam hal ini memfasilitasi adaptasi karyawan terhadap perubahan ini.
10. **Analisis Data HRM**
HRM menggunakan data dan analisis untuk mendukung pengambilan keputusan strategis dalam manajemen sumber daya manusia. Ini melibatkan pemahaman tren dalam tenaga kerja dan efektivitas kebijakan HR.

Peran HRM dalam organisasi sangat penting karena berfungsi sebagai perantara antara manajemen dan karyawan, memastikan bahwa kebutuhan dan tujuan kedua belah pihak terpenuhi. HRM juga berkontribusi secara signifikan terhadap keberhasilan jangka panjang dan keberlanjutan organisasi.

5.2.2 Sejarah perkembangan Manajemen Sumber Daya Manusia

Sejarah perkembangan Manajemen Sumber Daya Manusia (HRM) mencakup beberapa tahapan penting yang mencerminkan evolusi konsep dan praktik manajemen tenaga kerja dalam organisasi. Berikut adalah sejarah perkembangan HRM secara singkat :

1. Tahap Awal (Awal abad ke-20)
Pada awal abad ke-20, manajemen tenaga kerja masih terfokus pada tugas-tugas administratif seperti penggajian, administrasi personil, dan pematuhan hukum kerja. Perhatian utama adalah pada pengawasan dan kontrol karyawan untuk memastikan produktivitas dan kedisiplinan.
2. Era Perburuhan dan Pergerakan Hak-Hak Karyawan (1920-an - 1930-an)
Era ini ditandai oleh pergerakan serikat pekerja dan legislasi yang melindungi hak-hak karyawan. Manajemen sumber daya manusia mulai memperhatikan aspek-aspek hubungan industri dan pengelolaan konflik.
3. Perkembangan Teori Organisasi (1940-an - 1950-an)
Teori organisasi, seperti teori manajemen sumber daya manusia (HRM), mulai berkembang dengan penekanan pada efisiensi dan produktivitas organisasi. Fokus mulai beralih dari administrasi ke perencanaan sumber daya manusia dan pengembangan karyawan.
4. Era Manajemen Sumber Daya Manusia (1960-an - 1970-an)

Istilah "Manajemen Sumber Daya Manusia" pertama kali digunakan, menandai perubahan paradigma dalam pendekatan terhadap tenaga kerja. HRM mulai dilihat sebagai fungsi strategis yang membantu organisasi mencapai tujuannya dengan mengelola sumber daya manusia dengan lebih efektif.

5. Globalisasi dan Teknologi Informasi (1980-an - 1990-an)
Globalisasi dan teknologi informasi mengubah lanskap bisnis secara dramatis. HRM mulai berfokus pada manajemen tenaga kerja multinasional dan mengintegrasikan teknologi informasi dalam pengelolaan sumber daya manusia.
6. Era Manajemen Strategis Sumber Daya Manusia (2000-an - Sekarang)
HRM semakin menjadi mitra strategis dalam perusahaan, berkolaborasi dengan manajemen eksekutif dalam pengambilan keputusan strategis.

Peran HRM meluas ke pengelolaan keberagaman, pengembangan kepemimpinan, analisis data HR, dan transformasi budaya organisasi. Revolusi Industri 4.0 dan 5.0 telah memperkenalkan teknologi baru seperti kecerdasan buatan (AI) dan analitik data, yang memengaruhi cara HRM beroperasi. Seiring berjalannya waktu, HRM telah mengalami perubahan signifikan dalam peran dan tanggung jawabnya. Saat ini, HRM bukan hanya bertanggung jawab untuk pengelolaan administratif tetapi juga berfungsi sebagai pemimpin strategis dalam organisasi, membantu menciptakan lingkungan kerja yang produktif, inklusif, dan inovatif. Perkembangan teknologi terbaru dan perubahan dalam dinamika bisnis terus memengaruhi perkembangan HRM, yang terus beradaptasi untuk menjawab tantangan dan peluang baru.

5.2.3 Peran Manajemen Sumber Daya Manusia dalam mencapai tujuan bisnis.

Manajemen Sumber Daya Manusia (HRM) memainkan peran yang sangat penting dalam mencapai tujuan bisnis. Ini karena HRM berfokus pada pengelolaan aset paling berharga dalam organisasi, yaitu tenaga kerja (Saihudin, 2019). Berikut ini adalah beberapa peran utama HRM dalam mencapai tujuan bisnis:

1. **Perencanaan Sumber Daya Manusia (HR Planning)**
HRM merencanakan kebutuhan tenaga kerja untuk memastikan bahwa organisasi memiliki jumlah dan jenis karyawan yang diperlukan untuk mencapai tujuan bisnis. Ini melibatkan peramalan kebutuhan tenaga kerja di masa depan berdasarkan pertumbuhan, perubahan teknologi, dan strategi bisnis.
2. **Rekrutmen dan Seleksi**
HRM bertanggung jawab untuk merekrut dan memilih karyawan yang memiliki keterampilan, pengetahuan, dan pengalaman yang sesuai dengan kebutuhan organisasi. Memastikan bahwa organisasi memiliki tim yang berkualitas adalah langkah kunci dalam mencapai tujuan bisnis.
3. **Pengembangan Karyawan**
HRM merancang program pelatihan dan pengembangan untuk meningkatkan keterampilan dan kompetensi karyawan. Karyawan yang terampil dan terus berkembang lebih mampu berkontribusi pada pencapaian tujuan bisnis.
4. **Manajemen Kinerja**
HRM membantu dalam menilai kinerja karyawan, memberikan umpan balik, dan mengelola proses penilaian kinerja. Ini membantu dalam mengidentifikasi karyawan yang berkinerja tinggi dan memberikan dukungan atau pelatihan yang membutuhkan perbaikan.

5. **Penggajian dan Manfaat**
HRM mengelola sistem penggajian dan manfaat karyawan. Memastikan bahwa karyawan diberi kompensasi yang sesuai dengan kontribusi adalah penting dalam menjaga motivasi dan retensi karyawan.
6. **Pengelolaan Konflik dan Hubungan Industri**
HRM berperan dalam menengahi konflik antara karyawan atau antara karyawan dan manajemen. Memelihara hubungan yang sehat antara berbagai pihak dalam organisasi adalah penting untuk kelangsungan operasional yang lancar.
7. **Pengelolaan Budaya Organisasi**
HRM membantu dalam membentuk dan mempromosikan budaya organisasi yang mendukung visi, misi, dan nilai-nilai perusahaan. Budaya yang kuat dapat memotivasi karyawan untuk bekerja dengan lebih baik dan berkontribusi pada tujuan bisnis.
8. **Pengelolaan Perubahan Organisasi**
HRM membantu dalam mengelola perubahan organisasi, termasuk perubahan strategis, restrukturisasi, atau implementasi teknologi baru. HRM memfasilitasi adaptasi karyawan terhadap perubahan ini.
9. **Analisis Data HRM**
HRM menggunakan data dan analisis untuk mendukung pengambilan keputusan strategis dalam manajemen sumber daya manusia. Analisis data dapat membantu dalam merencanakan langkah-langkah yang lebih efektif untuk mencapai tujuan bisnis.
10. **Penyusunan Kebijakan**
HRM merancang dan menerapkan kebijakan internal yang memastikan bahwa karyawan dan manajemen beroperasi sesuai dengan peraturan, hukum, dan nilai-nilai organisasi.

Dengan memainkan peran ini, HRM membantu memastikan bahwa organisasi memiliki tenaga kerja yang terampil, termotivasi, dan terlibat, yang merupakan faktor kunci dalam mencapai tujuan bisnis seperti pertumbuhan pendapatan, keuntungan, keunggulan kompetitif, dan keberlanjutan jangka panjang.

5.3 Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) di era Industri 5.0

Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) di era Industri 5.0 menghadapi tantangan dan peluang yang unik karena pengaruh teknologi canggih seperti kecerdasan buatan (AI), Internet of Things (IoT), otomatisasi, robotika, dan analitik data. Di bawah ini adalah beberapa aspek kunci manajemen SDM di Industri 5.0:

Manajemen SDM harus memahami dan mengintegrasikan teknologi canggih ke dalam praktik. Ini mencakup penggunaan kecerdasan buatan untuk seleksi dan pengembangan karyawan, analisis data HR untuk pengambilan keputusan yang lebih baik, dan penggunaan IoT untuk memantau dan meningkatkan produktivitas karyawan. SDM harus merencanakan kebutuhan keterampilan masa depan untuk memastikan bahwa organisasi memiliki karyawan dengan keterampilan yang sesuai dengan teknologi yang berkembang pesat. Ini bisa melibatkan pelatihan internal, kemitraan dengan lembaga pendidikan, atau rekrutmen tenaga kerja yang memiliki keterampilan teknologi yang diperlukan.

Dalam Industri 5.0, manajemen kinerja didukung oleh data yang akurat dan real-time. HRM harus menggunakan data untuk mengukur kinerja karyawan, mengidentifikasi tren, dan memberikan umpan balik yang lebih kontekstual. SDM harus mengelola keseimbangan antara karyawan manusia dan sistem otomatisasi. Ini bisa mencakup merancang tugas yang cocok untuk otomatisasi, serta memastikan bahwa karyawan dapat berkolaborasi dengan teknologi. Dalam era Industri 5.0, kekhawatiran etika dan privasi data semakin penting. SDM harus

memastikan bahwa penggunaan data karyawan berada dalam batas-batas etis dan bahwa privasi karyawan dijaga dengan cermat. Budaya organisasi yang mendorong inovasi adalah kunci dalam Industri 5.0. Manajemen SDM harus berperan dalam mempromosikan budaya ini, memberikan dorongan bagi karyawan untuk berinovasi dan berbagi ide.

Dalam era globalisasi yang lebih kuat, manajemen SDM perlu mengelola mobilitas karyawan di seluruh dunia. Ini melibatkan pemahaman tentang hukum ketenagakerjaan global, kebijakan migrasi, dan budaya kerja yang beragam.

Kepemimpinan yang efektif dalam Industri 5.0 melibatkan kemampuan untuk memimpin tim yang terdiri dari manusia dan teknologi. Manajemen SDM harus merancang program pengembangan kepemimpinan yang sesuai dengan konteks ini. Manajemen SDM harus memikirkan dampak lingkungan dan sosial dari operasi industri. Ini mencakup tanggung jawab sosial perusahaan dan keberlanjutan bisnis. SDM harus memahami bagaimana perubahan teknologi dapat mempengaruhi organisasi dan mengelola perubahan dengan baik. Ketahanan organisasi dalam menghadapi perubahan dan ketidakpastian adalah kunci. Manajemen SDM dalam Industri 5.0 memerlukan kemampuan adaptasi yang kuat dan pemahaman yang mendalam tentang teknologi canggih. Hal ini memungkinkan organisasi untuk mengoptimalkan kontribusi karyawan dan meraih keunggulan kompetitif dalam lingkungan bisnis yang semakin terhubung dan otomatis.

5.4 Peluang dan Tantangan Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) di era Industri 5.0

Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) di industri dihadapkan pada sejumlah tantangan dan peluang yang unik dalam lingkungan bisnis yang terus berubah. Berikut adalah beberapa

tantangan dan peluang utama yang dihadapi oleh manajemen SDM di industri:

2. Tantangan:

Industri menghadapi perubahan teknologi yang pesat, seperti otomatisasi, kecerdasan buatan, dan Internet of Things (IoT). Manajemen SDM harus mengatasi ketidakpastian dalam mengelola tenaga kerja yang terpengaruh oleh teknologi ini.

Dalam beberapa industri, terutama yang terkait dengan teknologi tinggi, kekurangan keterampilan dapat menjadi masalah. Mencari dan mempertahankan karyawan dengan keterampilan yang sesuai bisa menjadi tantangan. Manajemen SDM harus mengelola keseimbangan antara karyawan manusia dan sistem otomatisasi. Sementara otomatisasi dapat meningkatkan efisiensi, memastikan bahwa karyawan tetap relevan dan terlibat adalah kunci. Dengan banyaknya data pribadi yang dikumpulkan oleh perusahaan, keamanan data dan privasi karyawan menjadi isu yang semakin penting. Industri mungkin perlu merombak budaya organisasi untuk mendukung inovasi, fleksibilitas, dan responsivitas yang dibutuhkan dalam dunia bisnis yang cepat berubah. Manajemen SDM yang bekerja di industri dengan operasi internasional harus mengatasi masalah mobilitas karyawan, kebijakan migrasi, dan budaya kerja yang beragam. Terutama dalam industri yang sangat diatur seperti keuangan atau kesehatan, menjaga kepatuhan dengan peraturan dan hukum yang berubah-ubah bisa menjadi tantangan besar.

3. Peluang

Teknologi canggih memberikan peluang untuk meningkatkan efisiensi dalam manajemen SDM, termasuk dalam rekrutmen, penggajian, manajemen kinerja, dan pelatihan. Data yang dikumpulkan dari berbagai sumber dapat digunakan untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam manajemen SDM, termasuk dalam perencanaan sumber daya

manusia, pemilihan karyawan, dan pengembangan keterampilan. Teknologi dapat digunakan untuk meningkatkan pengalaman karyawan, mulai dari onboarding yang efisien hingga manajemen kinerja yang lebih kontekstual dan peluang pengembangan yang disesuaikan.

Teknologi memungkinkan kerja jarak jauh dan fleksibel. Ini memberikan peluang untuk mendapatkan bakat dari seluruh dunia dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih seimbang. Industri 5.0 membutuhkan budaya organisasi yang mendukung inovasi. Manajemen SDM dapat memainkan peran penting dalam menciptakan budaya ini dan memberikan dorongan bagi karyawan untuk berinovasi. Teknologi dapat membantu dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih inklusif dan mendukung keberagaman budaya dan latar belakang karyawan. Manajemen SDM yang canggih dapat membantu organisasi menghadapi perubahan dan ketidakpastian dengan lebih baik, memastikan kelangsungan bisnis.

Manajemen SDM dapat berkontribusi pada upaya perusahaan untuk mencapai keberlanjutan dengan merancang kebijakan dan program yang ramah lingkungan. Manajemen SDM yang efektif di industri melibatkan pemahaman tentang tantangan dan peluang yang dihadapi oleh organisasi dalam era Industri 5.0. Menciptakan strategi yang tepat untuk mengatasi tantangan ini sambil memanfaatkan peluang dapat memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan.

5.5 Kepuasan Kerja

Kepuasan kerja adalah aspek penting dalam manajemen sumber daya manusia (SDM) dan memiliki dampak yang signifikan pada kinerja dan produktivitas karyawan. Tugas manajemen SDM mencakup berbagai aktivitas yang bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang mempromosikan kepuasan kerja.

Berikut adalah beberapa tugas manajemen SDM yang berperan dalam meningkatkan kepuasan kerja karyawan:

1. Rekrutmen dan Seleksi

Salah satu tugas utama manajemen SDM adalah menarik calon karyawan yang sesuai dengan kebutuhan organisasi. Proses rekrutmen dan seleksi yang baik dapat memastikan bahwa karyawan yang bergabung memiliki kompetensi dan nilai-nilai yang sesuai dengan budaya perusahaan, sehingga lebih cenderung merasa puas dengan pekerjaan.

2. Orientasi dan Pelatihan

Memberikan orientasi yang baik kepada karyawan baru adalah langkah penting dalam memastikan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan kerja dan pekerjaan. Pelatihan yang berkualitas juga membantu karyawan merasa kompeten dan siap dalam melaksanakan tugas.

3. Manajemen Kinerja

Evaluasi kinerja dan umpan balik yang terstruktur membantu karyawan memahami harapan, mencapai tujuan, dan merasa diakui atas kontribusi. Ini dapat meningkatkan kepuasan kerja dan motivasi.

4. Pengembangan Karir

Manajemen SDM juga harus memperhatikan pengembangan karir karyawan. Menawarkan peluang untuk pengembangan dan kemajuan dalam organisasi dapat membantu karyawan merasa terdorong dan puas dengan pekerjaan.

5. Manajemen Konflik

Menangani konflik di tempat kerja dengan bijak adalah tugas penting manajemen SDM. Konflik yang tidak terselesaikan dapat menyebabkan ketidakpuasan dan penurunan produktivitas.

6. Keseimbangan Kerja-Hidup

Manajemen SDM dapat berperan dalam menciptakan kebijakan yang mendukung keseimbangan kerja-hidup. Ini

termasuk fleksibilitas dalam jadwal kerja, cuti yang cukup, dan dukungan untuk karyawan yang mengalami tekanan atau stres.

7. Kompensasi dan Penghargaan

Memberikan kompensasi yang adil dan program penghargaan yang sesuai dengan pencapaian karyawan adalah tugas penting dalam mempertahankan kepuasan kerja. Karyawan yang merasa dihargai cenderung lebih puas dengan pekerjaan.

8. Komunikasi: Komunikasi yang terbuka dan jujur dari manajemen SDM dapat membantu menciptakan lingkungan kerja yang transparan dan mendukung. Ini dapat mengurangi ketidakpuasan dan ketegangan.

9. Manajemen Perubahan: Manajemen SDM juga harus mampu mengelola perubahan organisasi dengan baik. Karyawan yang merasa terlibat dan didukung selama perubahan cenderung lebih puas.

Kepuasan kerja adalah faktor penting dalam menjaga retensi karyawan, meningkatkan produktivitas, dan menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan berkelanjutan. Manajemen SDM memiliki peran yang krusial dalam mencapai tujuan ini dengan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajabar. 2020. *Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: Group Penerbitan CV BUDI UTAMA.
- Karlina Eulin, R. 2020. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Meutia, E. D. 2015. 'Internet of Things – Keamanan dan Privasi.', in *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro*, pp. 85–89.
- Saihudin. 2019. *Sumber Daya Manusia*. (gianto, Ed.). Ponorogo: UWAIS Inspirasi Indonesia.
- Schwab, K. 2019. *Revolusi Industri Keempat*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

BAB 6

MANAJEMEN OPERASI DAN PRODUKSI

Oleh Monita Rahayu

6.1 Pendahuluan

Dalam aktivitas sehari-hari, seringkali menggunakan barang dan jasa demi memenuhi kebutuhan. Karena kebutuhan semakin beragam serta keinginan masyarakat juga terus berubah, maka industri yang menghasilkan barang dan jasa terus tumbuh dan berkembang dengan inovasi yang terus dilakukan. Ketersediaan produk dan jasa dalam masyarakat, berkaitan dengan manajemen operasi dan produksi (Julyanthry *et al.*, 2020).

Manajemen operasi dan produksi merupakan bagian dari suatu organisasi yang didalamnya terdiri dari bagian-bagian atau tim yang memiliki tanggung jawab untuk memproduksi baik barang maupun jasa. Perkembangan manajemen operasi dan produksi sangat pesat terutama jika dibandingkan dengan teknologi dan inovasi terbaru yang diterapkan pada suatu organisasi. Oleh karena itu, banyak organisasi yang menganggap manajemen operasi dan produksi sebagai salah satu kunci untuk bersaing dan menjadi yang terbaik diantara pesaingnya (Rusdiana, 2014).

6.2 Pengertian Manajemen Operasi dan Produksi

Pendapat ahli tentang pengertian manajemen operasi dan produksi, antara lain:

1. Manajemen operasi dan produksi adalah kegiatan yang melibatkan pengaturan dan koordinasi antara sumber daya

baik tenaga kerja, mesin dan peralatan, modal dan bahan dengan cara yang efektif dan efisien untuk menciptakan dan meningkatkan nilai dari suatu barang dan jasa (Assauri, 2008).

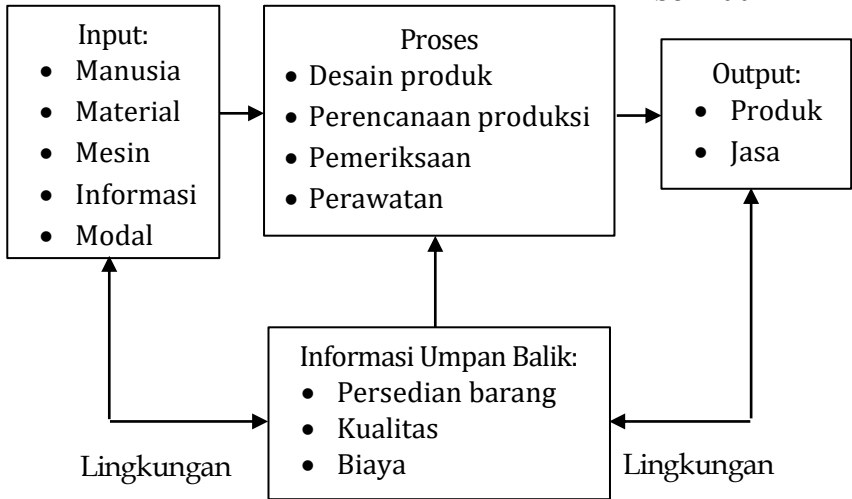
2. Manajemen operasi dan produksi adalah upaya untuk mengelola dengan baik penggunaan berbagai sumber daya seperti tenaga kerja, mesin-mesin, peralatan dan bahan baku agar menghasilkan produk dan jasa (Handoko, 2000).
3. Menurut Fogarty (1989), proses berkelanjutan yang efektif dengan memanfaatkan fungsi manajemen seefisien mungkin dengan menggabungkan berbagai sumber daya guna mencapai tujuan yang ditetapkan.
4. Manajemen operasi dan produksi merupakan rangkaian aktivitas yang menambah nilai melalui proses dengan mengubah *input* menjadi *output* berupa produk dan layanan jasa (Heizer and Render, 2011).
5. Manajemen operasi dan produksi adalah upaya mengelola dengan baik sumber daya yang ada dalam proses transformasi, sehingga menghasilkan *output* yang lebih bernilai daripada sebelumnya (Rusdiana, 2014).

Berdasarkan beberapa definisi yang telah disebutkan, dapat disimpulkan bahwa manajemen operasi melibatkan perancangan dan peningkatan sistem produksi serta mengubah sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan menjadi produk dan layanan jasa yang diinginkan sebagai *output* dengan tujuan memperoleh keuntungan (*profit*).

6.2.1 Produksi

Produksi adalah proses untuk meningkatkan nilai dengan menggabungkan elemen-elemen produksi seperti modal, tenaga kerja, teknologi dan keterampilan manajemen. Sedangkan sistem produksi merupakan keterkaitan komponen satu dengan komponen yang lain yang terdapat kolaborasi antara komponen

tersebut untuk mencapai sasaran organisasi (Widjaja *et al.*, 2022). Untuk skema sistem produksi ada pada gambar 6.1, seperti berikut:



Gambar 6.1. Skema Sistem Produksi
(Sumber : Nurliza, 2018)

Kegiatan produksi dilakukan untuk menciptakan atau meningkatkan kegunaan produk ke pelanggan dan pada akhirnya akan berdampak pada perusahaan yaitu meningkatnya keuntungan dan setiap kegiatan memerlukan komponen-komponen yang digunakan didalamnya atau yang biasa disebut faktor produksi. Faktor produksi yang biasa digunakan pada proses produksi terdiri atas:

1. Sumber Daya Alam

Sumber daya alam adalah hal-hal yang berasal dari alam yang digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Sumber daya alam mencakup:

- a. Tanah
- b. Tumbuhan

- c. Hewan
- d. Udara
- e. Cahaya matahari
- f. Material tambang, dsb

2. Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Tenaga kerja merupakan semua kegiatan manusia baik fisik maupun mental yang dicurahkan dalam proses produksi yang menghasilkan nilai tambah. Tenaga kerja menurut tingkatan (kualitas) dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. Tenaga kerja terdidik (*skilled labour*), yaitu individu yang telah menerima pendidikan, baik melalui metode formal maupun informal.
Contohnya dokter, peneliti, pengacara, guru.
- b. Tenaga kerja terlatih (*trained labour*), yaitu individu yang telah mengembangkan kemampuannya melalui pengalaman dan pelatihan.
Contohnya montir, teknisi, tukang ukir.
- c. Tenaga kerja tak terdidik dan tak terlatih (*unskilled and untrained labour*), yaitu individu yang tidak memiliki latar belakang pendidikan formal dan keahlian khusus, mereka hanya mengandalkan tenaga fisik.

Contoh: kuli pikul, tukang sapu.

3. Modal

Modal adalah komoditas atau hasil produksi yang dimanfaatkan untuk menciptakan sebuah produk. Dalam tahap produksi, modal dapat berupa peralatan dan material (bahan baku). Modal dapat dibagi menjadi dua (2) jenis, yaitu:

- a. Manfaat dalam Proses Produksi
 - 1) Modal tetap merujuk pada barang-barang yang dapat digunakan berulang kali selama berlangsungnya proses produksi.
Contohnya gedung, mesin
 - 2) Modal lancar merujuk pada barang-barang modal yang habis digunakan dalam satu kali pakai selama proses produksi..
Contohnya material.
- b. Bentuk Modal
 - 1) Modal konkret (nyata), merupakan modal yang terlihat yang dipergunakan selama proses produksi.
Contohnya gedung, mesin, bahan baku
 - 2) Modal abstrak (tidak nyata), merupakan modal yang tidak terlihat tetapi memiliki nilai pada perusahaan.
Contoh: reputasi perusahaan, *brand* perusahaan
- 4. Teknologi dan Informasi
Pada era globalisasi seperti saat ini, teknologi informasi merupakan rahasia kesuksesan semua perusahaan. Saat ini semua bergantung pada teknologi dan masyarakat juga sudah melek akan teknologi. Pada perusahaan besarpun juga sudah menggunakan teknologi seperti robot dan semua sudah bersifat komputerisasi. Dalam proses produksi penguasaan teknologi sangat penting karena dapat memudahkan proses, menghemat baik dari segi waktu, tenaga bahkan beban biaya. Sehingga penggunaan teknologi akan membuat proses produksi dapat berjalan secara efisien dan efektif.
- 5. Sumber Daya Pengusaha
Sumberdaya ini sering disebut sebagai kewirausahaan. Pengusaha memegang berperan penting dalam mengelola

dan menggabungkan faktor produksi yang ada guna meningkatkan nilai dari produk atau layanan dengan efisiensi dan efektivitas. Kewirausahaan ini erat hubungannya dengan manajemen. Seorang pengusaha harus memiliki keterampilan yang dapat diandalkan dalam mengatur dan menggabungkan faktor produksi yang ada. Selain itu, pengusaha perlu memiliki kemampuan untuk merencanakan, mengorganisir, mengarahkan dan mengendalikan operasi dalam suatu organisasi.

6.2.2 Operasional Manufaktur dan Jasa

Kegiatan operasional tidak sekedar berfokus pada industri yang berorientasi produk, namun juga layanan seperti jasa ataupun kombinasi dari perusahaan manufaktur dan jasa. Produk maupun jasa saling melekat dan terkadang menyulitkan untuk penentuan kebijakan yang berkaitan dengan kegiatan operasional pada suatu perusahaan. Kemampuan mengklasifikasikan barang dan jasa tentunya akan mempengaruhi dalam pengambilan keputusan. Berikut adalah klasifikasi barang dan jasa yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6.1. Klasifikasi Barang dan Jasa

Barang	Jasa
Memiliki bentuk fisik/ berwujud (<i>tangible</i>)	Tidak memiliki bentuk fisik (<i>intangible</i>)
Produksi dan konsumsi terpisah	Proses produksi dan konsumsi dilakukan secara bersama-sama
Bersifat umum, diproduksi dalam jumlah besar	Bersifat khas, diproduksi sesuai permintaan
Bentuk terstandarisasi	Tidak memiliki bentuk standar

Barang	Jasa
Interaksi pelanggan rendah	Interaksi pelanggan tinggi
Produk dapat didefinisikan secara pasti	Tidak terdapat definisi pasti tentang jasa
Produk berdasarkan informasi	Jasa didasarkan pada pengetahuan
Dapat digunakan berulang-ulang	Jasa digunakan sekali
Dapat disimpan sebagai persediaan	Tidak dapat disimpan
Pengukuran kualitas lebih mudah dilakukan	Kualitas jasa lebih sulit diukur
Penjualan dilakukan setelah produksi	Penjualan dan produksi dilakukan bersama
Mudah dipindahkan	Tidak dapat dipindahkan
Produksi dapat diotomatisasi	Tidak dapat diotomatisasi
Padat modal	Padat karya
Pengendalian kualitas dilakukan sebelum, setelah dan selama proses produksi	Pengendalian kualitas hanya dilakukan selama proses pelayanan

Sumber: Julyanthry *et al.*, 2020

Dari tabel diatas baik produk dan jasa memiliki standar kualitas yang wajib dipenuhi, serta proses pengerjaan yang telah dijadwalkan, yang membutuhkan fasilitas peralatan dan tenaga kerja yang tepat.

6.3 Ruang Lingkup Manajemen Operasi dan Produksi

Ruang lingkup manajemen operasi dan produksi mencakup rancangan atau persiapan sistem produksi dan operasi, serta menjalankan sistem tersebut. Menurut (Assauri, 2008) ruang lingkup manajemen operasi dan produksi meliputi:

1. **Pemilihan dan Perancangan Produk**
Dalam kegiatan produksi dan operasi memiliki aspek yang sangat luas, dimulai dengan menganalisis dan membuat keputusan sebelum memulai kegiatan produksi, umumnya berkaitan dengan jangka panjang.
2. **Seleksi dan desain proses serta peralatan**
Setelah produk di rancang, langkah selanjutnya adalah menentukan bagaimana prosesnya akan dilakukan dan peralatan apa yang diperlukan untuk setiap tahap proses tersebut.
3. **Penentuan lokasi dan *site* perusahaan serta unit produk**
Kelancaran produksi dan operasi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya bahan baku (*input*), dan juga dipengaruhi oleh efisiensi dan biaya distribusi baik produk maupun layanan jasa kepasar.
4. **Perencanaan tata letak (*lay out*) dan aliran kerja atau proses**
perencanaan tata letak (*lay out*) dan aliran kerja adalah faktor penting dalam menjalankan suatu proses produksi agar lancar. Rancangan harus mempertimbangkan optimalisasi waktu pergerakan selama proses berlangsung,
5. **Rancangan tugas perusahaan**
Rancangan tugas adalah bagian penting yang terintegrasi dari perancangan sistem. Organisasi kerja harus dirancang dengan cermat karena ini akan mempengaruhi bagaimana sebuah pekerjaan dijalankan dan pencapaian tujuan organisasi.

6. Strategi produksi dan operasi serta penentuan kapasitas
Perencanaan sistem produksi dan operasi harus didasarkan pada strategi produksi yang harus dipersiapkan sejak awal. Strategi ini harus mencerminkan tujuan dilakukannya produksi, misi dan kebijakan yang berkaitan dengan proses, kapasitas, persediaan, tenaga kerja dan kualitas (mutu).

Manajemen operasi dan produksi mencakup semua aktivitas operasi produksi yang dimulai dari perencanaan hingga pengiriman produk kepada konsumen. Secara umum, topik utama dalam manajemen produksi adalah perencanaan sistem produksi, pengendalian dan sistem informasi. Berikut tabel ruang lingkup manajemen operasi dan produksi:

Tabel 6.2. Ruang Lingkup Manajemen Operasi dan Produksi

Perencanaan sistem Produksi	Sistem Pengendalian Produksi	Sistem informasi Produksi
Perencanaan Produksi	Pengendalian Proses Produksi	Struktur Organisasi
Perencanaan lokasi produksi	Pengendalian bahan baku	Produksi atas dasar pesanan
Perencanaan letak fasilitas produksi	Pengendalian tenaga kerja	Produksi untuk persediaan
Perencanaan lingkungan kerja	Pengendalian biaya produksi	
Perencanaan standar produksi	Pengendalian kualitas pemeliharaan	

Sumber: Ali, 2011

6.4 Manfaat Manajemen Operasi dan Produksi

Beberapa manfaat penting dari manajemen operasi dan produksi adalah sebagai berikut (Unknown, 2023):

1. Meningkatkan motivasi karyawan
Melalui manajemen operasi dan produksi, setiap karyawan lebih memahami perannya dalam organisasi. Pelaksanaan kerja juga dilakukan di bawah pengawasan manajer operasi yang memastikan pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan sesuai dengan porsinya. Selain itu, perusahaan dapat memberikan apresiasi kepada karyawan sehingga akan meningkatkan motivasi karyawan.
2. Meningkatkan produktivitas kerja
Melalui aktivitas ini, manajer operasi memiliki kewajiban untuk melatih serta mendidik karyawan sehingga kemampuan dan produktivitas karyawan akan meningkat.
3. Membantu Mencapai Tujuan Perusahaan
Melalui aktivitas ini, manajer operasional harus memastikan bahwa setiap aspek dalam organisasi berjalan dengan lancar. Apabila terdapat kendala maka wajib dicari solusi dari permasalahan tersebut bersama dengan tim, sehingga tujuan perusahaan dapat tercapai.
4. Membantu Meningkatkan Kepuasan Pelanggan
Dengan manajemen operasi dan produksi yang baik akan dapat menghasilkan produk atau jasa yang terbaik, sampai pada proses pengiriman yang tepat waktu kepada pelanggan sehingga pelanggan akan merasa puas.

6.5 Fungsi Manajemen Operasi dan Produksi

Fungsi manajemen operasi dan produksi adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan
Fungsinya akan membantu perusahaan untuk memilih barang dan jasa yang akan diperjualbelikan. Bila berjalan

dengan baik akan membantu perusahaan untuk membuat keputusan strategis terkait pemilihan barang, serta mampu memilih dan mengidentifikasi produk yang menjadi tren di pasar.

2. Perencanaan

Selanjutnya adalah perencanaan yang matang untuk setiap aktivitas. tujuannya membantu perusahaan untuk membuat keputusan untuk menciptakan pelaksanaan operasi produksi. Metode apa yang digunakan selama proses produksi.

3. Pengoperasian

Pengoperasian adalah fungsi manajemen operasi dan produksi yang berperan dalam konteks perencanaan jangka panjang. Hal ini berkaitan dengan pengambilan keputusan untuk jangka panjang dan untuk jangka pendeknya melibatkan peramalan permintaan, penjadwalan pekerjaan dan pengalokasian (*job description*) karyawan.

4. Pengawasan (*Monitoring*)

Langkah selanjutnya dalam fungsi manajemen operasi dan produksi adalah untuk mengawasi pelaksanaan pencapaian tujuan perusahaan. Semua proses produksi yang dilakukan harus dipastikan bahwa setiap kegiatan tidak terdapat kendala dan ada pengawasan kinerja kepada karyawannya.

5. Pembaharuan

Terakhir adalah pembaharuan aspek-aspek di perusahaan dengan melakukan perbaikan pada sistem produksi sesuai dengan perubahan baik secara permintaan pasar, perubahan teknologi, organisasional ataupun manajemen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. 2011. *Modul Kuliah Manajemen Industri 'Manajemen Operasi dan Produksi', Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*. Available at: <https://staffnew.uny.ac.id/upload/132256208/pendidikan/Modul+5+2011.pdf> (Accessed: 9 September 2023).
- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Handoko, T.H. 2000. *Manajemen Operasi dan Produksi*. Yogyakarta: Liberty.
- Heizer, J. and Render, B. 2011. *Manajemen Operasi*. 9th edn. Jakarta: Salemba Empat.
- Julyanthry *et al.* 2020. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edited by J. Simarmata. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Nurliza. 2018. *Manajemen Produksi dan Operasi Pendekatan Mendasar Konsep dan Kasus*. 1st edn. Pontianak: IAIN Pontianak Press.
- Rusdiana, H.A. 2014. *Manajemen Operasi*. Edited by B.A. Saebani. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Unknown. 2023. *Memahami Manajemen Produksi dan Operasional dalam Bisnis*. Available at: <https://www.ocbcnisp.com/id/article/2023/07/05/produksi-dan-operasional-dalam-bisnis#:~:text=Manajemen%20produksi%20dan%20operasional%20dalam%20bisnis%20adalah%20aktivitas%20penting%20yang,bahwa%20aktivitas%20produksinya%20berjalan%20lancar>. (Accessed: 9 September 2023).
- Widjaja, W. *et al.* 2022. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edited by P.T. Cahyono. Batam: Yayasan Cendikia Mulia Mandiri.

BAB 7

KUALITAS DAN MANAJEMEN MUTU

Oleh Kasmawati

7.1 Pendahuluan

Saat ini perkembangan global semakin pesat khususnya di bidang industri. Hal ini membuat tingkat persaingan semakin ketat antar industri dan dunia usaha yang ada. Persaingan bisnis yang kuat yang tidak dapat dielakkan seiring dengan meningkatnya permintaan, perkembangan teknologi yang semakin canggih, dan wawasan konsumen yang mendalam, memaksa industri untuk berusaha mempertahankan daya saingnya, agar dapat bertahan dan bersaing dengan industri sejenis.

Dunia usaha atau industri harus memperhatikan beberapa faktor dalam persaingan saat ini, antara lain kualitas dan kuantitas produk atau jasa. Suatu produk atau jasa dianggap berkualitas bila memenuhi harapan dan keinginan pelanggan. Industri yang berkembang pesat dan persaingan yang semakin ketat menuntut dunia usaha untuk kompetitif dan fokus pada kualitas produk dan layanan.

Kualitas menjadi kunci untuk memenangkan persaingan dan meningkatkan kepuasan konsumen. Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikannya. Untuk memenuhi keinginan dan harapan konsumen, pelaku bisnis dapat melakukan banyak hal, termasuk menciptakan kesan yang baik kepada pelanggan terhadap produk dan layanannya (Kasmawati *et al.*, 2022).

7.2 Kualitas

Secara harfiah, kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang melibatkan orang, layanan, proses, produk, dan lingkungan yang melebihi dan memenuhi harapan konsumen (Moh. Ali Ramdhani, 2014). Kata kualitas memiliki arti yang sangat luas dan berbeda-beda, sehingga arti kata kualitas ketika menjangkau konsumen akan mempunyai konteks yang berbeda-beda.

Definisi kualitas menurut *American Society for Quality* yaitu *"Quality is the totality of features and characteristic of a product or service that bears on it's ability to satisfy stated or implied need."* Artinya kualitas sesuai dengan desain dan karakteristik umum produk dan jasa yang mampu memenuhi persyaratan. Mutu atau kualitas suatu produk/jasa jelas berarti sejauh mana produk atau jasa tersebut mampu memenuhi keinginan dan harapan konsumen (*fit for purpose atau tailor-made*).

Kualitas produk adalah suatu kemampuan produk untuk melakukan fungsi dan manfaatnya yang terdiri dari daya tahan produk, kehandalan, kinerja, keistimewaan, kesesuaian, estetika yang dimiliki oleh suatu produk secara keseluruhan. Sedangkan, kualitas pelayanan dapat diterjemahkan sebagai upaya memuaskan kebutuhan dan keinginan pelanggan serta ketepatan penyampaian pelayanan sesuai dengan harapan pelanggan. Kualitas pelayanan tidak dapat diukur dari sudut pandang perusahaan tetapi dapat diukur dari sudut pandang pelanggan (*perceived quality*) (Kasmawati *et al.*, 2022).

Kualitas layanan ialah tingkat keunggulan yang diharapkan dan pemantauan tingkat keunggulan ini dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Artinya, terdapat dua faktor utama yang mempengaruhi kualitas pelayanan, yaitu *expected service* (pelayanan yang diharapkan oleh konsumen) dan *perceived service* (pelayanan yang dirasakan oleh konsumen) (Kasmawati, 2023). Dalam dunia bisnis, kualitas

dapat diposisikan sebagai alat yang sangat ampuh untuk menjaga agar suatu industri tetap berjalan dengan baik, sehingga dapat dijadikan sebagai alat untuk memenangkan persaingan bisnis. Secara umum, terdapat 6 faktor yang berpengaruh terhadap mutu suatu produk, *yaitu machine, material, manpower, method, money* dan *motivation* atau sering disebut dengan 6M. Keenam faktor tersebut, dimana:

1. *Machine* (Mesin)

Kualitas produk yang baik sangat berpengaruh terhadap penggunaan mesin untuk menghasilkan produk tersebut. Saat ini semua perusahaan sangat selektif dalam memilih mesin yang akan digunakan untuk menghasilkan produknya, dikarenakan mempengaruhi *output* yang akan dihasilkan dan juga merupakan suatu hal perlu dipertimbangkan perusahaan dalam mempertahankan bisnisnya.

2. *Material* (Bahan)

Material atau bahan adalah salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk. Kualitas bahan yang digunakan perusahaan dalam menghasilkan produknya akan mempengaruhi kualitas *output* yang dihasilkan. Namun perusahaan saat ini ingin mengurangi biaya produksi sehingga lebih ketat dalam memilih material yang digunakan agar produk yang dihasilkan tetap sesuai dengan keinginan dan harapan konsumen.

3. *Manpower* (Manusia)

Manusia atau *manpower* yang mengerjakan proses produksi merupakan salah satu yang mempengaruhi kualitas produk. Setiap perusahaan menginginkan tenaga kerja yang kompeten dengan keterampilan yang tepat untuk melakukan pekerjaan. Menimbang hal tersebut, sumber daya manusia menjadi faktor yang penting dalam menjaga kualitas suatu produk. Terdapat beberapa hal yang bisa dilakukan dalam meningkatkan mutu

karyawan, salah satunya yaitu dengan mengadakan pelatihan-pelatihan, kesejahteraan, memberi motivasi, pemberian Jamsostek, *reward*, dan lain sebagainya.

4. *Method* (Metode)

Method (Metode) yang digunakan merupakan salah satu yang mempengaruhi kualitas produk. Metode atau proses melakukan pekerjaan yang belum tepat, belum jelas, belum terstandar, buruk dan tidak mengikuti prosedur yang telah ditetapkan akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan. Sehingga, metode atau cara yang digunakan juga harus sesuai dengan ketentuan atau prosedur yang ada.

5. *Money* (Keuangan)

Money (keuangan) merupakan salah satu yang mempengaruhi kualitas produk. Perusahaan harus mempunyai anggaran yang mencukupi untuk mampu bertahan dan meningkatkan kualitas output yang dihasilkan. Anggaran yang cukup diperlukan untuk biaya *maintenance*, memperbaiki produk cacat, memperbaiki alat produksi, dan lain sebagainya.

6. *Motivation* (Motivasi)

Motivation (Motivasi) juga berpengaruh terhadap peningkatan kualitas produk. Motivasi yang tinggi akan membuat seseorang melakukan pekerjaan secara maksimal. Kurangnya motivasi akan membuat seseorang kurang semangat dan tidak tertarik dalam melakukan sesuatu dengan maksimal, sehingga hal ini akan mempengaruhi proses produksi untuk mencapai produk berkualitas yang sesuai dengan keinginan pelanggan.

Kualitas merupakan faktor penting yang dicari oleh konsumen dan produsen. Konsumen mencari produk dan jasa dengan kualitas terbaik, sedangkan produsen berusaha memenuhi harapan konsumen dengan menghasilkan produk berkualitas. Kualitas produk mencakup banyak fitur dan

karakteristik berbeda yang mempengaruhi kemampuan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Harapan atau keinginan pelanggan yaitu keyakinan yang dimilikinya sebelum membeli atau mencoba suatu produk dan dijadikan sebagai standar atau tolak ukur untuk mengevaluasi kualitas suatu produk.

Mutu atau kualitas dapat ditentukan melalui beberapa aspek seperti tampilan, keandalan, kemudahan penggunaan dan estetika. Definisi konvensional ini menekankan bahwa karakteristik langsung suatu produk atau jasa memainkan peranan penting dalam menentukan kualitasnya. Dalam konteks ini, tampilan yang bagus, keandalan yang tinggi, kemudahan penggunaan dan daya tarik estetika merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan ketika akan mengevaluasi mutu suatu produk maupun jasa. Penerapan ISO 9001 yaitu bagian dari *total quality management* (TQM) yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya *defect* pada suatu produk dan untuk meningkatkan nilai dari konsumen. Dengan menerapkan standar ini, organisasi dapat mencapai kepuasan pelanggan dan mencapai tanda sertifikasi ISO 9001.

7.3 Manajemen Mutu

Manajemen mutu merupakan tindakan yang dilakukan suatu perusahaan dalam mempertahankan tingkat mutu yang diinginkan oleh perusahaan. Tindakan ini dilakukan dengan serangkaian kegiatan, yaitu penentuan standar mutu, peraturan yang diperlukan, dan aspek lainnya yang akan menentukan mutu produk atau jasa. Tujuan utama jangka panjangnya yaitu meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan agar stabil atau bahkan terus meningkat.

Sistem manajemen yang memperluas cakupan operasi untuk menghasilkan produk berkualitas yang memenuhi keinginan konsumen pada waktu yang telah ditentukan dengan biaya yang minimum disebut dengan manajemen kualitas terintegrasi.

Manajemen mutu terpadu atau sering di sebut dengan *total quality managemen* merupakan suatu tindakan yang dilakukan suatu perusahaan untuk mempertahankan tingkat kualitas yang diinginkan oleh perusahaan. *Total quality managemen* atau TQM sering juga disebut sebagai konsep perbaikan berkelanjutan yang melibatkan semua pegawai di semua tingkat organisasi guna mencapai keunggulan kualitas di semua aspek melalui proses manajemen. Tujuan utamanya adalah menciptakan budaya kualitas, melibatkan semua orang dalam organisasi dan memenuhi kebutuhan pelanggan. Prinsip-prinsip TQM meliputi fokus pelanggan, pemahaman berkelanjutan, perbaikan berkelanjutan, pendekatan berbasis bukti, kolaborasi tim, dan peran aktif pemimpin. TQM membawa manfaat seperti peningkatan kualitas, efisiensi, kepuasan pelanggan dan keunggulan kompetitif.

Pada hakikatnya manajemen mutu diartikan sebagai suatu kegiatan dalam meningkatkan kinerja secara berkelanjutan (*continuous performance enhancement*) di semua tingkat aktivitas atau proses pada setiap area fungsional suatu organisasi dengan memanfaatkan seluruh sumber daya manusia dan keuangan yang tersedia. Sistem mutu adalah bagian dari aktivitas, tanggung jawab, kebijakan, dan prosedur yang digunakan organisasi untuk menerapkan dan mempertahankan kualitas tingkat tinggi dalam produk, proses, dan layanan (Simanjuntak *et al.*, 2014).

Aktivitas pengendalian kualitas biasanya dilakukan oleh supervisor pabrik sebelum produk ditawarkan kepada pelanggan. Proses pengendalian mutu dilakukan secara bertahap mulai dari bahan baku diterima dari supplier, produk setengah jadi hingga produk jadi hingga produk sampai ke konsumen dan melakukan pemeriksaan keseluruhan atau pemeriksaan akhir secara bersama-sama untuk mampu

menciptakan produk bermutu yang dapat dicapai dan diterima oleh konsumen.

ISO 9001 merupakan merupakan *international standart* yang menetapkan persyaratan untuk sistem manajemen mutu. ISO 9001 pertama kali dikeluarkan oleh ISO di tahun 1987 dan versi terbarunya diterbitkan pada bulan September 2015. ISO 9001: Tahun 2015 memperkenalkan pendekatan berbasis risiko, pemahaman konteks organisasi, pemahaman yang lebih baik tentang kebutuhan pelanggan, peningkatan pengendalian dokumen, dan keterlibatan manajemen senior yang kuat.

7.3.1 Sistem Manajemen Mutu

Sistem manajemen mutu telah diterapkan dalam pengendalian dan pemantauan aktivitas internal suatu industri. Sistem manajemen mutu dapat juga di artikan sebagai alat untuk membantu perusahaan mempertahankan kualitas *outputnya* secara keseluruhan dan melibatkan sumber daya manusia yang memadai serta berorientasi pada kepuasan pelanggan (Azfa and Solihah, 2023).

Sistem manajemen mutu adalah komponen yang saling berhubungan yang menggunakan kebijakan yang ditetapkan untuk mencapai tujuan organisasi dan berfokus pada kebutuhan pelanggan, lingkungan, efisiensi dan efektivitas energi, kuantitas, dll.

7.3.2 Sistem Manajemen Mutu ISO 9001: 2015

Sistem manajemen mutu ISO 9001: 2015 adalah standar manajemen mutu yang diterbitkan oleh suatu organisasi internasional guna mentandardisasi mutu suatu industri, yang memuat persyaratan yang harus dilakukan oleh suatu industri atau organisasi ketika menetapkan sistem manajemen mutu.

Sistem manajemen mutu ISO 9001:2015 berisikan penekanan pada keterlibatan kepemimpinan, pengarahan risiko dan peluang bisnis dengan cara yang terstruktur,

menggunakan bahasa yang sederhana dan umum serta terminologi struktural, dan membantu organisasi menggunakan berbagai sistem manajemen yang lebih mudah, lebih efektif, dan mudah digunakan untuk bisnis berbasis pengetahuan maupun jasa (Azfa and Solihah, 2023).

Fungsi utama ISO 9001 adalah memberikan kepuasan kepada pelanggan sesuai dengan keinginannya. Dengan menerapkan sistem kendali mutu dan manajemen sesuai standar internasional, perusahaan dijamin mampu menghilangkan hambatan-hambatan manajemen yang tidak perlu. Menurut *International Organization for Standardization* terdapat tujuh prinsip yang mendasari ISO 9001: 2015 yaitu, secara khusus berfokus pelanggan, kepemimpinan, keterlibatan manusia, pendekatan proses, inovasi, pengambilan keputusan berbasis fakta, dan manajemen hubungan (Azfa and Solihah, 2023).

7.3.3 Prinsip-prinsip Manajemen Mutu

Prinsip utama manajemen kualitas atau mutu adalah konsep awal yang menuntun perusahaan dalam mencapai keunggulan mutu produk atau layanan yang disediakan (Chaeriah *et al.*, 2016). Berikut adalah beberapa prinsip manajemen mutu yang umumnya:

1. Fokus pada pelanggan
Perusahaan atau industri harus memahami dan memenuhi kebutuhan, harapan, dan persyaratan pelanggan dengan tujuan memberikan nilai tambah dan kepuasan pelanggan.
2. Keterlibatan semua pihak
Manajemen mutu melibatkan partisipasi dan kolaborasi semua anggota organisasi, termasuk manajemen, karyawan, pemasok, dan pelanggan, dalam mencapai tujuan mutu.
3. Pendekatan berbasis proses

Organisasi harus memahami dan mengelola proses bisnis secara holistik untuk mencapai efisiensi, efektivitas, dan mutu yang diharapkan.

4. Pendekatan berbasis bukti

Keputusan dan tindakan manajemen sebaiknya berlandaskan pada informasi yang tepat dan akurat serta analisis data yang baik untuk meningkatkan kualitas produk atau layanan suatu industri.

5. Perbaikan Berkelanjutan

Organisasi harus berkomitmen untuk terus melakukan perbaikan berkelanjutan dalam semua aspek operasional dan manajemen mutu, dengan menggunakan metode manajemen untuk menyelesaikan masalah pengendalian mutu dengan empat langkah secara berulang yaitu PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

6. Pendekatan sistematis

Manajemen mutu harus diintegrasikan ke dalam sistem manajemen keseluruhan organisasi, termasuk perencanaan strategis, pengendalian operasional, sumber daya manusia, dan pengukuran kinerja.

7. Keterlibatan pimpinan

Pemimpin organisasi harus mengambil peran aktif dalam memimpin dan mendukung pelaksanaan manajemen mutu, serta mempromosikan budaya kualitas dan inovasi.

8. Hubungan yang saling menguntungkan antar pemasok

Perusahaan harus membangun hubungan yang kuat dengan pemasok, berkomunikasi secara efektif, dan bekerja sama dalam mencapai tujuan bersama mengenai kualitas produk atau layanan.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip diatas, organisasi dapat mencapai keunggulan dalam manajemen kualitas dan

memberikan produk atau layanan berkualitas yang lebih baik kepada pelanggan.

7.3.4 Unsur-unsur Manajemen Mutu

Menurut Joseph Juran, terdapat beberapa unsur penting dalam manajemen mutu terpadu, yaitu:

1. **Perencanaan Mutu (*Quality Planning*)**
Merupakan proses perumusan tujuan mutu dan tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam mencapainya. Langkah-langkah perencanaan mutu melibatkan identifikasi kebutuhan pelanggan, penentuan standar mutu, perancangan produk/proses, dan perencanaan pengendalian mutu.
2. **Pengendalian mutu (*Quality Control*)**
Merupakan proses pengukuran, pemantauan, dan pengendalian terhadap kegiatan operasional guna memastikan bahwa suatu produk atau layanan memenuhi standar kualitas yang telah disepakati. Pengendalian kualitas melibatkan pengumpulan data, analisis statistik, pengendalian proses, dan identifikasi penyimpangan.
3. **Perbaikan mutu (*Quality Improvement*)**
Merupakan upaya untuk terus-menerus meningkatkan kualitas produk atau layanan melalui pengidentifikasian masalah, analisis akar penyebab, dan implementasi tindakan perbaikan. Perbaikan mutu melibatkan penggunaan metode dan alat-alat statistik untuk mengatasi masalah dan mencapai peningkatan yang berkelanjutan.
4. **Keterlibatan manajemen (*Management Involvement*)**
Menurut Juran, keterlibatan dan komitmen dari manajemen puncak perusahaan sangat diperlukan dalam memastikan keberhasilan implementasi manajemen mutu terpadu. Manajemen harus mendukung implementasi dan pemeliharaan sistem manajemen mutu, memberikan sumber

daya yang diperlukan, dan menunjukkan kepemimpinan dalam mempromosikan budaya mutu.

5. Pelatihan dan pendidikan (*Training and Education*)

Juran menekankan pentingnya pelatihan dan pendidikan bagi semua anggota organisasi agar mempunyai ilmu pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk mencapai mutu yang tinggi. Pelatihan harus mencakup pemahaman tentang konsep mutu, metode analisis, dan keterampilan dalam menerapkan alat-alat mutu.

6. Tim kerja (*Teamwork*)

Juran mengadvokasi kerjasama tim dalam pencapaian mutu yang tinggi. Tim kerja yang terdiri dari berbagai departemen dan tingkatan organisasi harus bekerja bersama untuk mencapai tujuan mutu dan memecahkan masalah yang terkait dengan mutu.

Elemen-elemen ini saling bergantung dan saling mendukung untuk menjamin keberhasilan manajemen mutu terpadu. Dengan menerapkan dan mengintegrasikan elemen-elemen diatas, suatu organisasi dapat meningkatkan mutu produk dan pelayanan, memenuhi kebutuhan pelanggan, serta memperoleh keunggulan kompetitif.

7.3.5 Manfaat Sistem Manajemen Mutu

Menurut Joseph Juran manfaat dari Manajemen Mutu Terpadu termasuk peningkatan kepuasan pelanggan, peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya, peningkatan reputasi dan citra perusahaan, serta peningkatan daya saing. Penerapan sistem manajemen mutu membawa banyak manfaat, terutama bagi pelanggan, dunia usaha, serta staf dan karyawan pada suatu industri

Beberapa manfaat yang bisa didapatkan dari implementasi sistem manajemen mutu pada sebuah perusahaan, salah satunya

adalah meningkatkan kepercayaan dan kepuasan pelanggan, terdapat perubahan kualitas produk dan jasa, meningkatkan *image* positif, menumbuhkan rasa motivasi di dalam diri karyawan, produktivitas meningkat, menghemat biaya, berkurangnya produk *defect* serta penyelesaian masalah yang lebih cepat. Sedangkan, beberapa manfaatnya para pelanggan adalah berkurangnya masalah dengan pelayanan maupun produk yang diterima oleh pelanggan, peningkatan pelayanan yang diterima oleh pelanggan dan kepuasan yang dirasakan oleh pelanggan terhadap produk maupun pelayanan yang diberikan oleh perusahaan.

7.3.6 Pengendalian Mutu

Proses pengendalian kualitas yang dilakukan oleh suatu perusahaan adalah untuk memantau kualitas produk dan jasa yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut dengan tujuan untuk meyakinkan pelanggan bahwa produk atau layanan yang diberikan dan dihasilkan oleh perusahaan adalah yang terbaik dan mempunyai mutu yang tinggi dan dapat memenuhi kebutuhannya.

Analisis pengendalian mutu merupakan salah satu unsur dasar yang harus dilakukan oleh suatu organisasi, perusahaan, atau instansi guna menghasilkan produk maupun jasa yang mampu memenuhi harapan dan keinginan konsumen. Kemungkinan cacat pada suatu produk lambat laun dapat merugikan perusahaan, sehingga perlu untuk melakukan pengendalian kualitas produk yang dihasilkan untuk meyakinkan konsumen bahwa produk yang dihasilkan perusahaan mempunyai kualitas yang tinggi dan dapat memenuhi kebutuhannya. Reputasi suatu perusahaan atau industri tercermin dari kualitas produk maupun pelayanan yang dihasilkan dan diberikan oleh perusahaan kepada pelanggan.

Upaya untuk meningkatkan mutu dan produktivitas sangat diperlukan untuk mencapai tujuan secara optimal. Langkah pertama dalam meningkatkan mutu adalah mengidentifikasi masalah utama, menentukan tujuan yang ingin dicapai, menganalisis kondisi saat ini, melakukan analisis sebab akibat, merencanakan tanggapan, melaksanakan perbaikan, mengevaluasi hasil perbaikan, standarisasi dan pemantauan atau tindak lanjut.

7.3.7 Alat bantu TQM

Alat bantu TQM terdiri dari 2 yaitu (Moh. Ali Ramdhani, 2014)

1. *Benchmark*

Merupakan kegiatan untuk membandingkan antara kinerja dengan matrik proses bisnis, dimana didalamnya terdiri dari biaya, waktu siklus, produktivitas, dan karakteristik lain yang dianggap sebagai tolok ukur oleh banyak orang sebagai standar industri atau praktik terbaik.

2. *Balanced Scorecard (BSC)*

Merupakan alat yang digunakan manajemen kinerja strategis untuk memantau kinerja aktivitas karyawan yang berada di bawah kendali dan memantau konsekuensi yang ditimbulkan dari aktivitas tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Azfa, M.F. and Solihah, R.H. 2023. 'Penerapan Sistem Manajemen Mutu ISO 9001 : 2015 dalam Mendukung dan Menunjang Pemasaran Produk', 02(04), pp. 15–24.
- Chaeriah, E.S. *et al.* 2016. 'Manajemen Berbasis Mutu', *Jurnal Manajemen Bisnis Krisnadwipayana*, 4(2), pp. 1–9.
- Kasmawati, K. *et al.* 2022. 'Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Pelanggan Menggunakan Structural Equation Modeling Partial Least Square pada PT. XYZ', *Jurnal Optimalisasi*, 8(1), p. 87
- Kasmawati, K. 2023. 'Analisis Kualitas Pelayanan Perpustakaan Menggunakan Metode Kano', 09(01), pp. 65–73.
- Moh. Ali Ramdhani. 2014. *Manajemen Operasi*, Edisi1. Pustaka Setia, Bandung
- Simanjuntak, M.R.A. *et al.* 2014. 'Analisis Sistem Manajemen Mutu Dan Pengaruhnya Dalam Meningkatkan Kinerja Operasional Bangunan Gedung Tinggi Perkantoran Di Jakarta Pusat', 4(2), pp. 92–102.

BAB 8

MANAJEMEN RANTAI PASOKAN

Oleh Priska Wulan Ndari

8.1 Pendahuluan

Klaus Schwab, pendiri dan ketua Forum Ekonomi Dunia, menyampaikan konsep Revolusi Industri 4.0 dalam bukunya yang berjudul "The Fourth Industrial Revolution." Ia mengusulkan bahwa Revolusi Industri 4.0 adalah gejolak besar dalam bentuk integrasi antara dunia fisik, digital, dan biologis. Menurut Schwab, teknologi seperti IoT, AI, dan robotika merupakan elemen sentral dalam perubahan ini dan akan mempengaruhi semua aspek kehidupan manusia. Revolusi Industri 4.0 didorong oleh kemajuan teknologi seperti *Internet of Things (IoT)*, kecerdasan buatan (AI), analisis data, robotika, dan otomasi tingkat tinggi (Fonseca, 2018). Teknologi-teknologi ini telah mengubah lanskap bisnis secara fundamental. Konektivitas yang luas ditandai dengan *Internet of Things (IoT)* memungkinkan perangkat dan sistem untuk terhubung dan berkomunikasi secara real-time. Ini membuka peluang besar untuk meningkatkan visibilitas dan koordinasi dalam rantai pasokan.

Revolusi Industri 4.0 menghasilkan volume data yang besar dan beragam. Data ini dapat digunakan untuk pemantauan, analisis, dan prediksi yang lebih baik dalam manajemen rantai pasokan. Teknologi AI dan analisis data memungkinkan personalisasi yang lebih besar dalam produksi dan pengiriman produk kepada pelanggan. Rantai pasokan dapat lebih responsif terhadap permintaan pelanggan. Adanya fleksibilitas produksi dalam otomasi tingkat tinggi dan produksi berbasis IoT memungkinkan perubahan cepat dalam produksi untuk

menyesuaikan dengan permintaan pasar yang berubah-ubah (Wulan Ndari, Achmadi and Vitasari, 2020).

Penggunaan teknologi dalam manajemen rantai pasokan dapat mengurangi biaya, mempercepat proses, dan mengurangi limbah, sehingga meningkatkan efisiensi keseluruhan. Dengan menggunakan teknologi blockchain, informasi tentang setiap langkah dalam rantai pasokan dapat dicatat dan diverifikasi. Hal ini membantu mengidentifikasi dan mengatasi masalah keamanan atau keaslian produk.

Manajemen rantai pasokan saat ini dihadapkan pada ketidakpastian yang lebih besar karena perubahan dalam perdagangan internasional, perubahan iklim, dan insiden global seperti pandemi COVID-19. Teknologi dalam Revolusi Industri 4.0 dapat membantu mengatasi beberapa tantangan ini dengan meningkatkan visibilitas dan reaktivitas dalam rantai pasokan. Peningkatan konektivitas dan penggunaan data yang lebih besar dalam manajemen rantai pasokan menimbulkan masalah terkait keamanan data dan privasi yang perlu diatasi. Dalam hal ini, manajemen rantai pasokan 4.0 melibatkan penerapan teknologi-teknologi canggih untuk mengoptimalkan rantai pasokan, meminimalkan risiko, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Ini adalah langkah kunci untuk menjawab tantangan dan peluang yang muncul dalam era Revolusi Industri 4.0, di mana visibilitas, ketepatan waktu, efisiensi, dan responsivitas dalam rantai pasokan menjadi lebih penting daripada sebelumnya.

8.2 Pentingnya Manajemen Rantai Pasokan

Supply chain (rantai pengadaan) adalah suatu sistem pada suatu organisasi itu menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggannya (Indrajit, 2003). Manajemen rantai pasokan (*Supply Chain Management - SCM*) memiliki peran yang sangat penting dalam dunia bisnis modern karena bagian integral dari operasi perusahaan yang mempengaruhi berbagai

aspek bisnis, termasuk keberlanjutan, efisiensi, dan kepuasan pelanggan. Manajemen rantai pasokan membantu perusahaan mengelola biaya produksi, penyimpanan, dan distribusi dengan lebih baik dapat mengurangi biaya operasional secara keseluruhan (Arif, 2018).

SCM membantu meningkatkan efisiensi dalam semua tahap rantai pasokan, dari pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk jadi. Ini termasuk peningkatan dalam proses, pengurangan waktu siklus, dan pengelolaan persediaan yang lebih baik. Dengan mengelola rantai pasokan dengan baik, perusahaan dapat memastikan bahwa bahan baku yang digunakan untuk produk berkualitas tinggi. Ini berkontribusi pada produk akhir yang lebih baik. Pengiriman tepat waktu adalah faktor penting dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Manajemen rantai pasokan yang baik membantu memastikan produk sampai kepada pelanggan sesuai jadwal (Liu *et al.*, 2019).

SCM mencakup manajemen risiko dan keamanan dalam rantai pasokan. Ini penting untuk menghindari potensi ancaman atau gangguan, seperti kekurangan bahan baku atau masalah dalam pengiriman. Perusahaan yang memiliki rantai pasokan yang baik cenderung dapat merespons kebutuhan pelanggan dengan lebih baik. Ini dapat meningkatkan tingkat kepuasan pelanggan dan membangun loyalitas. Manajemen rantai pasokan juga mempertimbangkan faktor-faktor keberlanjutan. Ini termasuk pengurangan limbah, penggunaan sumber daya yang lebih efisien, dan pemilihan pemasok yang berkomitmen terhadap praktik berkelanjutan. Manajemen rantai pasokan yang efektif dapat memberikan keunggulan kompetitif. Perusahaan yang dapat menyediakan produk berkualitas dengan biaya yang efisien dapat bersaing dengan lebih baik di pasar global.

8.3 Pengertian dan Konsep Dasar Manajemen Rantai Pasokan

8.3.1 Definisi dan ruang lingkup rantai pasokan.

Rantai pasokan (atau sering disebut juga sebagai *supply chain*) adalah jaringan interkoneksi yang melibatkan berbagai entitas, proses, aktivitas, dan sumber daya yang bekerja sama untuk menghasilkan, mengolah, dan mengantarkan produk atau layanan kepada pelanggan akhir. Rantai pasokan mencakup perjalanan produk atau layanan dari awal produksi hingga konsumen akhir.

Ruang lingkup rantai pasokan mencakup berbagai tahap dan elemen yang saling terkait, antara lain: pemasok (*Suppliers*) merupakan entitas atau organisasi yang menyediakan bahan mentah, komponen, atau layanan yang diperlukan untuk produksi. Produksi (*Manufacturing*), pada tahap ini melibatkan pengolahan bahan mentah menjadi produk jadi. Ini bisa melibatkan berbagai jenis proses produksi. Distribusi (*Distribution*) adalah tahap di mana produk jadi didistribusikan ke pusat distribusi, grosir, atau outlet ritel. Gudang (*Warehousing*) Gudang berperan dalam menyimpan stok produk dan memastikan ketersediaan produk saat diperlukan. Transportasi (*Transportation*) mencakup pergerakan fisik produk dari satu lokasi ke lokasi lain, baik melalui darat, udara, laut, atau rel. Manajemen Persediaan (*Inventory Management*) yaitu pengendalian stok produk agar tetap pada tingkat optimal, menghindari kelebihan persediaan atau kekurangan stok. Pengendalian Kualitas (*Quality Control*) yaitu melibatkan pengawasan dan pemantauan kualitas produk selama seluruh rantai pasokan.

Pengelolaan Permintaan (*Demand Management*)

Pengelolaan Permintaan (*Demand Management*) terdiri atas

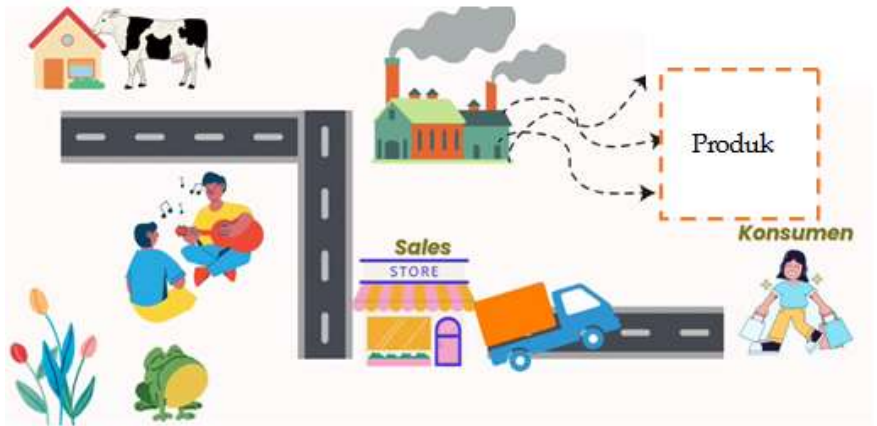
1. Manajemen Hubungan (*Relationship Management*) yang melibatkan kerja sama dengan pemasok, mitra bisnis, dan

- pelanggan untuk memastikan kolaborasi yang efektif dalam rantai pasokan.
2. *Sustainability and Ethical Considerations* yang mana semakin pentingnya masalah keberlanjutan dan etika dalam rantai pasokan, termasuk pertimbangan terkait lingkungan dan sosial.
 3. Teknologi Informasi (*Information Technology*) yaitu penggunaan sistem informasi dan teknologi untuk mengoptimalkan pengelolaan rantai pasokan, termasuk perencanaan persediaan, pelacakan, dan analisis data.
 4. Manajemen Risiko (*Risk Management*) yaitu identifikasi dan pengelolaan risiko yang mungkin mempengaruhi rantai pasokan, seperti gangguan produksi atau masalah logistik.
 5. Keamanan (*Security*) yaitu perlindungan terhadap ancaman keamanan fisik dan siber yang dapat mengganggu rantai pasokan.
 6. Kepatuhan (*Compliance*) yaitu mematuhi peraturan dan perundang-undangan yang berlaku dalam produksi, distribusi, dan transportasi produk.
 7. Pelayanan Pelanggan (*Customer Service*) yaitu memastikan bahwa produk atau layanan diterima dengan baik oleh pelanggan akhir dan menangani keluhan atau masalah yang mungkin timbul.
 8. Rantai pasokan merupakan komponen kritis dalam bisnis modern, karena dapat memengaruhi efisiensi operasional, kepuasan pelanggan, dan daya saing perusahaan. Oleh karena itu, manajemen rantai pasokan yang efektif adalah suatu keharusan dalam mencapai keberhasilan bisnis.

8.3.2 Komponen utama dalam rantai pasokan, termasuk pemasok, produsen, distributor, dan pelanggan.

Komponen utama dalam rantai pasokan mencakup pemasok (*suppliers*), produsen (*manufacturers*), distributor (*distributors*), dan pelanggan (*customers*). Berikut adalah empat elemen pokok dalam rantai pasokan:

1. Pemasok (*Suppliers*) adalah entitas atau organisasi yang menyediakan bahan mentah, komponen, atau layanan yang diperlukan untuk produksi produk atau penyediaan layanan.
2. Produsen (*Manufacturers*) adalah tahap dalam rantai pasokan di mana bahan mentah dan komponen yang diberikan oleh pemasok diubah menjadi produk jadi.
3. Distributor (*Distributors*) adalah entitas yang bertanggung jawab untuk mengambil produk dari produsen dan mendistribusikannya ke berbagai titik di rantai pasokan. Distributor memainkan peran penting dalam memastikan produk tersedia secara tepat waktu di pasar.
4. Pelanggan (*Customers*) adalah akhir dari rantai pasokan, yaitu individu atau organisasi yang membeli produk atau layanan untuk digunakan atau dikonsumsi akhir. Pelanggan adalah tujuan utama dari seluruh rantai pasokan, dan kepuasan pelanggan menjadi fokus utama dalam manajemen rantai pasokan yang efektif.



Gambar 8.1. Contoh Komponen Utama Manajemen Rantai Pasokan

8.3.3 Hubungan dan ketergantungan antara elemen-elemen dalam rantai pasokan.

Elemen-elemen dalam rantai pasokan saling terkait dan bergantung satu sama lain. Hubungan dan ketergantungan antara elemen-elemen ini memainkan peran penting dalam menjaga kelancaran operasi rantai pasokan. Berikut adalah hubungan dan ketergantungan antara elemen-elemen dalam rantai pasokan:

1. Pemasok ke Produsen

Pemasok menyediakan bahan mentah dan komponen yang diperlukan oleh produsen. Kualitas dan ketepatan waktu pengiriman dari pemasok memengaruhi kemampuan produsen untuk memproduksi produk yang berkualitas dan tepat waktu.

2. Produsen ke Distributor

Produsen mengirimkan produk jadi kepada distributor untuk distribusi. Ketersediaan produk dari produsen memengaruhi kemampuan distributor untuk memenuhi permintaan pelanggan.

3. Distributor ke Pelanggan

Distributor menyediakan produk kepada pelanggan akhir atau titik penjualan. Kecepatan pengiriman dari distributor dapat memengaruhi kepuasan pelanggan.

4. Pelanggan ke Produsen

Umpan balik pelanggan mengenai kebutuhan dan preferensi produk dapat membantu produsen memperbaiki produk atau mengembangkan produk baru. Perubahan dalam permintaan pelanggan dapat memengaruhi perencanaan produksi produsen.

5. Manajemen Persediaan

Manajemen persediaan yang efisien memungkinkan perusahaan untuk menghindari kekurangan stok atau kelebihan persediaan yang dapat mempengaruhi biaya dan ketersediaan produk. Informasi yang akurat mengenai persediaan menjadi penting bagi semua elemen rantai pasokan untuk merencanakan dan mengambil keputusan yang tepat.

6. Transportasi:

Transportasi yang efisien diperlukan untuk menggerakkan produk dari satu titik ke titik lain dalam rantai pasokan. Gangguan dalam transportasi seperti keterlambatan pengiriman atau kerusakan barang dapat berdampak negatif pada rantai pasokan.

7. Manajemen Permintaan

Peramalan dan pengelolaan permintaan yang tepat memengaruhi produksi, pengadaan, dan pengiriman produk. Pemahaman yang baik tentang permintaan membantu menghindari kelebihan persediaan atau kekurangan stok.

9. Manajemen Risiko

Manajemen risiko melibatkan identifikasi dan pengelolaan risiko yang dapat memengaruhi rantai pasokan, seperti bencana alam atau masalah politik.

10. Rantai pasokan yang tangguh perlu memiliki rencana kontinuitas bisnis dan strategi mitigasi risiko.

Ketergantungan yang baik antara elemen-elemen ini membantu menciptakan rantai pasokan yang efisien, fleksibel, dan responsif terhadap perubahan pasar dan permintaan pelanggan. Kolaborasi yang kuat antara semua pihak dalam rantai pasokan menjadi kunci keberhasilan dalam menjaga aliran produk atau layanan yang lancar.

8.4 Manajemen Persediaan

Manajemen persediaan adalah proses perencanaan, pengawasan, dan pengendalian stok produk atau bahan yang dimiliki oleh suatu perusahaan. Tujuan utama dari manajemen persediaan adalah menjaga keseimbangan yang tepat antara persediaan yang tersedia dan permintaan pelanggan, sehingga perusahaan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dengan efisien tanpa memiliki stok berlebihan yang memakan biaya (Chary, 2018).

8.4.1 Pengelolaan persediaan bahan baku, barang dalam proses (WIP), dan barang jadi.

1. Pengelolaan Persediaan Bahan Baku meliputi pemesanan Bahan Baku, Pengawasan Kualitas, Rotasi Stok dan Pemantauan Persediaan.
2. Pengelolaan Persediaan Barang dalam Proses (WIP)
Barang dalam proses adalah produk yang sedang dalam tahap produksi. Pengelolaan WIP melibatkan pemantauan yang cermat terhadap proses produksi, memastikan bahwa produk bergerak sesuai jadwal dan tidak mengalami masalah produksi, Pengendalian Kualitas: Proses produksi harus dipantau secara ketat untuk memastikan bahwa kualitas produk tetap terjaga. Pemeriksaan berkala dan pengujian kualitas menjadi penting serta pemantauan waktu produksi yaitu waktu yang dihabiskan untuk mengubah bahan baku

menjadi produk jadi karena membantu dalam perencanaan produksi dan pengendalian biaya.

3. **Pengelolaan Persediaan Barang Jadi**

Perencanaan Produksi perlu dilakukan untuk merencanakan berapa banyak produk jadi yang perlu diproduksi berdasarkan permintaan pelanggan yang melibatkan peramalan permintaan dan perencanaan produksi yang efisien. Sebelum produk jadi dikirim ke pelanggan, Pengelola Persediaan Barang Jadi harus melalui pengujian kualitas untuk memastikan bahwa memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Kemudian Produk jadi harus didistribusikan dengan tepat waktu kepada pelanggan. Pengelolaan persediaan produk jadi juga melibatkan manajemen distribusi dan logistik.

4. **Rotasi Stok**

Prinsip rotasi stok juga berlaku untuk barang jadi, khususnya jika produk memiliki tanggal kedaluwarsa.

8.4.2 Metode penghitungan persediaan

FIFO (First-In, First-Out)

FIFO adalah metode penghitungan persediaan yang menganggap bahwa barang atau bahan yang pertama kali masuk ke stok juga yang pertama kali digunakan atau dijual. Dalam FIFO, biaya persediaan dihitung berdasarkan harga perolehan barang yang lebih tua terlebih dahulu sebelum menghitung harga barang yang lebih baru. Metode ini sering digunakan dalam situasi di mana persediaan memiliki masa kedaluwarsa (seperti makanan) atau di mana produk yang lebih lama mungkin mengalami perubahan harga yang signifikan.

LIFO (Last-In, First-Out)

LIFO adalah metode penghitungan persediaan yang berkebalikan dengan FIFO. Ini menganggap bahwa barang atau

bahan yang terakhir masuk ke stok adalah yang pertama kali digunakan atau dijual. Dalam LIFO, biaya persediaan dihitung berdasarkan harga perolehan barang yang lebih baru sebelum menghitung harga barang yang lebih lama. Meskipun LIFO bisa memberikan manfaat pajak yang lebih besar dalam beberapa kasus, metode ini tidak selalu mencerminkan biaya persediaan yang sebenarnya dan mungkin tidak sesuai dengan prinsip akuntansi yang berlaku umum.

Just-In-Time (JIT)

JIT adalah pendekatan yang berbeda dalam pengelolaan persediaan. Ini bertujuan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan persediaan yang tidak perlu dengan mendapatkan barang hanya ketika diperlukan oleh proses produksi atau pelanggan. Dengan JIT, persediaan dianggap sebagai pemborosan dan biaya tambahan yang harus dihindari. Ini memungkinkan perusahaan untuk mengurangi biaya penyimpanan dan meningkatkan efisiensi operasional. JIT memerlukan koordinasi yang ketat dengan pemasok dan proses produksi yang andal dan efisien. Ini adalah pendekatan yang sering digunakan dalam industri otomotif dan manufaktur.

Pilihan metode penghitungan persediaan biasanya tergantung pada kebutuhan dan karakteristik bisnis tertentu. Metode yang digunakan dapat memengaruhi laporan keuangan, perpajakan, dan perencanaan persediaan. Oleh karena itu, perusahaan perlu memilih metode yang paling sesuai dengan situasi dan memastikan konsistensi dalam penggunaannya.

8.4.3 Model persediaan dan metode peramalan untuk mengoptimalkan tingkat persediaan.

Untuk mengoptimalkan tingkat persediaan, perusahaan dapat menggunakan berbagai model persediaan dan metode peramalan. Model persediaan membantu dalam menentukan

kapan harus memesan barang tambahan dan berapa banyak yang harus dipesan, sedangkan metode peramalan membantu dalam meramalkan permintaan pelanggan. Berikut beberapa model persediaan dan metode peramalan yang dapat mengoptimalkan tingkat persediaan:

1. Model Persediaan:

- a. Model Persediaan *EOQ (Economic Order Quantity)*:
EOQ adalah model persediaan yang bertujuan untuk menentukan jumlah pesanan optimal yang harus ditempatkan untuk mengurangi biaya persediaan, termasuk biaya pesanan dan biaya penyimpanan. Model EOQ mempertimbangkan tingkat permintaan, biaya pesanan, biaya penyimpanan, dan waktu pengiriman dalam perhitungannya.
- b. Model Persediaan *ROP (Reorder Point)*:
Model ROP membantu menentukan kapan harus memesan ulang barang dengan mempertimbangkan tingkat permintaan dan waktu pengiriman. ROP adalah tingkat persediaan yang, jika mencapai atau melebihi tingkat ini, akan memicu pemesanan ulang.
- c. Model Persediaan *ABC (Always Better Control)*:
Model ABC mengkategorikan barang dalam tiga kelompok berdasarkan nilai dan frekuensi permintaan. Hal ini membantu perusahaan untuk lebih memfokuskan upaya pengendalian persediaan pada barang yang lebih penting dan berharga.
- d. Model Persediaan *JIT (Just-In-Time)*:
Model JIT bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan persediaan yang tidak diperlukan dengan memesan barang hanya saat diperlukan oleh proses produksi atau pelanggan. Model ini mengandalkan koordinasi yang ketat dengan pemasok dan proses produksi yang efisien.

2. Metode Peramalan:

- a. Peramalan Statistik termasuk metode seperti peramalan rata-rata bergerak, peramalan eksponensial, dan regresi linier. Peramalan ini menggunakan data historis untuk meramalkan permintaan masa depan.
- b. Peramalan Kualitatif yaitu melibatkan penggunaan penilaian dan pendapat ahli untuk meramalkan permintaan. Cocok digunakan saat data historis terbatas.
- c. Peramalan Time Series cocok untuk data yang memiliki tren, musim, dan komponen acak. Ini mencakup dekomposisi waktu dan analisis musim.
- d. Peramalan Kuantitatif melibatkan penggunaan data numerik yang berhubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan, seperti harga, promosi, dan iklim ekonomi.
- e. Peramalan *Collaborative* melibatkan kolaborasi dengan pelanggan, pemasok, atau mitra bisnis lainnya untuk mendapatkan wawasan lebih lanjut mengenai permintaan yang akan datang.

8.5 Proses Pengadaan dan Pemilihan Pemasok

Proses pengadaan dan pemilihan pemasok adalah langkah penting dalam manajemen rantai pasokan yang melibatkan identifikasi, evaluasi, dan kontrak dengan pemasok yang akan menyediakan bahan mentah, komponen, atau layanan yang diperlukan oleh perusahaan (Javed and Wu, 2020).

8.5.1 Proses pengadaan dan sumber daya manusia dalam pembelian.

Proses pengadaan merujuk pada serangkaian langkah yang diperlukan untuk membeli barang, jasa, atau bahan mentah yang diperlukan oleh perusahaan. Proses ini mencakup identifikasi

kebutuhan, pemilihan pemasok, negosiasi kontrak, dan pengelolaan persediaan. Proses pengadaan yang baik dapat membantu perusahaan mendapatkan nilai terbaik dari pembelian.

8.5.2 Kriteria pemilihan pemasok, negosiasi kontrak, dan pengelolaan hubungan pemasok.

Kriteria pemilihan pemasok, negosiasi kontrak, dan pengelolaan hubungan pemasok harus :

1. Kriteria pemilihan pemasok :

Kualitas Produk atau Layanan:

Pemasok harus mampu menyediakan produk atau layanan yang memenuhi atau melebihi standar kualitas yang diinginkan oleh perusahaan yaitu : 1) Harga yang ditawarkan oleh pemasok harus bersaing dengan harga yang ditawarkan oleh pemasok lain di pasar. Ini termasuk mengidentifikasi biaya total kepemilikan, bukan hanya harga dasar, 2) Pemasok harus memiliki kapasitas produksi yang memadai untuk memenuhi permintaan perusahaan, serta kemampuan untuk mengatasi fluktuasi permintaan, 3) Memeriksa rekam jejak pemasok, termasuk reputasi dalam industri dan sejarah kerja sama dengan perusahaan lain, dapat memberikan wawasan tentang kualitas pelayanan, 4) Lokasi pemasok dan kemampuan logistik harus sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Ini dapat mempengaruhi waktu pengiriman dan biaya pengiriman, 5) Kemampuan pemasok untuk memberikan dukungan pelanggan yang baik, merespons permintaan dengan cepat, dan menangani masalah dengan efisien sangat penting, 6) Pemasok harus mematuhi semua standar kualitas dan regulasi yang berlaku dalam industri atau negara tertentu, dan 7) Pemasok yang stabil finansialnya dianggap lebih dapat diandalkan dalam jangka panjang.

2. Negosiasi Kontrak:

Setelah pemilihan pemasok, negosiasi kontrak adalah langkah berikutnya dalam memastikan bahwa semua persyaratan bisnis diatur secara jelas. Beberapa prinsip negosiasi kontrak yaitu: 1) Kontrak harus menguraikan dengan jelas spesifikasi produk atau layanan yang disepakati, waktu pengiriman, dan semua persyaratan lainnya. 2) Harga harus ditentukan dengan jelas, termasuk harga dasar, diskon, dan kondisi pembayaran, 3) Kontrak harus mencakup ketentuan untuk mengakhiri kontrak jika salah satu pihak gagal memenuhi kewajiban, 4) Jaminan kualitas dan garansi produk atau layanan harus dijelaskan dalam kontrak dan, 5) Kontrak harus mencakup jadwal pengiriman yang jelas dan persyaratan pengiriman lainnya.

3. Pengelolaan Hubungan Pemasok

Setelah kontrak ditandatangani, pengelolaan hubungan pemasok adalah langkah berkelanjutan untuk menjaga kerja sama yang efisien yaitu: 1) Secara berkala mengevaluasi kinerja pemasok dan memberikan umpan balik konstruktif, 2) Mempertahankan saluran komunikasi terbuka dengan pemasok untuk mengatasi masalah, berbagi informasi, dan berkoordinasi, 3) Bersama-sama mencari peluang perbaikan berkelanjutan dalam hubungan kerja sama dan proses operasional, 4) Menangani konflik atau perbedaan pendapat dengan pemasok dengan cara yang konstruktif dan profesional, 5) Menjaga keterbukaan dalam semua aspek hubungan, termasuk masalah finansial, perubahan dalam permintaan, atau kebijakan perusahaan yang berubah.

Pemilihan pemasok, negosiasi kontrak, dan pengelolaan hubungan pemasok adalah proses berkelanjutan yang dapat berdampak besar pada rantai pasokan dan kualitas produk atau layanan yang disediakan oleh perusahaan. Hubungan

yang kuat dan transparan dengan pemasok dapat meningkatkan efisiensi dan daya saing perusahaan.

8.5.3 Proses produksi, pengendalian kualitas, dan pengaturan aliran kerja

Proses produksi, pengendalian kualitas, dan pengaturan aliran kerja adalah elemen-elemen penting dalam operasi manufaktur atau produksi yang memengaruhi kualitas produk, efisiensi, dan produktivitas. Berikut adalah penjelasan tentang ketiga aspek ini:

1. Proses Produksi:

Proses produksi merujuk pada serangkaian langkah atau aktivitas yang dilakukan untuk mengubah bahan mentah menjadi produk jadi. Proses ini harus dirancang dengan baik untuk mencapai efisiensi dan kualitas yang diinginkan. Berikut adalah beberapa aspek dalam proses produksi:

a. Perencanaan Produksi

Ini melibatkan perencanaan berapa banyak produk yang harus diproduksi, jadwal produksi, dan alokasi sumber daya.

b. Pemilihan Peralatan

Memilih peralatan dan mesin yang sesuai dan canggih adalah kunci untuk mencapai efisiensi dalam produksi.

c. Pemantauan Proses

Selama produksi, proses harus dipantau dengan cermat untuk memastikan bahwa semuanya berjalan sesuai rencana dan kualitas produk tetap terjaga.

d. Kendali Kualitas dalam Proses

Kendali kualitas dalam proses berarti memastikan bahwa setiap tahap produksi memenuhi standar kualitas yang ditetapkan sebelumnya.

e. Manajemen Stok Bahan Baku dan Barang dalam Proses (WIP)

Mengelola persediaan bahan baku dan barang dalam proses adalah bagian penting dari proses produksi untuk menghindari kekurangan atau kelebihan persediaan.

2. Pengendalian Kualitas:

Pengendalian kualitas adalah upaya yang dilakukan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan. Ini mencakup langkah-langkah berikut: 1) Pemeriksaan berkala untuk memastikan bahwa produk sesuai dengan spesifikasi kualitas yang diinginkan, 2) Melakukan uji laboratorium atau pengujian kualitas untuk mengukur karakteristik fisik, kimia, atau fungsional produk. 3) Memastikan bahwa pemasok juga mematuhi standar kualitas yang ditetapkan dan mengirimkan produk yang memenuhi persyaratan, 4) Menggunakan alat statistik seperti kontrol statistik proses (SPC) untuk memantau dan mengendalikan kualitas selama produksi, 5) Mendengarkan umpan balik pelanggan untuk memahami apakah produk memenuhi harapan dan jika ada masalah yang perlu diperbaiki.

3. Pengaturan Aliran Kerja:

Pengaturan aliran kerja atau layout pabrik adalah cara produksi diatur fisik di dalam pabrik atau fasilitas. Ini dapat mempengaruhi efisiensi produksi, penggunaan ruang, dan kemudahan komunikasi antara tim produksi. Ada beberapa jenis pengaturan aliran kerja antara lain : 1) Pengaturan Aliran Kerja berdasarkan ProdukMesin dan peralatan yang diperlukan untuk menghasilkan produk tertentu ditempatkan berdampingan untuk produksi yang beragam, 2) Pengaturan Aliran Kerja Berdasarkan Proses: Aliran kerja didasarkan pada urutan operasi yang diperlukan dalam proses produksi sering digunakan dalam produksi berkelanjutan atau berulang, 3)

Pengaturan Aliran Kerja Berdasarkan Lokasi: Peralatan dan mesin ditempatkan sesuai dengan lokasi geografis tertentu dalam pabrik. Ini dapat meningkatkan efisiensi dalam produksi besar. 4) Pengaturan aliran kerja yang tepat dapat meminimalkan waktu tunggu, mempercepat produksi, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Hal ini juga dapat berdampak pada keamanan dan kenyamanan kerja karyawan.

8.5.4 Prinsip Lean Manufacturing dan metode Six Sigma.

Prinsip Lean Manufacturing dan metode Six Sigma adalah dua pendekatan yang berbeda yang digunakan dalam manajemen operasi untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan produktivitas dalam proses produksi, distribusi, dan logistik.

Lean & Six Sigma Paradigms

	<u>Technically</u>	<u>Culturally</u>	<u>Orientation</u>
Lean	Simple	Complex	Systemic
Six Sigma	Complex	Simple	Project

Gambar 8.2. Perbedaan Lean Manufacturing dan metode Six Sigma

1. Prinsip Lean Manufacturing

Lean Manufacturing, sering kali disebut sebagai "*Lean*," adalah sebuah filosofi dan pendekatan yang berfokus pada menghilangkan pemborosan (*waste*) dalam proses produksi dan distribusi. Pendekatan ini diterapkan dalam berbagai industri, termasuk manufaktur, layanan, dan logistik. Prinsip-prinsip utama Lean Manufacturing meliputi: 1) Identifikasi *Waste* (Pemborosan): Lean berupaya mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan seperti *overproduction* (produksi

berlebih), *inventory excess* (stok berlebih), *waiting time* (waktu menunggu), *transportation* (transportasi yang tidak perlu), dan sebagainya, 2) Peningkatan Aliran Nilai (*Value Stream Mapping*): Lean menggunakan alat seperti value stream mapping untuk menganalisis dan memahami aliran nilai dalam proses produksi atau distribusi. Tujuannya adalah memahami bagaimana nilai ditambahkan ke produk atau layanan dan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, 3) Pembuatan Stok Minimum (*Just-in-Time*): Lean berusaha untuk menciptakan proses produksi yang menghasilkan barang atau layanan hanya saat diperlukan, mengurangi stok berlebih, dan menghemat biaya penyimpanan, dan 4) Peningkatan Kualitas: Lean juga berfokus pada peningkatan kualitas produk atau layanan dengan mengidentifikasi penyebab masalah dan mengambil langkah-langkah untuk menghilangkannya.

2. Metode Six Sigma

Six Sigma adalah metodologi yang berfokus pada pengendalian kualitas dan pengurangan variasi dalam proses produksi atau distribusi. Metode ini berupaya memastikan bahwa produk atau layanan memenuhi atau melampaui standar kualitas yang ditetapkan. Metode Six Sigma melibatkan beberapa prinsip yaitu: 1) Definisi (*Define*): menentukan masalah yang akan dipecahkan dan mengidentifikasi parameter kualitas yang relevan, 2) Pengukuran (*Measure*): Mengumpulkan data dan melakukan analisis statistik untuk memahami variabilitas dalam proses, 3) Analisis (*Analyze*): Menganalisis data untuk mengidentifikasi penyebab akar masalah dan menentukan solusi yang mungkin, 4) Perbaikan (*Improve*): Mengembangkan dan menerapkan solusi untuk mengurangi variabilitas dan meningkatkan kualitas, 5) Kendalikan (*Control*): Menerapkan kontrol untuk memastikan

bahwa perbaikan dipertahankan dan tidak ada perubahan yang tidak diinginkan dalam proses.

8.5.5 Pengelolaan distribusi fisik, pengangkutan, pergudangan, dan pengiriman.

Pengelolaan distribusi fisik, pengangkutan, pergudangan, dan pengiriman adalah bagian penting dari manajemen rantai pasokan dan logistik yang bertujuan untuk memastikan produk atau layanan mencapai pelanggan dengan efisien dan sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah beberapa aspek yang terkait dengan pengelolaan distribusi fisik, pengangkutan, pergudangan, dan pengiriman:

1. Pengelolaan Rute Pengiriman

Hal ini melibatkan perencanaan rute yang optimal untuk mengirim produk ke berbagai lokasi pelanggan. Tujuannya adalah mengurangi jarak tempuh, waktu pengiriman, dan biaya transportasi.

2. Pilihan Moda Transportasi

Memilih moda transportasi yang sesuai dengan jenis produk, jarak, dan karakteristik pengiriman. Pilihan meliputi truk, kereta api, kapal, pesawat, dan lainnya.

3. Manajemen Pergudangan

Hal ini mencakup penyimpanan dan pengelolaan inventaris di fasilitas pergudangan. Ini termasuk pemilihan lokasi gudang, penyusunan stok, pemantauan inventaris, dan pengelolaan aliran barang masuk dan keluar.

4. Konsolidasi dan Desolidifikasi

Konsolidasi adalah praktik menggabungkan pengiriman dari beberapa sumber ke satu destinasi untuk mengurangi biaya. Desolidifikasi adalah proses memecah pengiriman yang besar menjadi pengiriman yang lebih kecil untuk distribusi lokal.

5. Teknologi dan Sistem Informasi

Menggunakan teknologi dan sistem informasi untuk melacak pengiriman, mengelola inventaris, memantau kondisi barang, dan memproses pesanan pelanggan dengan efisien.

6. Manajemen Kualitas dalam Distribusi

Memastikan bahwa produk atau layanan tetap dalam kondisi yang sesuai selama transportasi dan penyimpanan, terutama jika barang memiliki persyaratan khusus seperti suhu terkendali.

7. Pengelolaan Beban Kerja dan Tenaga Kerja

Mengelola beban kerja karyawan yang terlibat dalam operasi distribusi, seperti pengemudi truk, pekerja gudang, dan staf pengiriman, untuk memastikan efisiensi dan produktivitas.

8. Pemantauan dan Pelaporan Kinerja

Memantau kinerja distribusi dan logistik dengan metrik yang relevan seperti waktu pengiriman, tingkat kesalahan pengiriman, biaya pengangkutan, dan lain-lain. Informasi ini dapat digunakan untuk perbaikan berkelanjutan.

9. Kepatuhan Regulasi

Memastikan kepatuhan terhadap semua peraturan dan regulasi yang berkaitan dengan pengangkutan, termasuk perijinan, persyaratan keamanan, dan lingkungan.

10. Manajemen Risiko

Mengidentifikasi dan mengelola risiko yang terkait dengan pengiriman, termasuk risiko yang terkait dengan keamanan, kecelakaan, dan perubahan kondisi cuaca atau jalan.

Pengelolaan distribusi fisik, pengangkutan, pergudangan, dan pengiriman adalah bagian integral dari rantai pasokan yang efisien dan membutuhkan perencanaan yang cermat, pengawasan yang ketat, dan integrasi teknologi untuk mencapai tujuan efisiensi dan kepuasan pelanggan. Kesalahan dalam manajemen distribusi fisik dan logistik dapat berdampak negatif pada biaya dan layanan pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M. 2018. *Supply Chain Management : Konsep dan Pelaksanaan SCM, Fungsi SCM Bagi Perusahaan, Pengembangan dari SCM, Distribusi dalam SCM, Analisis Inventori, Pembelian dalam SCM, Procurement dalam SCM*. Yogyakarta: Deepublish (Group Penerbitan CV Budi Utama).
- Chary, S. 2018. *Production and Operations Management*. 6th Editio. India: McGraw Hill Education.
- Fonseca, L. M. 2018. 'Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits', *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 12(1), pp. 386–397. doi: 10.2478/picbe-2018-0034.
- Indrajit, R. E. dan D. 2003. *Konsep Manajemen Supply Chain Strategi Mengelola Manajemen Rantai Pasokan Bagi Perusahaan Modern di Indonesia*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Javed, M. K. and Wu, M. 2020. 'Effects of online retailer after delivery services on repurchase intention: An empirical analysis of customers' past experience and future confidence with the retailer', *Journal of Retailing and Consumer Services*, 54, p. 101942. doi: 10.1016/j.jretconser.2019.101942.
- Liu, W. *et al.* 2019. 'Service supply chain management: a behavioural operations perspective', *Modern Supply Chain Research and Applications*, 1(1), pp. 28–53. doi: 10.1108/MSRA-01-2019-0003.
- Wulan Ndari, P., Achmadi, F. and Vitasari, P. 2020. 'Implementasi Kesiapan UKM di Kota Malang di Era Revolusi Industri 4.0', *JURNAL TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN INDUSTRI*, 6(2). doi: 10.36040/jtmi.v6i2.3011.

BAB 9

PERANCANGAN SISTEM KERJA

Oleh Andi Haslindah

9.1 Pendahuluan

Analisis Perancangan Sistem Kerja adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik untuk mendapatkan suatu rancangan sistem kerja yang terbaik, yang terdiri dari manusia, mesin, material, dan peralatan kerja serta lingkungan kerja agar sistem kerja tersebut efektif dan efisien. Perkembangan ilmu Teknik industri diawali dengan pemikiran pemikiran oleh kedua orang yang sangat berjasa di ilmu Teknik industri yaitu F.w. Taylor dan F.B. Gilbreth.

1. F.W. Taylor

F.W. Taylor merupakan tokoh yang berkontribusi besar terhadap pengukuran waktu (time study). bekerja di pabrik baja di Amerika pada tahun 1891 sebagai seorang pengawas. Taylor melakukan perbaikan-perbaikan system kerja atau keseimbangan kerja terhadap pekerja yang ada. Yaitu pembagian waktu kerja dan waktu istirahat dalam pengukuran kerja. Taylor melakukan pengukuran-pengukuran waktu dengan menggunakan jam henti (stopwatch). Penentuan waktu jam henti dapat dikembangkan dengan metode lain seperti data waktu standar dan data waktu pergerakan, selain meluasnya penggunaan sampel tenaga kerja sebagai alternatif untuk mengukur waktu. Taylor tidak hanya mengembangkan ukuran waktu, pemikiran dan usaha untuk menemukan jalan terbaik, namun ia juga memberikan banyak kontribusi lain pada dunia sains dan industri, seperti:

- a. Pemikiran dan upaya memecahkan berbagai masalah secara ilmiah menggantikan trial and error, atau bahkan tidak berbuat apa-apa, seperti yang banyak dilakukan di kalangan industri pada saat itu. Dalam hal ini, Taylor juga menekankan pentingnya peran manusia dalam sistem produksi dan pentingnya menangani masalah-masalah yang berkaitan dengan manusia secara efektif. ilmuwan. Konsep ini telah dikenal luas dan dikenal dengan sebutan manajemen ilmiah atau manajemen ilmiah.
- b. Mengembangkan bentuk organisasi fungsional yang menurutnya, membentuk struktur yang cocok untuk mengatur sistem produksi atau semacamnya. Bentuk organisasi fungsional merupakan salah satu dari sekian banyak bentuk organisasi
- c. Penelitian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi panjang pahat akhirnya menghasilkan rumus yang masih dikenal sampai sekarang sebagai rumus umum pahat Taylor.

2. F.B. Gilbreth dengan studi geraknya

F. B. Gilbreth. Pada awalnya, dia adalah seorang kontraktor konstruksi yang sukses di AS. Dalam karyanya, seperti Taylor melihat cara para buruhnya bekerja, dia juga melihat inefisiensi gerakan kerja para tukang batu. Gilbreth semakin termotivasi untuk mempelajari kelemahan cara kerja ini dan ingin menjajaki kemungkinan untuk mengatasinya. Pada akhirnya, dia meninggalkan bisnis konstruksi dan bersama. Dengan bantuan istrinya, Lilian, seorang psikolog, Gilbreth melakukan penelitian tersebut. mempelajari. Gerakan kerja para pekerja diamati dan dipelajari. Terdapat 17 unsur

gerak yang dikembangkan oleh Gilbreth dan melalui unsur inilah dilakukan perbaikan gerak. Dalam kaitan ini, Gilbreth berpendapat bahwa perbaikan gerak lebih mungkin terjadi pada tataran unsur-unsurnya, yang pada gilirannya adalah perbaikan gerak.

3. Pengukuran Waktu dan Studi Gerakan

Hubungan erat antara ketepatan waktu dan studi gerak segera diperhatikan oleh khalayak industri saat ini. Memang benar, ketika Taylor juga meneliti cara terbaik untuk bekerja, Gilbreth memiliki banyak koneksi dengan Taylor sampai Gilbreth mengembangkan apa yang kemudian dikenal sebagai penelitian gerak.

Dengan studi gerak, dimungkinkan untuk mencapai berbagai desain sistem yang berfungsi dengan baik untuk tugas tertentu, yang juga diinginkan Taylor. Untuk mencari desain yang terbaik perlu dilakukan pengukuran waktu untuk memilihnya, yaitu mencari desain yang membutuhkan waktu paling singkat. Oleh karena itu penerapan kedua hasil ini selalu dilakukan secara bersamaan, sebagai dua hal yang saling melengkapi.

Dalam perkembangan selanjutnya, keduanya dianggap sebagai satu kesatuan yang dikenal dengan istilah “studi waktu dan gerak” atau studi tentang waktu dan gerak. Istilah lain yang kemudian sering digunakan untuk menyebut hal ini adalah rekayasa metode.

4. Perkembangan Pengukuran Kerja

Setelah teknik pengaturan waktu dan prinsip-prinsip kajian gerak digabung menjadi satu metode rekayasa yang mencerminkan pengakuan sebagai ilmu tersendiri, berbagai penelitian dilakukan untuk mengembangkannya. Diantaranya adalah sampling karya L.H.C. Tippett di Inggris pada tahun

1930-an, memberikan waktu bagi pekerja tidak langsung selain pekerja langsung.

Hasil lain dari penelitian lainnya adalah data waktu standar, yaitu pengembangan dan agregasi data jam kerja untuk berbagai pekerjaan dan komponennya. Di sini prinsip pengukuran waktu dan studi gerak digabungkan dengan metode matematika. Perkembangan lebih lanjut dari hal ini dikenal sebagai data waktu gerak, yaitu pengembangan kumpulan data waktu terstandarisasi untuk elemen bergerak dalam suatu sistem.

Faktor Sumber Daya Manusia (SDM) juga mendapat banyak perhatian karena sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari sistem kerja, SDM merupakan variabel hidup yang mempunyai banyak karakteristik dan kemampuan yang berbeda-beda, mempunyai pengaruh yang besar terhadap keberhasilan sistem kerja. dimaksud dalam mencapai tujuannya.

Sejak Perang Dunia Kedua, berbagai penelitian telah dilakukan mengenai kemampuan dan ketahanan manusia dalam kondisi kerja yang berbeda. Faktanya, penelitian mengenai hal ini telah dilakukan jauh sebelumnya, terutama oleh Gilbreth dan istrinya, namun orang-orang baru mulai menyadarinya selama perang. Hal ini terus berkembang dalam hal rekayasa manusia atau ergonomi. Aspek psikologis kerja tidak luput dari perhatian bidang alur kerja ini dan semua penelitian di atas bertujuan untuk mencapai desain sistem kerja terbaik.

9.2 Peta Peta Kerja

Peta Kerja merupakan representasi rangkaian aktivitas yang terjadi pada suatu proses kegiatan, yaitu selesainya suatu aktivitas dari awal (bahan mentah) hingga proses akhir (produk jadi). Representasinya dibuat dengan menggunakan simbol-simbol

standar tertentu. Simbol-Simbol ASME (American Society of Mechanical Engineers) dalam Proses Kegiatan

1. Operasi



Kegiatan dimana bagian tersebut mengubah sifat-sifatnya, baik fisika maupun kimia, memperoleh informasi tentang suatu keadaan, merakit benda, dan sebagainya.

Misalnya adalah proses gergaji, mengelem, mengukur, menghaluskan dan sebagainya.

2. Transportasi



Operasi dimana bagian, pekerja atau peralatan mengalami pergerakan yang bukan merupakan bagian dari operasi, atau adanya perpindaham tempat dari satu tempat dengan tempat lainnya.

Misalnya: mendorong dengan menggunakan tenaga manual, memindahkan benda dengan peralatan alat bantu, mengangkat benda dengan winch/katrol, memindahkan benda kerja dengan tangan/membawanya, dan sebagainya.

3. Pemeriksaan



Kegiatan dimana bagian-bagian atau perlengkapannya harus dikontrol baik kualitas maupun kuantitasnya.

Misalnya saja menghitung kecukupan barang produksi, membaca timbangan suhu, memeriksa informasi tertulis, dan masih banyak lagi.

4. Menunggu



Kegiatan dimana bagian, pekerja, atau peralatan tidak menjalani aktivitas apa pun selain menunggu (biasanya beberapa saat).

Misalnya pekerja menunggu barang dari stasiun lainnya, troli menunggu barang dari konveyor, dan sebagainya.

5. Penyimpanan



Aktivitas dimana bagian tersebut disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama. Jika bagian tersebut diambil kembali, biasanya memerlukan prosedur otorisasi tertentu.

Misalnya adalah penyimpanan produk jadi di gudang produksi, dll.

6. Gabungan

Kegiatan atau mewakili aktivitas umum. Suatu bagian dianggap demikian jika bagian tersebut tunduk pada aktivitas operasi dan pengendalian yang dilakukan secara bersamaan atau dilakukan di tempat kerja.

9.2.1 Peta Kerja Keseluruhan

Peta kerja keseluruhan adalah peta kerja yang dapat mengungkapkan keadaan sebenarnya dari keseluruhan proses dan kemudian dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisis alur kerja saat ini.

Berbagai jenis peta kerja utama, bergantung pada penggunaannya, mencakup peta proses aktivitas, peta proses, peta proses kelompok kerja, dan diagram alur.

1. **Peta Proses Operasi atau OPC** merupakan peta kerja yang berupaya menggambarkan urutan pekerjaan dengan membagi pekerjaan ke dalam unsur-unsur operasional yang terperinci.

Kegunaan Peta proses Operasi (OPC) :

- a. Dapat mengetahui kebutuhan dan anggaran mesin.
- b. Dapat memperkirakan kebutuhan bahan baku.
- c. Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.
- d. Sebagai alat untuk meningkatkan penggunaan kerja.
- e. Sebagai alat pelatihan profesional, dll.

2. **Peta Aliran Proses** adalah diagram yang menunjukkan urutan operasi, pemeriksaan, pengangkutan, delay, dan penyimpanan yang berlangsung dalam suatu proses, dan juga berisi informasi yang diperlukan untuk analisis, seperti waktu yang diperlukan dan interval cara perpindahan. FPC berguna untuk menganalisis “biaya tersembunyi” seperti pergerakan material (transportasi) dan waktu menganggur/pembongkaran (latensi). Dari peta FPC, kami dapat menghilangkan elemen proses yang tidak efisien dan memperbaiki metode dan tata letak pekerjaan.

Kegunaan peta aliran proses (FPC) :

- a. Mengetahui aliran bahan atau aktivitas orang dari awal keterlibatan proses hingga aktivitas akhir.
 - b. Memberikan informasi tentang waktu penyelesaian suatu proses.
 - c. Mengetahui jumlah operasi yang dialami atau dilakukan oleh manusia dalam proses tersebut.
 - d. Alat untuk meningkatkan suatu proses atau metode kerja.
3. **Peta proses kelompok kerja (PPKP)** adalah kumpulan beberapa peta aliran proses, dimana setiap peta aliran proses menunjukkan serangkaian pekerjaan operator.

Kegunaan peta proses kelompok kerja

Peta ini dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisis aktivitas suatu kelompok kerja. Tujuan utama yang dianalisis oleh kelompok kerja ini adalah untuk meminimalkan waktu tunggu.

Mengurangi waktu tunggu berarti kita dapat mencapai tujuan nyata lainnya, antara lain:

- a. Dapat mengurangi biaya produksi atau pembuangan
- b. Dapat mempercepat waktu produksi atau penyelesaian

4. Diagram alir adalah diagram yang menggambarkan suatu algoritma, alur kerja, atau proses yang menunjukkan langkah-langkah sebagai simbol grafis dan urutannya dihubungkan oleh panah. Diagram ini menunjukkan contoh atau deskripsi solusi masalah.

Kegunaan diagram alir yaitu:

- a. Penjelasan lebih detail mengenai diagram alir proses, terutama jika arah aliran merupakan faktor yang penting.
- b. Dapat memperbaiki tata letak/lay out tempat kerja.

9.2.2 Peta Kerja Setempat

Peta kerja setempat adalah peta kerja yang menggambarkan proses-proses yang berlangsung di perusahaan atau departemen yang dapat digunakan untuk memantau dan meningkatkan proses kerja di tempat kerja. Gerakan pada peta kerja lokal disebut juga gerakan mikro. Kartu layanan lokal digunakan untuk memantau dan meningkatkan proses kerja di tempat kerja. Peta kerja regional menggambarkan hubungan kerja (sepanjang waktu) antara proses kerja manusia dan mesin dalam sistem manusia-mesin. Ada beberapa jenis peta tenaga kerja setempat, antara lain sebagai berikut.

1. Peta Pekerja dan Mesin

Peta pekerja dan mesin merupakan peta kerja yang menggambarkan susunan antara waktu kerja dan waktu menganggur suatu kombinasi pekerja dan mesin.

Penggunaan kartu pengguna dan mesin meliputi:

- a. Lihat hubungan antara waktu kerja pekerja dan waktu kerja mesin
- b. Meningkatkan efisiensi pemanfaatan dan meningkatkan keseimbangan kerja, dengan cara:
 - 1) Mengubah tata letak tempat kerja, Mengubah tata letak tempat kerja
 - 2) Desain pekerjaan sangat mempengaruhi waktu operasional. Jika tempat kerja diubah, waktu penyelesaiannya mungkin lebih singkat.
 - 3) Reorganisasi pergerakan kerja, penataan kembali pergerakan pekerja akan memberikan kontribusi besar dalam mengurangi downtime, meningkatkan efisiensi kerja, mempengaruhi konsumsi energi.
 - 4) Memikirkan kembali jalan, mesin dan peralatan. Pekerjaan memindahkan benda berat menggunakan peralatan yang efektif untuk mencapai efisiensi dan menyesuaikan dengan kapasitas peralatan yang bergerak. Menambahkan pengguna untuk suatu mesin atau sebaliknya, menambahkan mesin untuk pengguna.

2. Peta Tangan Kanan Tangan Kiri

Peta tangan kanan tangan kiri adalah peta kerja wilayah yang menunjukkan seluruh usaha dan gerak bebas yang dilakukan oleh tangan kiri dan kanan. Selain itu, kartu kanan-kiri juga menunjukkan perbandingan fungsi yang diberikan pada kiri dan kanan saat bekerja.

Kegunaan peta tangan kanan tangan kiri:

- a. Menyesuaikan kedua gerakan tangan dan mengurangi kelelahan
- b. Hilangkan atau kurangi gerakan-gerakan yang tidak perlu dan tidak produktif, sehingga mengurangi waktu kerja
- c. Sebagai alat untuk menganalisis struktur stasiun kerja
- d. Sebagai alat untuk melatih karyawan baru dalam cara kerja yang lebih baik

9.3 Perancangan Kerja (Study Gerakan)

Kajian tentang gerak penting dalam analisis berbagai gerak bagian tubuh pekerja dan pelaksanaan pekerjaannya. Gerakan tangan yang tidak perlu diharapkan dapat dikurangi bahkan dihilangkan untuk menghemat waktu kerja yang pada akhirnya dapat menghemat penggunaan fasilitas yang tersedia untuk bekerja. Kegunaan studi gerak meliputi:

1. Meningkatkan kemampuan pegawai melalui penerapan metode yang baik, penggunaan alat yang baik dan menghilangkan pekerjaan yang tidak diperlukan.
2. Masa pakai alat berat dapat ditingkatkan.
3. Mengurangi kelelahan pengguna.
4. Mengurangi biaya tenaga kerja karena lebih sedikit limbah di industri manufaktur.

F.B Gilbert dibantu istrinya Lilian memantau pergerakan pekerja dan pelaksanaan tugasnya. Dasar analisis Gilbert adalah ketidakmungkinan yang dimiliki pekerja mana pun. Pengertian studi mobilitas sendiri adalah penelitian yang dilakukan terhadap berbagai pergerakan bagian tubuh pengguna dan kinerja pekerjaannya. Tujuan dari analisis Gilbert adalah agar setiap pengguna dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan gerakan-gerakan yang tidak perlu guna mencapai tujuan menghemat waktu, tenaga dan uang serta mencapai gerakan EASNE yang maksimal. Ada 17 gerakan dasar yang dipaparkan Gilbert dalam analisisnya

tentang gerakan kerja. 17 jurus ini kita kenal sebagai "*Therbligh*". Unsur-unsur setiap gerakan, baik yang dilakukan sebagian maupun bersamaan dengan unsur lain, dalam satu siklus atau lainnya, meliputi:

1. Mencari (Search/Sh)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat mata atau tangan bergerak mencari benda sejenis dan berakhir pada saat benda tersebut ditemukan.

2. Memilih (Select/St)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat mata atau tangan bergerak mencari benda yang berbeda dan berakhir pada saat benda tersebut ditemukan.

3. Memegang (Grasp/G)

Yaitu gerakan yang dimulai ketika jari pertama masuk dan berakhir ketika tangan menggenggamnya.

4. Menjangkau (Reach atau Transport Empty/TE)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat tangan mulai bergerak tanpa beban dan berakhir pada saat tangan berhenti bergerak.

5. Membawa (Move atau Transport Loaded/TL)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat tangan mulai menggerakkan beban dan berakhir pada saat tangan berhenti bergerak.

6. Memegang untuk memakai (Hold/H)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat tangan siap menggunakan alat kerja dengan cara memegangnya dan berakhir pada saat tangan berhenti menggunakannya.

7. Melepas (Release Load/RL)

Merupakan gerakan yang dimulai saat benda mulai terlepas dari tangan dan berhenti saat semua jari tidak lagi bersentuhan.

8. Mengarahkan (Position/P)

Merupakan gerakan yang dimulai ketika tangan mengarahkan sesuatu ke suatu arah dan berakhir ketika tangan berhenti bergerak.

9. Mengarahkan sementara (Pre-Position/PP)

Merupakan gerakan yang dimulai ketika tangan menuntun sesuatu ke suatu arah dalam jangka waktu tertentu dan berakhir ketika tangan berhenti bergerak.

10. Pemeriksaan (Inspect/I)

Merupakan gerakan yang dimulai saat mata dan tangan mulai bereksplorasi dan berakhir saat proses eksplorasi selesai.

11. Perakitan (Assemble/A)

Merupakan gerakan yang dimulai saat tangan mulai memasukkan suatu benda dan berakhir pada saat proses selesai.

12. Lepas rakit (Disassemble/DA)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat tangan berusaha memisahkan, mengeluarkan bahan dari benda dan berakhir pada saat bahan sudah terpisah seluruhnya.

13. Memakai (Use/U)

Merupakan gerakan yang dimulai saat tangan mulai melakukan suatu tugas dan berakhir saat proses tersebut selesai.

14. Kelambatan yang tidak terhindarkan (Unavoidable Delay/UD)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat tangan melambat akibat terputusnya siklus kerjanya dan berakhir pada saat gerakan kembali normal.

15. Kelambatan yang dapat dihindarkan (Avoidable Delay/AD)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat tangan melambatkan gerakannya karena adanya gangguan di luar

perintah kerjanya dan berakhir pada saat gerakan kembali normal.

16. Merencanakan (Plan/Pn)

Merupakan gerakan yang dimulai saat pengguna mulai berpikir, merencanakan langkah selanjutnya yang harus diambil dan berakhir saat keputusan diambil.

17. Istirahat untuk menghilangkan kelelahan (*Rest to Overcome Fatigue/R*)

Merupakan gerakan yang dimulai pada saat tangan berhenti bekerja karena cacat atau keterbatasan fisik atau mental dan berakhir pada saat pekerja sembuh.



Gambar 9.1. Simbol Elemen Kerja Therblig

9.4 Pengukuran Waktu Kerja

1. Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu kerja (*time study*) adalah tugas yang bertujuan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan seorang pekerja (terampil dan terlatih) untuk melakukan pekerjaan dalam kondisi normal dan dengan cara yang tepat.

Tujuan dari sistem pengukuran kerja adalah untuk mengetahui waktu rata-rata yang diperlukan untuk pekerjaan seorang pekerja terlatih jika ia diharuskan melakukannya 8 jam sehari, dalam kondisi kerja normal dan pada jam kerja normal. laju. Waktu ini disebut waktu standar.

Pencarian pekerjaan dan analisis pekerjaan akan fokus pada bagaimana pekerjaan itu akan berjalan. Penetapan biaya tenaga kerja adalah penerapan sistem yang dirancang untuk mengalokasikan waktu yang dibutuhkan rata-rata pekerja untuk melakukan keluaran tertentu pada tingkat pekerjaan tertentu. Ini mengacu pada lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas yang diberikan. Ini berarti waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu tugas atau tugas, dan fakta bahwa tugas tersebut harus diselesaikan secara lengkap dalam kondisi tertentu seiring berjalannya waktu.

Penilaian kinerja membantu mengungkap inefisiensi di tempat kerja, aktivitas yang sia-sia, dan pemborosan. Pelayanan harus diukur untuk hal-hal berikut:

Evaluasi kerja adalah suatu proses untuk menentukan waktu baku, yaitu waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tugas tertentu, berdasarkan pengukuran waktu kerja dengan cara tertentu, dengan memperhitungkan kelelahan dan keterlambatan pribadi yang tidak dapat dihindari. Proses pembelajaran merupakan suatu proses yang penting untuk

mengurangi pekerjaan yang dilakukan, termasuk menghilangkan perpindahan bagian suatu benda atau pekerjaan yang tidak diperlukan dan mengganti metode yang baik dengan yang buruk. Analisis kerja melibatkan pencarian, pengurangan dan penghapusan waktu menganggur, yaitu waktu yang tidak bekerja secara efektif, apapun alasannya. Pengukuran kinerja, seperti namanya, memberikan manajemen cara untuk mengukur waktu yang dibutuhkan untuk melakukan suatu tugas atau proses sedemikian rupa sehingga menunjukkan waktu non-produktif dan dapat dipisahkan dari waktu efektif. Dengan cara ini, keberadaan, sifat, dan luasnya diketahui, padahal sebelumnya tersembunyi secara keseluruhan.

2. Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik. Menurut Satalaksana (2006).

Waktu standar adalah waktu yang dibutuhkan seorang pekerja terampil untuk menyelesaikan pekerjaannya. Waktu baku disini memperhitungkan waktu tunggu dengan mempertimbangkan kondisi dan kondisi pekerjaan yang akan dilakukan.

Secara umum, waktu standar dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan seorang pekerja dengan kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu tugas. Termasuk ruang untuk bermanuver ke kiri dengan mempertimbangkan kondisi dan kondisi pekerjaan yang akan dilakukan. Oleh karena itu, waktu baku yang dibuat dalam alur kerja ini dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana kerja yang menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan, jumlah yang akan diproduksi, dan

jumlah pekerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. . pekerjaan.

Selain itu, cara mendapatkan standar waktu dari data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 2018):

1. Perhitungan Waktu Siklus Menghitung waktu siklus. Waktu siklus pengukuran adalah waktu rata-rata aritmatika untuk setiap item yang diukur dan dikonversi untuk memperhitungkan hasil unik untuk setiap item.:

$$Ws = \sum Xi/n$$

Dimana Ws = Waktu siklus,

n = Jumlah pengamatan

2. Menghitung Waktu Normal Sebelum menghitung waktu normal, penting untuk menentukan tingkat kinerja dan menghitung waktu normal untuk setiap aktivitas-aktivitas kerja atau elemen kerja pada stasiun kerja.

$$Wn = Ws \times P$$

Dimana Wn = Waktu normal, dan p adalah faktor penyesuaian

P adalah Faktor Penyesuaian merupakan suatu alat yang memungkinkan pekerja melakukan tugas-tugas lain di luar pekerjaan pokoknya, sehingga dapat diperoleh waktu kerja penuh dan dapat mewakili proses kerja yang diamati.

3. Menghitung waktu baku untuk menghitung waktu standar atau waktu standar yang harus disesuaikan dengan waktu standar penuh dengan mempertimbangkan kebutuhan pribadi, penundaan dan kelelahan yang tidak perlu..

$$Wb = Wn (100 \% / 100\% - allowance)$$

Dimana Wb = Waktu baku, l adalah allowance

Menghitung waktu **normal** atau waktu standar disesuaikan dengan waktu **penuh**, dengan mempertimbangkan kebutuhan pribadi, penundaan dan kelelahan yang tidak perlu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Hanafie, Andi Haslindah, Suradi, 2020, Penerapan Waktu Kerja Dengan Metode Pengukuran Kerja Secara Langsung Pada Proses Pembuatan Putu, Jurnal : ILTEK ; Ilmu Teknologi, Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Islam Makassar
- Ahmad Hanafie, Andi Haslindah, 2021, ERGONOMI, Penerbit : CV. AA. Rizky.
- Ahmad Hanafie, Andi Haslindah, 2021, Evaluation of Work Position Using Subyektivty Approach Based On RULA Method, Jurnal : Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM), Penerbit : Fakultas Teknologi Industri - Universitas Muslim Indonesia
- Ahmad Hanafie, Andi Haslindah, 2019, ERGONOMIC SEATING DESIGN ON MACHINE COMBINE HARVERTER, Advences In Engineering Research, Proceedings of the First International Conference on Materials Engineering and Management - Engineering Section (ICMEMe 2018), Volume : 165, Penerbit : Atlantis Press.
- Ahmad Nurokhim , 2021, Peta Kerja: Pengertian, Simbol, dan Jenis Peta Kerja.
<https://informasains.com/edu/post/2021/03/peta-kerja-pengertian-simbol-dan-jenis-peta-kerja/>
- Aldian, 2017, Peta kelompok kerja atau Peta Proses Kelompok Kerja, <http://xindustri.blogspot.com/2017/08/peta-kelompok-kerja-peta-proses.html>
- Andi Haslindah, Ahmad Hanafie, dkk. 2023. Rancangan Alat Pelipat Sarung Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dalam Penerapan Ergonomis, Jurnal : Jurnal Rekayasa Industri (JRI), Penerbit : Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Widya Mataram.

- Andi Haslindah, Ahmad Hanafie. 2021. Keseimbangan Tenaga Kerja Pada Stasiun Kerja Bagian Proses Retouching Saat Pandemi Covid-19 Dengan Pendekatan Waktu Standar, Penerbit : Departemen of Electrical Faculty of Engineering and Informasi - Universitas Patria Artha.
- Andi Haslindah, Mora, 2021, Kepuasan Ditinjau dari Kualitas Pelayanan dan Kualitas Produk. Meningkatkan Kepuasan MANAJEMEN PEMASARAN Konsep & Studi Kasus, Penerbit : CV. AA. Rizky
- Desi Ariska, 2012, Studi Gerakan Dan Ekonomi Gerakan, <https://www.scribd.com/doc/86282765/Studi-Gerakan-Dan-Ekonomi-Gerakan#>
- Diklat Kerja. 2023. Work measurement (Pengukuran kerja), <https://www.diklatkerja.com/blog/work-measurement-pengukuran-kerja>
- Moh. Firmansyah. 2023. Peta Kerja Keseluruhan <https://mahasiswa.ung.ac.id/561421024/home/2023/3/25/peta-kerja-keseluruhan.html>
- I. Z. Sitalaksana, R. Anggawisastra, and J. H. Tjakraatmadja, 2006, Teknik Perancangan Sistem Kerja, 2nd ed. Bandung, Indonesia: ITB, Bandung.
- Tria Saras Pertiwi, 2018, TIME & MOTION STUDY, https://lms-paralel.esaunggul.ac.id/pluginfile.php?file=%2F84508%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2F8_7704_mik633_112018.pdf
- TI-Indonesia, 2019, 17 gerakan therblig, <https://teknikindustriindonesia.wordpress.com/tag/17-gerakan-therblig/>
- W. Sritomo, 2020, Ergonomi Studi Gerak dari Waktu, Teknik Analisis untuk meningkatkan Produktivitas Kerja. Surabaya: Guna Widya.

BAB 10

MANAJEMEN PROYEK INDUSTRI

Oleh Ratna Diah Yuniawati

10.1 Pendahuluan

Manajemen proyek adalah perencanaan, pengorganisasian, pengelolaan dan pengendalian sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan jangka pendek yang telah ditentukan. Selain itu, manajemen proyek menggunakan pendekatan yang sistematis dan hierarkis. Manajemen proyek dapat merencanakan, menyusun organisasi, memimpin, dan mengendalikan sumber daya untuk mencapai jangka pendek yang telah ditentukan.

Tujuan dari manajemen proyek menurut Soeharto (1999) adalah :

1. Seluruh kegiatan yang ada dalam proyek dapat terselesaikan tepat waktu.
2. Biaya yang dikeluarkan sesuai dengan perencanaan.
3. Kualitas proyek yang dikerjakan sesuai dengan persyaratan.
4. Seluruh rangkaian kegiatan sesuai dengan perencanaan dan persyaratan.

Menurut (Novitasari, 2014) pada penentuan waktu penyelesaian dalam manajemen proyek merupakan langkah awal dalam proses perencanaan bagi perencanaan yang lain meliputi :

1. *Scheduling* (penyusunan jadwal),
2. *Budgeting* (anggaran),
3. *Manpower planning* (sumber daya manusia).
4. *Controlling* (Pengendalian)

Tujuan dari manajemen proyek industri adalah untuk mengelolah beberapa fungsi dari manajemen untuk mendapatkan hasil yang optimal sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan serta dapat mengelolah sumber daya yang efektif dan efisien. (Soeltanong & Sasongko, 2021). Fungsi dari manajemen proyek menurut (Larson & Gray, 2011) yaitu :

1. *Planning* (Perencanaan)

Fungsi perencanaan dalam manajemen proyek adalah untuk mengambil keputusan dalam pengelolaan data serta informasi yang dipilih untuk melakukan dimasa yang akan datang.

2. *Organizing* (Organisasi)

Fungsi organisasi untuk mengumpulkan seluruh kegiatan sumber daya manusia yang memiliki aktivitas masing-masing dan memiliki hubungan serta berinteraksi dalam lingkungan proyek untuk mencapai tujuan organisasi.

3. *Actualting* (Pelaksanaan)

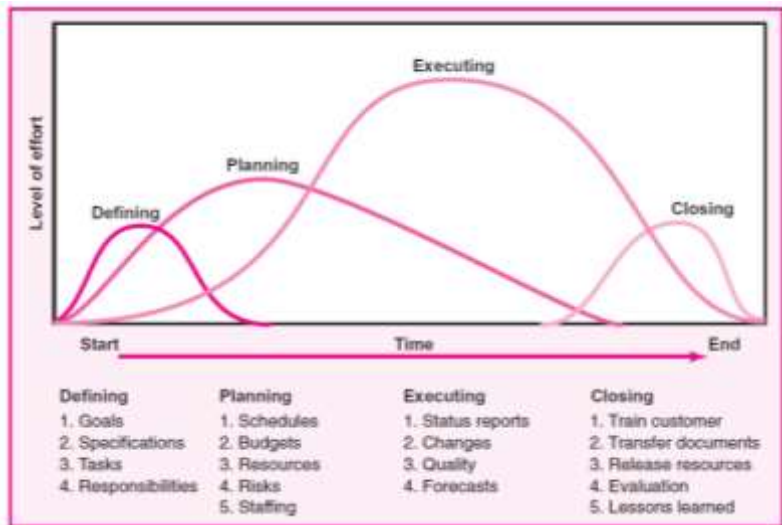
Fungsi dari pelaksanaan adalah menyelaraskan semua kegiatan organisasi yang saling berhubungan untuk melaksanakan proyek.

4. *Controlling* (Pengendalian)

Fungsi dari pengendalian adalah untuk mengukur dan menganalisa kualitas, efektifitasn dan efisiensi seluruh kegiatan pada proyek.

10.2 Siklus Hidup Proyek

Siklus hidup proyek melewati 4 tahapan secara berurutan yaitu pendefinisian, perencanaanm pelaksanaan dan penyampaian.



Gambar 10.1. Siklus Hidup Proyek
(sumber ; Project Management The managerial)

1. Tahap definisi : Menentukan spesifikasi proyek, tujuan proyek, membentuk tim, menentukan tugas dan tanggung jawab.
2. Tahap perencanaan : Mengembangkan perencanaan untuk menentukan apa yang dibutuhkan dalam proyek, siapa yang bertanggung jawab, menjaga kualitas serta berapa anggaran yang akan digunakan.
3. Tahap pelaksanaan : Pekerjaan sudah mulai dijalankan dan terlihat hasilnya kemudian dianalisa apakah proyek suda berjalan sesuai jadwal, anggaran dan spesifikasi? Serta adakah perubahan?,
4. Tahap penutupan : Penutupan proyek mencakup 3 aktivitas yaitu pengiriman produk proyek kepada pelanggan, penempatan Kembali sumber daya, dan pennisjauan pasca proyek.

Dalam praktiknya, siklus hidup proyek digunakan oleh beberapa kelompok proyek untuk menggambarkan waktu pelaksanaan tugas-tugas utama selama umur proyek.

10.3 Work Breakdown Structure

Sebuah proyek yang kompleks dapat dikelola dengan terlebih dahulu memecahnya menjadi komponen-komponen individual dalam struktur hierarki, yang dikenal sebagai struktur rincian kerja, atau WBS. Struktur tersebut mendefinisikan tugas-tugas yang dapat diselesaikan secara independen dari tugas-tugas lain, memfasilitasi alokasi sumber daya, penugasan tanggung jawab, dan pengukuran serta pengendalian proyek. (Devi & Reddy, 2012) Manajer proyek menggunakan WBS untuk membuat proyek yang kompleks menjadi mudah untuk dikelola. WBS dirancang untuk membantu memecah proyek menjadi bagian-bagian yang dapat dikelola sehingga dapat diperkirakan dan diawasi secara efektif. Beberapa alasan yang banyak digunakan untuk membuat WBS meliputi:

1. Membuat organisasi proyek lebih akurat
2. Dapat menunjukkan titik kontrol dan pencapaian proyek
3. Memungkinkan estimasi biaya dan risiko yang lebih akurat dan waktu
4. Membantu menjelaskan ruang lingkup proyek kepada pemangku kepentingan

Dekomposisi adalah tindakan memecah hasil kerja menjadi bagian-bagian pekerjaan yang lebih kecil yang harus diselesaikan untuk mencapai tingkat pekerjaan yang dapat dikelola secara realistis oleh Manajer Proyek dan diselesaikan dalam jangka waktu tertentu oleh satu atau lebih anggota tim. Tingkat perincian dan detail ini disebut Paket Pekerjaan. Paket pekerjaan merupakan tingkat WBS yang paling rendah dan merupakan pekerjaan yang secara khusus ditugaskan kepada satu orang atau satu tim yang

terdiri dari orang-orang untuk diselesaikan. Ini juga merupakan tingkat di mana Manajer Proyek harus memantau semua pekerjaan proyek.

10.4 Jaringan Kerja

Pada penyusunan jaringan kerja hal pertama yang harus dipahami adalah pemahaman terhadap hubungan ketergantungan antar proses, apakah satu proses dapat berjalan ketika proses pendahulu telah selesai. Pemahaman hubungan kerja tersebut dapat mempercepat waktu pelaksanaan proyek serta menghemat biaya pelaksanaannya. Menurut (Arianie & Puspitasari, 2017) pada penyusunan jaringan kerja ada dua istilah yang harus dipahami yaitu *predecessor* *successor*. *Predecessor* merupakan pekerjaan pendahulu atau pekerjaan yang pertama kali muncul, sedangkan *successor* merupakan pekerjaan pengikut atau pekerjaan setelahnya.

10.4.1 Critical Path Method (CPM)

Metode penjadwalan yang digunakan pada manajemen proyek adalah CPM (*Critical Path Method*) mengasumsikan bahwa waktu aktifitas diketahui secara pasti dengan satu faktor waktu pada setiap aktivitasnya. CPM (*Critical Path Method*) dapat memperlihatkan efektivitas dalam suatu perencanaan, pengorganisasian dan penjadwalan. Selain itu CPM (*Critical Path Method*) juga dapat mengelola biaya dan mengendalikan waktu yang ada dalam proyek. (Ulfa & Suhendar, 2021).

CPM (*Critical Path Method*) merupakan teknik yang menganalisa jaringan kegiatan ataupun aktivitas ketika proyek dijalankan untuk memprediksi durasi total proyek. CPM (*Critical Path Method*) berorientasi pada waktu dan CPM (*Critical Path Method*) berakhir dengan waktu yang telah ditentukan. Metode CPM (*Critical Path Method*) mengidentifikasi lintasan kritis pada aktifitas proyek yang saling bergantung. Durasi kegiatan

yang ada pada CPM (*Critical Path Method*) untuk penjadwalan proyek terdapat perbedaan antara waktu (*time*) dan durasi (*duration*). Durasi menunjukkan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan kegiatan. (Astari et al., 2021).

10.4.2 Network Planning (Metode Penjadwalan)

Network planning merupakan model yang berbentuk diagram yang menggambarkan serangkaian aktivitas – aktivitas yang diperlukan untuk mencapai suatu tujuan akhir. (Suparno, 2013). Pada *network planning* digunakan beberapa simbol seperti dibawah ini :

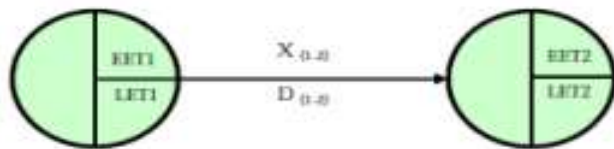
1.  : *Arrow* (anak panah) simbol berbentuk garis yang menyatakan sebuah kegiatan. Anak panah digunakan menjadi pedoman arah dari setiap mulainya kegiatan dan berjalan maju sampai akhir.
2.  : *Node* (lingkaran kecil) simbol tersebut menyatakan sebuah peristiwa yang didefinisikan sebagai permulaan atau akhir dari sebuah aktivitas
3. ----- : *Dummy* (anak panah putus-putus) yang menyatakan semua kegiatan yang tidak memerlukan durasi serta sumber daya.

Network planning digunakan untuk mengendalikan kegiatan dengan jumlah besar serta memiliki ketergantungan disetiap aktivitasnya. Hubungan antar aktivitas digambarkan dengan jelas dan dapat menentukan jalur kritis (lintasan kritis). Menurut (Suparno, 2013) monitoring sebuah proyek dan tindakannya dapat dilakukan dari hasil membuat *network planning*. Pada *network planning* terdapat dua metode yang digunakan untuk menggambarkan model sebuah proyek yaitu AON (*Activity on Note*) dan AOA (*Activity on Arrow*).

Konveksi pada AON (*Activity on Note*) titik menunjukkan suatu kegiatan sedangkan pada AOA (*Activity on Arrow*) anak panah menunjukkan suatu kegiatan. Perbedaan yang ada pada AOA (*Activity on Arrow*) dan AON (*Activity on Node*) terlihat pada titik diagram AON (*Activity on Node*) mewakili suatu kegiatan. Pada AOA (*Activity on Arrow*) titik mewakili waktu dimulai dan diselesaikannya suatu kegiatan yang mengartikan titik pada AOA (*Activity on Arrow*) tidak membutuhkan waktu ataupun sumber daya. Berikut ini adalah penggambaran AOA (*Activity on Arrow*) dan AON (*Activity on Node*) :

1. AOA (*Activity on Arrow*)

Berikut ini adalah gambar dari AOA (*Activity on Arrow*)



Gambar 10.2. Digram Aktivitas AOA (*Activity on Arrow*)
Sumber : (Suparno, 2013)

Keterangan :

EET : *Earlist Event Time* (paling cepat terjadi)

LET : *Latest Event Time* (paling lambat terjadi)

$X_{(1-2)}$: Jenis kegiatan yang ada pada proyek

$D_{(1-2)}$: Waktu pelaksanaan (*duration*)

Karakteristik dari Aktivitas AOA (*Activity on Arrow*) adalah:

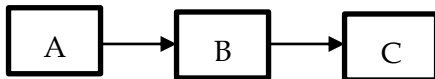
- a. Pembuatan *network* menggunakan anak panah yang menggambarkan kegiatan dan *node* menggambarkan peristiwa. Permulaan anak panah (*node*) ditentukan dengan I- *node* dan akhir anak panah ditentukan dengan J-*node*.

- b. Dengan perhitungan maju untuk memperoleh waktu mulai paling awal (EET_i) pada *I-Node* dan waktu mulai paling awal (EET_j) pada *J-Node* dari seluruh kegiatan dengan mengambil nilai maksimumnya.
- c. Dengan perhitungan mundur untuk memperoleh waktu selesai paling lambat (LET_i) pada *I-Node* dan waktu selesai paling lambat (LET_j) pada *J-Node* dari seluruh kegiatan dengan mengambil nilai minimumnya.
- d. Diantara dua peristiwa tidak boleh ada dalam 2 kegiatan, sehingga untuk menghindarinya digunakan kegiatan semu atau dummy yang tidak mempunyai durasi.

CPM (Critical Path Method) atau metode lintasan kritis merupakan pendekatan yang dilakukan secara deterministik dengan menggunakan satu jenis durasi disetiap kegiatannya. (Suryatman & Aprilia, 2022). Lintasan kritis adalah lintasan yang kegiatannya memiliki durasi terpanjang jika kegiatannya merupakan durasi terpanjang.

2. AON (*Activity on Node*)

AON (*Activity on Node*) merupakan aktivitas yang disimbolkan dengan kotak. Hubungan antara aktivitas-aktivitas ditunjukkan dengan garis antar kontakannya. Berikut ini aktivitas yang ada pada AON (*Activity on Node*)



- A : Tidak ada kegiatan yang mendahului
 B : Didahului oleh A
 C : Didahului oleh B

10.4.3 Perhitungan Jaringan

Pada *network planning* terdapat 2 cara menghitung jaringan yaitu *Forward Pass-Earliest Times* (waktu awal) dan *Backward Pass-Lates Times* (waktu paling akhir). Pada *forward Pass* dimulai dengan aktifitas pertama proyek dan menghubungkan masing-masing aktifitas hingga jaringan untuk kegiatan selanjutnya. Selama dijumpai jalur yang panjang, dapat menambah waktu aktifitas. (Devi & Reddy, 2012).

DAFTAR PUSTAKA

- Arianie, G. P., & Puspitasari, N. B. 2017. PERENCANAAN MANAJEMEN PROYEK DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI DAN EFEKTIFITAS SUMBER DAYA PERUSAHAAN (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd). *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 12(3), 189. <https://doi.org/10.14710/jati.12.3.189-196>
- Astari, N. M., Subagyo, A. M., & Kusnadi. 2021. Perencanaan Manajemen Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT). *Jurnal Konstruksia*, 13(1), 164–180. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/9996>
- Devi, T. R., & Reddy, V. S. 2012. Work Breakdown Structure of the Project. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(2), 683–686.
- Larson, E. W., & Gray, C. F. 2011. Title: Project Management Front endsheets Color: 2 Pages: 2,3 Chapter 1 Modern Project Management. In *McGraw-Hill Irwin*.
- Soeltanong, M. B., & Sasongko, C. 2021. Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan pada Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Riset Akuntansi & Perpajakan (JRAP)*, 8(01), 14–27. <https://doi.org/10.35838/jrap.2021.008.01.02>
- Suparno. 2013. *diagram AOA (Activity on Arrow)*. 10–33.
- Suryatman, T. H., & Aprilia, E. C. 2022. Meminimasi Waste Pada Proses Fabrikasi Struktur Baja dengan Konsep Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value Stream Mapping (Studi Kasus PT. CDB). *Jurnal Teknik Industri*, 11(02), 80–92. <http://jurnal.umat.ac.id/index.php/jt/index>
- Ulfa, S., & Suhendar, E. 2021. Implementasi Metode Critical Path Method Pada Proyek Synthesis Residence Kemang. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.30998/joti.v3i1.4167>

BAB 11

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DI INDUSTRI

Oleh Nurul Ilmi

11.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pemahaman dasar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah menjaga dan melindungi keselamatan serta kesehatan para pekerja selama menjalankan tugas mereka. Ini dilakukan dengan mengambil langkah-langkah pencegahan dan upaya pengendalian terhadap berbagai potensi bahaya yang dapat muncul dalam lingkungan kerja. Prinsip ini juga diatur dalam peraturan negara yang menegaskan hak setiap pekerja untuk dilindungi dari segi keselamatan saat menjalankan pekerjaan mereka. Selain itu, keselamatan orang lain yang berada di tempat kerja juga harus dijamin, dan penggunaan serta pemakaian sumber daya produksi harus dilakukan dengan aman dan efisien agar proses produksi berjalan dengan lancar (Kementerian Tenaga Kerja, 1970).

Pada lingkup industri, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan salah satu aspek yang dilindungi bagi tenaga kerja sekaligus menjamin aset dari perusahaan dan industri. Hak atas jaminan keselamatan membutuhkan prasyarat adanya lingkungan kerja yang sehat dan aman bagi tenaga kerja dan masyarakat di sekitarnya (Ilmi, Mardiansyah and Sari, 2021). Konsep K3 ini telah mengalami pergeseran dari konsep lama menjadi konsep masa kini. Pada konsep sebelumnya kecelakaan dianggap sebagai takdir Tuhan yang merupakan risiko yang harus diterima. Sehingga tidak ada usaha untuk pencegahan bahaya dan penanggulangan yang

dilakukan hanya mengganti tenaga kerja dengan yang baru saja. Sedangkan pada konsep saat ini, K3 dipandang sebagai akibat dari suatu perlakuan atau tindakan-tindakan yang dapat dicegah. Sehingga ada usaha-usaha preventif yang dapat dilakukan untuk menghindari kecelakaan terjadi. Dalam hal tersebut peran pimpinan dan manajemen menjadi sangat penting.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sangat penting untuk dicegah berdasarkan Manu *et al.*, (2023), diantaranya karena hal-hal berikut:

1. Bagi Pekerja
 - a. Mencegah terjadinya cedera atau cacat secara fisik
 - b. Mencegah hilangnya pendapatan
 - c. Melindungi pendapatan masa depan
 - d. Mencegah munculnya beban mental dan trauma
 - e. Reputasi pekerja
2. Bagi Perusahaan atau Industri
 - a. Mencegah adanya alat atau material yang terbuang
 - b. Mencegah pemborosan biaya pelatihan ulang bagi pekerja baru, rehabilitasi fasilitas yang rusak hingga pembenahan sistem yang dianggap tidak aman
 - c. Menjaga reputasi dan nama baik Perusahaan

Pendekatan preventif K3 di industri merupakan analisa dampak lingkungan dan kesehatan kerja pada saat desain dan instalasi mesin atau fasilitas proses produksi di tempat kerja. Tindakan preventif yang dapat dilakukan diantaranya pemilihan teknologi yang efektif dan efisien namun juga aman dan sehat dari tingkat bahaya serta menghasilkan polusi yang minimal. Selain itu pemilihan lokasi, layout dan penegakan pelaksanaan pedoman dan standar K3 juga menjadi tindakan preventif yang memadai untuk menghindari kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

11.2 Peraturan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Aturan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menjadi perhatian dari dunia internasional maupun internal di Indonesia. Adanya *Occupational and Safety Management Systems* atau sering disingkat dengan OHSAS 18001: 1999 diterbitkan oleh *British Standard International* (BSI) dan badan-badan sertifikasi dunia yang berisi standar manajemen K3. Hal ini menginisiasi Indonesia untuk memperhatikan secara serius terkait K3. Adapun aturan - aturan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja yang terdapat pada buku K. Ima Ismara, (2014) sebagai berikut:

1. Undang-Undang yang Terkait K3

- Undang-Undang No 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.
- Undang-Undang Republik Indonesia No 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.
- Undang Undang Dasar 1945 pasal 5, 20 dan 27
- Undang-Undang No 23/1992 tentang Kesehatan
- Undang-Undang No 13/2003 tentang Ketenagakerjaan

2. Peraturan Pemerintah yang Terkait K3

- Peraturan Pemerintah No 7 Tahun 1973 tentang Pengawasan atas Peredaran, Penyimpanan dan Peredaran Pestisida.
- Peraturan Pemerintah No 19 Tahun 1973 tentang Pengaturan dan Pengawasan Keselamatan Kerja di Bidang Pertambangan.
- Peraturan Pemerintah No 11 Tahun 1979 tentang Keselamatan Kerja Pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi.

- Peraturan Pemerintah No 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

3. Peraturan Menteri terkait K3

- Permenakertranskop RI No 1 Tahun 1976 tentang Kewajiban Latihan Hiperkes Bagi Dokter Perusahaan.
- Permenakertrans RI No 1 Tahun 1978 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Pengangkutan dan Penebangan Kayu.
- Permenakertrans RI No 3 Tahun 1978 tentang Penunjukan dan Wewenang Serta Kewajiban Pegawai Pengawas Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Ahli Keselamatan Kerja.
- Permenakertrans RI No 1 Tahun 19879 tentang Kewajiban Latihan Higenitas Perusahaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja bagi Tenaga Paramedis Perusahaan.
- Permenakertrans RI No 1 Tahun 1980 tentang Keselamatan Kerja pada Konstruksi Bangunan.
- Permenakertrans RI No 2 Tahun 1980 tentang Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja Dalam Penyelenggaraan Keselamatan Kerja.
- Permenakertrans RI No 4 Tahun 1980 tentang Syarat-Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan.
- Permenakertrans RI No 1 Tahun 1981 tentang Kewajiban Melapor Penyakit Akibat Kerja.
- Permenakertrans RI No 1 Tahun 1982 tentang Bejana Tekan.
- Permenakertrans RI No 2 Tahun 1982 tentang Kualifikasi Juru Las.
- Permenakertrans RI No 3 Tahun 1982 tentang Pelayanan

Kesehatan Tenaga Kerja.

- Permenaker RI No 2 Tahun 1983 tentang Instalasi Alarm Kebakaran Otomatis.
- Permenaker RI No 3 Tahun 1985 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pemakaian Asbes.
- Permenaker RI No 4 Tahun 1985 tentang Pesawat Tenaga dan Produksi.
- Permenaker RI No 5 Tahun 1985 tentang Pesawat Angkat dan Angkut.
- Permenaker RI No 4 Tahun 1987 tentang Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja Serta Tata Cara Penunjukan Ahli Keselamatan Kerja.
- Permenaker RI No 1 Tahun 1988 tentang Kualifikasi dan Syarat-Syarat Operator Pesawat Uap.
- Permenaker RI No 1 Tahun 1989 tentang Kualifikasi dan Syarat-Syarat Operator Keran Angkat.
- Permenaker RI No 2 Tahun 1989 tentang Pengawasan Instalasi-Instalasi Penyalur Petir.
- Permenaker RI No 2 Tahun 1992 tentang Tata Cara Penunjukan, Kewajiban dan Wewenang Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Permenaker RI No 4 Tahun 1995 tentang Perusahaan Jasa Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Permenaker RI No 5 Tahun 1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Permenaker RI No 1 Tahun 1998 tentang Penyelenggaraan Pemeliharaan Kesehatan Bagi Tenaga Kerja dengan Manfaat Lebih dari Paket Jaminan Pemeliharaan Dasar Jaminan Sosial Tenaga Kerja.
- Permenaker RI No 3 Tahun 1998 tentang Tata Cara Pelaporan dan Pemeriksaan Kecelakaan.

- Permenaker RI No 4 Tahun 1998 tentang Pengangkatan, Pemberhentian dan Tata Kerja Dokter Penasehat.
- Permenaker RI No 3 Tahun 1999 tentang Syarat-Syarat Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lift untuk Pengangkutan Orang dan Barang.
- Kemenakertrans No 609 Tahun 2012 tentang Pedoman Penyelesaian Kecelakaan Kerja dan Penyakit Akibat Kerja

4. Keputusan Menteri terkait K3

- Kepmenaker RI No 155 Tahun 1984 tentang Penyempurnaan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Kep 125/MEN/82 tentang Pembentukan, Susunan dan Tata Kerja Dewan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional, Dewan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Wilayah dan Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Keputusan Bersama Menteri Tenaga Kerja dan Menteri Pekerjaan Umum RI No 174 Tahun 1986 No 104/KPTS/1986 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Tempat Kegiatan Konstruksi.
- Kepmenaker RI No 1135 Tahun 1987 tentang Bendera Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Kepmenaker RI No 333 Tahun 1989 tentang Diagnosis dan Pelaporan Penyakit Akibat Kerja.
- Kepmenaker RI No 245 Tahun 1990 tentang Hari Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional
- Kepmenaker RI No 51 Tahun 1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.
- Kepmenaker RI No 186 Tahun 1999 tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja.
- Kepmenaker RI No 197 Tahun 1999 tentang Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya.

- Kepmenakertrans RI No 75 Tahun 2002 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) No SNI-04-0225-2000 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) di Tempat Kerja
- Kepmenakertrans RI No 235 Tahun 2003 tentang Jenis-jenis Pekerjaan yang Membahayakan Kesehatan, Keselamatan atau Moral Anak
- Kepmenakertrnas RI No 68 Tahun 2004 tentang Pencegahan dan Penanggulangan HIV/AIDS di Tempat Kerja.

5. Instruksi Menteri terkait K3

- Instruksi Menteri Tenaga Kerja No 11 Tahun 1997 tentang Pengawasan Khusus K3 Penanggulangan Kebakaran.

6. Surat Edaran dan Keputusan Dirjen Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan terkait K3

- Surat Keputusan Direktur Jenderal Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan Departemen Tenaga Kerja RI No 84 Tahun 1998 tentang Cara Pengisian Formulir Laporan dan Analisis Statistik Kecelakaan.
- Keputusan Direktur Jenderal Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan No 407 Tahun 1999 tentang Persyaratan, Penunjukan, Hak dan Kewajiban Teknisi Lift.
- Keputusan Direktur Jenderal Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan No 311 Tahun 2002 tentang Sertifikasi Kompetensi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Teknisi Listrik

11.3 Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja

Kecelakaan adalah peristiwa yang tidak disengaja dan tidak direncanakan yang menyebabkan kerugian baik pada manusia, properti, alat ataupun proses (Abella *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil olah data kecelakaan kerja dan Penyakit Akibat Kerja (PAK) dari program Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK) BPJS Ketenagakerjaan tahun 2022, diketahui adanya penambahan kasus pada setiap tahunnya. Pada tahun 2021 terdapat sebanyak 234.370 kasus yang menyebabkan kematian pekerja/buruh sebanyak 6.552 orang, meningkat sebesar 5,7 % dibandingkan dengan tahun 2020. Angka ini menjadi indikasi bahwa penerapan K3 perlu menjadi prioritas bagi dunia kerja di Indonesia (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2022).

Adapun jenis – jenis kecelakaan dalam Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dapat dibedakan menjadi:

1. Terbentur pada umumnya menunjukkan kontak atau persinggungan dengan benda tajam atau benda keras yang menyebabkan tergores, terpotong, tertusuk dan lain-lain
2. Terpukul (pada umumnya karena terjatuh, meluncur atau melayang)
3. Tertangkap pada dalam dan diantara benda (terjepit, tergigit, tertimbun, tenggelam, dan lain-lain)
4. Jatuh karena ketinggian yang sama
5. Jatuh karena ketinggian yang berbeda
6. Tergelincir
7. Terpapar (pada umumnya tergantung pada suhu, tekanan udara, getaran, radiasi, suara, cahaya dan lain-lain)
8. Pengisapan, penyerapan (menunjukkan proses masuknya bahan atau zat berbahaya kedalam tubuh baik melalui pernapasan ataupun kulit dan yang pada umumnya berakibat sesak nafas, keracunan, mati lemas dan lain-lain)
9. Tersentuh aliran listrik
10. Kecelakaan lainnya

Data jumlah kecelakaan di Indonesia pada Tahun 2020 berdasarkan jenis-jenis kecelakaan yang terjadi dijabarkan pada grafik Gambar 11.1 berikut.



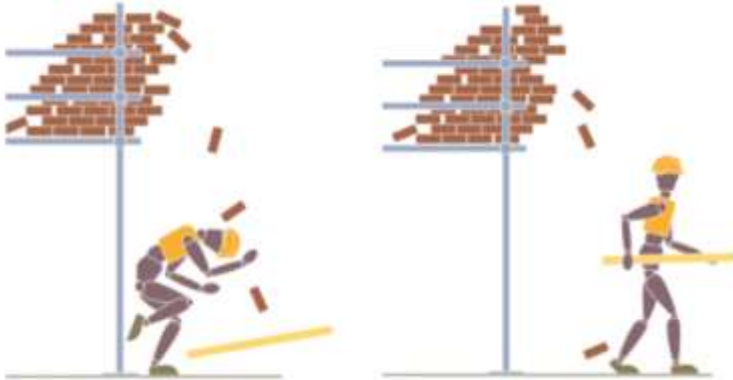
Gambar 11.1. Jumlah kecelakaan di Indonesia tahun 2020 sesuai jenisnya

Sumber: Laporan Tahunan Ditjen Binwasnaker dan K3-Kemnaker, 2022

Secara terminologi dalam K3 terdapat beberapa istilah yang perlu diketahui diantaranya adalah (Alaimo, 2006):

1. *Incident* (insiden), kejadian yang tidak terduga yang tidak menyebabkan adanya cedera atau penyakit serius, namun mengakibatkan kerusakan properti
2. *Accident* (kecelakaan), yaitu kejadian tidak terduga yang menyebabkan adanya luka fisik bahkan kematian kepada manusia dan juga kerusakan pada properti.
3. *Nearmiss* (hampir celaka), yaitu kecelakaan yang nyaris atau sulit untuk dihindari.

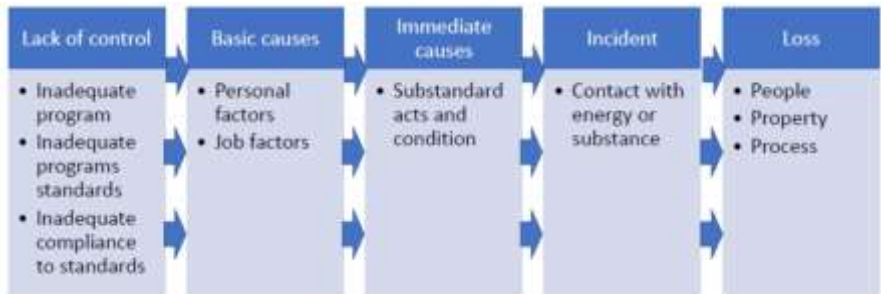
4. *Unsafe act* atau *unsafe behavior* (perilaku tidak aman), yaitu perilaku-perilaku yang dapat menyebabkan *nearmiss* atau hingga *accident*.
5. *Unsafe condition*, yaitu kondisi-kondisi baik dari lingkungan ataupun mesin yang menyebabkan *nearmiss* atau hingga *accident*.



Gambar 11.2. *Accident* dan *Nearmiss*
(University of Bristol, 2022)

11.3.1 Dampak Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja yang terjadi menimbulkan dampak yang berbeda-beda tergantung pada tingkat kerusakan yang terjadi. Det Norskeveritas dalam Collberg, Bjornsen and Mork, (1997) menjabarkan jenis-jenis kerugian akibat terjadinya kecelakaan kerja meliputi manusia atau pekerja, properti, proses, lingkungan, dan kualitas.



Gambar 11.3. Klasifikasi Kerugian dari Kecelakaan Kerja

Kerugian yang paling fatal adalah kematian oleh pekerja. Adapun pekerjaan - pekerjaan yang paling banyak menyebabkan kerugian fatal bagi pekerja adalah sebagai berikut (Goetsch, 2015) :

1. Memancing
2. Penebangan
3. Penambangan atau penggalian
4. Konstruksi
5. Transportasi dan pergudangan
6. Manufaktur
7. Penerbangan
8. Pengepul sampah dan daur ulang
9. Pertanian
10. Profesional dan layanan bisnis
11. Retail
12. Penegak hukum

11.3.2 Penyakit Akibat Kerja

Penyakit akibat kerja adalah penyakit yang disebabkan karena pekerjaan itu sendiri, alat atau mesin yang digunakan, material, lingkungan kerja hingga sistem yang ada ditempat kerja. Penyakit akibat kerja ini dapat dikatakan sebagai akibat kerja, baik secara fisik maupun mental yang dapat diterima oleh pekerja (Golinko *et al.*, 2020).

Bagian tubuh yang paling sering terjadi cidera atau menjadi terganggu diantaranya (National Safety Council, 2021) :

1. Punggung
2. Kaki dan jari
3. Lengan
4. Batang tubuh
5. Tangan
6. Mata, kepala dan kaki
7. Leher dan sistem tubuh

11.4 Penilaian Risiko dan Pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

11.4.1 Penilaian Risiko

Bahaya (*hazard*) adalah sesuatu yang memiliki potensi untuk menyebabkan adanya cidera pada manusia ataupun kerusakan pada properti bahkan lingkungan. Bahaya diklasifikasikan berdasarkan bahaya kimia, bahaya fisik (mekanis, gravitasi dan kelistrikan), bahaya biologi dan bahaya ergonomi (Gunawan, 2013). *Review* jurnal yang dilakukan Muhammad and Susilowati (2021) diketahui bahwa bahaya yang paling banyak terdapat di Industri manufaktur dari yang tertinggi hingga terendah adalah bahaya fisik, bahaya kimia, bahaya ergonomi, dilanjutkan dengan bahaya biologi. Penanganan yang dapat dilakukan adalah dengan penilaian dan manajemen risiko. Langkah awal dari manajemen risiko yaitu mengidentifikasi bahaya sedini mungkin. Identifikasi bahaya merupakan langkah terstruktur untuk mengetahui adanya bahaya dalam aktivitas pekerjaan maupun organisasi (Ilmi, Rosikhuna and Anis, 2019).

Penilaian risiko digunakan untuk mengevaluasi seberapa besar risiko dan dampak dari suatu bahaya. Adapun dalam menentukan tingkat risiko dapat ditinjau dari tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan dan peluang kemungkinan terjadinya risiko bahaya tersebut (Muhammad Nur Sahid, 2019). Dalam

mengidentifikasi risiko, sebaiknya melibatkan berbagai pihak, termasuk pekerja yang terlibat langsung, pengawas, petugas keamanan, dan individu lain yang memiliki pengetahuan atau tugas terkait dengan risiko yang sedang dievaluasi (Nuryono and Aini, 2020). Penilaian risiko dapat dilakukan dengan pendekatan kualitatif, semi kuantitatif, atau pun kuantitatif.

11.4.2 Pengendalian Risiko K3

Setelah mengidentifikasi dan menilai bahaya, langkah selanjutnya adalah merencanakan pengendalian risiko untuk memperkecil risiko hingga batas maksimum pada keadaan sebelumnya. Pengendalian risiko dapat merujuk pada pendekatan hierarki pengendalian (*Hierarchy of Control*). Hierarki pengendalian risiko adalah urutan tindakan dalam upaya mencegah dan mengendalikan risiko yang mungkin muncul, terdiri dari beberapa tingkat yang dilakukan secara berurutan. Dalam hierarki pengendalian risiko, terdapat dua pendekatan: a. Pendekatan Keuntungan Jangka Panjang, yang berfokus pada pengendalian jangka panjang dan bersifat permanen. Ini dimulai dengan pengendalian substitusi, eliminasi, rekayasa teknik, isolasi, pembatasan, administrasi, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). b. Pendekatan Keuntungan Jangka Pendek, yang berfokus pada pengendalian jangka pendek dan bersifat sementara. Pengendalian ini memusatkan pada pengendalian dengan jangka waktu yang singkat dan bersifat provisional. Pendekatan pengendalian ini diterapkan saat pengendalian yang lebih permanen belum bisa diwujudkan. Langkah-langkah pengendalian risiko dimulai dengan penggunaan alat pelindung diri, kemudian berlanjut ke alternatif yang lebih tinggi, sampai substitusi (Tarwaka, 2008).

Hierarki Pengendalian Risiko merupakan suatu langkah dalam pencegahan dan pengendalian risiko yang terdiri dari

beberapa tingkatan. Adapun urutan hierarki pengendalian risiko tersebut adalah sebagai berikut:

1. Eliminasi, adalah tindakan pengendalian risiko yang bersifat permanen dan harus diutamakan sebagai langkah pertama. Penghapusan dapat dilakukan dengan memindahkan objek atau sistem kerja yang terkait dengan lokasi kerja yang tidak sesuai dengan persyaratan, peraturan, atau standar K3, atau bahkan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang diizinkan. Pendekatan eliminasi ini efektif untuk menghilangkan potensi bahaya.
2. *Replacement*, adalah strategi pengendalian substitusi yang melibatkan penggantian bahan-bahan dan peralatan yang lebih berisiko dengan yang lebih aman dan kurang berbahaya.
3. Pengendalian Rekayasa adalah langkah pengendalian teknik yang melibatkan perubahan pada struktur objek kerja untuk mencegah kemungkinan terpapar potensi bahaya. Tindakan pengendalian ini mencakup pemasangan perangkat pengaman mesin, penutup ban berjalan, pembuatan pondasi mesin dengan beton, penggunaan alat bantu mekanik, serta tindakan lainnya.
4. Isolasi adalah strategi pengendalian yang melibatkan pemisahan individu dari objek kerja, seperti mengoperasikan mesin produksi dari ruang kendali tertutup dengan menggunakan remote control.
5. Pengendalian Administratif adalah pendekatan pengendalian yang melibatkan penyusunan sistem kerja untuk mengurangi kemungkinan individu terpapar potensi bahaya, yang bergantung pada perilaku pekerja. Ini memerlukan pengawasan rutin untuk memastikan kepatuhan terhadap prosedur pengendalian administratif. Langkah-langkah pengendalian ini mencakup seleksi tenaga kerja yang sesuai dengan jenis pekerjaan,

- pengaturan jam kerja dan istirahat, rotasi pekerjaan untuk mengurangi kebosanan dan kejenuhan, penerapan prosedur kerja, penyesuaian jadwal kerja, pelatihan keterampilan, serta pelatihan K3.
6. Alat Pelindung Diri (APD) digunakan untuk membatasi paparan tubuh terhadap potensi bahaya yang mungkin terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abella, A. A. *et al.* 2023. 'The effect of positive reinforcement of behavioral-based safety on safety participation in Philippine coal-fired power plant workers: a partial least squares structural equation modeling approach', *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 29(3), pp. 951–962. doi: 10.1080/10803548.2022.2089474.
- Alaimo, B. 2006. 'Unsafe behavior or unsafe condition — That is the question?', *Journal of Chemical Health and Safety*, 13(1), pp. 48–49. doi: 10.1016/J.JCHAS.2005.11.007.
- Collberg, L., Bjørnsen, T. and Mørk, K. J. 1997. 'An Introduction to the DNV 1996 Rules For Submarine Pipeline Systems', *The Seventh International Offshore and Polar Engineering Conference*, p. ISOPE-I-97-188.
- Direktorat Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan Dan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Kementerian Ketenagakerjaan RI. 2022. *Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022*.
- Goetsch, D. L. 2015. *Occupational Safety for Technologists, Engineers, and Managers*.
- Golinko, V. *et al.* 2020. 'Assessment of the Risks of Occupational Diseases of the Passenger Bus Drivers', *Safety and Health at Work*, 11(4), pp. 543–549. doi: 10.1016/J.SHAW.2020.07.005.
- Gunawan, F. 2013. *Safety Leadership: Building Excellent Operation*. PT.Dian Rakyat.
- Ilmi, F., Rosikhuna and Anis, M. 2019. 'Manajemen Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja Dengan Penyusunan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) (Studi Kasus: PT Entri Jaya Makmur)', *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 1(1).

- Ilmi, N., Mardiansyah, Y. and Sari, D. I. 2021. 'Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Kelompok Nelayan Teluk Mata Ikan, Kota Batam', *Jurnal Sains Teknologi dalam Pemberdayaan Masyarakat*, 2(1), pp. 9–16. doi: 10.31599/jstpm.v2i1.623.
- K. Ima Ismara, M. P. M. K. 2014. 'Buku Ajar Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)', *Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta*, pp. 62–74.
- Kementrian Tenaga Kerja. 1970. *UNDANG-UNDANG NOMOR 1 TAHUN 1970 TENTANG KESELAMATAN KERDJA*. Kemnaker.go.id. Available at: https://jdih.kemnaker.go.id/as-set/data_puu/peraturan_file_32.pdf.
- Manu, P. et al. 2023. *Handbook of Construction Safety, Health and Well-being in the Industry 4.0 Era*. 1st edn. Routledge. Available at: <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=96CA034D45FEED4E72AA13A6FFE1CFFD>.
- Muhammad, I. and Susilowati, I. H. 2021. 'ANALISA MANAJEMEN RISIKO K3 DALAM INDUSTRI MANUFAKTUR DI INDONESIA: LITERATURE REVIEW', *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), pp. 335–343.
- Muhammad Nur Sahid, A. D. E. 2019. 'Manajemen Bahaya Dan Risiko Pada Pekerja Gondola Proyek Apartemen Menara One', *Jurnal Neo Teknika*, 5(1), p. 55.
- National Safety Council. 2021. *Injury Facts: The Source for Injury Stats, Safety and Health Services*. Available at: <https://www.nsc.org/community-safety/resources/injury-facts>.
- Nuryono, A. and Aini, M. N. 2020. 'Analisis Bahaya dan Resiko Kerja di Industri Pengolahan Teh dengan Metode HIRA atau IBPR', *Journal of Industrial and Engineering System*, pp. 65–74. doi: <https://doi.org/10.31599/jies.v1i1.166>.

Tarwaka. 2008. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: HARAPAN PRESS.

University of Bristol. 2022. *Accident and incident reporting, Safety and Health Services*. Available at: <https://www.bristol.ac.uk/safety/staff/accident-and-incident-reporting/>.

BAB 12

ENERGI DAN KEBERLANJUTAN DALAM INDUSTRI

Oleh Rini Aprilia Lestari

12.1 Pendahuluan

Dalam era modern ini, energi menjadi salah satu pilar utama yang menggerakkan perkembangan industri dan kehidupan manusia. Industri memainkan peran sentral dalam pembangunan ekonomi suatu negara, namun pemanfaatan sumber daya energi yang tidak berkelanjutan telah menimbulkan berbagai tantangan terkait dampak lingkungan, ketersediaan sumber daya, dan stabilitas ekonomi jangka panjang. Oleh karena itu, konsep keberlanjutan dalam industri menjadi semakin penting sebagai upaya untuk menjaga keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, kebutuhan energi, dan perlindungan lingkungan.

Energi memainkan peran vital dalam berbagai sektor industri, mulai dari produksi, transportasi, hingga pengolahan dan manufaktur. Namun, mayoritas sumber energi yang digunakan saat ini masih berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak, gas, dan batu bara. Pemanfaatan berlebihan terhadap sumber daya ini telah menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim global yang merugikan. Oleh karena itu, pergeseran menuju sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan, seperti energi matahari, angin, air, dan biomassa, menjadi suatu keharusan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan mencapai keberlanjutan jangka panjang.

Tantangan lain yang dihadapi dalam mencapai keberlanjutan dalam industri adalah efisiensi energi. Banyak industri masih mengalami pemborosan energi dalam proses produksi dan operasionalnya. Dalam upaya mengurangi konsumsi energi, diperlukan inovasi teknologi, penggunaan sistem manajemen energi yang canggih, dan kesadaran kolektif di kalangan pemangku kepentingan industri.

Dalam pandangan keberlanjutan, industri juga perlu mempertimbangkan dampak sosial ekonomi dari kegiatan mereka. Pembangunan industri harus memberikan manfaat bagi masyarakat secara luas, termasuk menciptakan lapangan kerja yang layak, meningkatkan akses terhadap energi bagi komunitas yang belum terjangkau, dan mendukung perkembangan ekonomi yang inklusif.

Pentingnya mengintegrasikan energi dan keberlanjutan dalam industri juga tercermin dalam agenda global, seperti Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) yang ditetapkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). SDGs menyoroti urgensi untuk menciptakan pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan, termasuk mengadopsi praktik industri yang ramah lingkungan dan berfokus pada penggunaan sumber energi yang terbarukan.

Dengan demikian, keberlanjutan dalam industri merupakan suatu perjalanan yang melibatkan kolaborasi antara pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat. Pemanfaatan energi yang bijaksana dan inovasi dalam proses produksi adalah kunci untuk mencapai keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan, sehingga industri dapat berkontribusi secara positif terhadap masa depan yang berkelanjutan bagi generasi mendatang.

12.2 Konsep Energi dan Keberlanjutan Dalam Industri

Istilah keberlanjutan (*sustainability*) sebenarnya baru muncul beberapa dekade yang lalu. Namun perhatian terhadap keberlanjutan sudah dimulai sejak Malthus pada tahun 1798 yang mengkhawatirkan ketersediaan lahan di Inggris akibat ledakan penduduk yang pesat. Perhatian terhadap keberlanjutan ini semakin meningkat setelah Meadow pada tahun 1972 menerbitkan publikasi yang berjudul *The Limit to Growth*, dalam kesimpulannya, bahwa pertumbuhan ekonomi akan sangat dibatasi oleh ketersediaan sumber daya alam (Burhanuddin, 2016).

Pembangunan berkelanjutan diwujudkan salah satunya dengan mendukung pembangunan industri yang berkelanjutan dan memiliki daya saing yang tinggi. Industri berkelanjutan merupakan proses penciptaan barang dan jasa dengan menggunakan sistem yang bebas polusi, ekonomis, aman, dan sehat bagi karyawan, konsumen, masyarakat, dan sosial serta melestarikan energi dan sumber daya alam. Konsep ini menitikberatkan pada tiga aspek utama yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan (Vesela Veleva, 2001)

Energi dan keberlanjutan adalah dua konsep utama yang saat ini mendominasi diskusi di berbagai sektor industri di seluruh dunia. Energi merupakan tulang punggung dari kegiatan industri, memberikan daya untuk produksi, pengolahan, transportasi, dan banyak aspek lainnya yang memungkinkan ekonomi modern beroperasi. Namun, tantangan terkait keterbatasan sumber daya, perubahan iklim, dan dampak lingkungan yang merugikan telah mendorong perlunya penggunaan energi yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

Keberlanjutan dalam konteks industri merujuk pada kemampuan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Dalam industri, konsep ini mengarah pada

penggunaan sumber daya secara efisien, pengurangan limbah, perlindungan lingkungan, serta pemenuhan tanggung jawab sosial dan ekonomi terhadap masyarakat.

Pemeliharaan berkelanjutan merupakan tantangan baru bagi perusahaan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Konsep ini merupakan pengembangan dan perbaikan secara terus-menerus dari proses pemeliharaan, peningkatan efisiensi (keunggulan operasional), keselamatan operasi, dan pemeliharaan benda teknis. Seluruh proses dalam aset manufaktur memiliki peran yang signifikan dalam menjamin status keberlanjutan (sustainability) dari praproduksi hingga pasca-produksi (Dhova, 2015)

Beberapa aspek kunci yang muncul dari konsep energi dan keberlanjutan dalam industri meliputi:

1. Transisi Energi

Industri saat ini sangat bergantung pada sumber daya energi fosil, yang memiliki dampak besar terhadap perubahan iklim dan ketersediaan yang terbatas. Oleh karena itu, transisi menuju sumber energi terbarukan, seperti matahari, angin, dan air, menjadi penting. Pemanfaatan teknologi terbarukan dan investasi dalam infrastruktur energi hijau adalah langkah krusial dalam mencapai tujuan ini.

2. Efisiensi Energi

Banyak industri menghadapi tantangan dalam hal pemborosan energi dalam proses produksi. Meningkatkan efisiensi energi melalui teknologi canggih, perencanaan yang lebih baik, dan pemantauan sistem dapat mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional.

3. Inovasi Teknologi

Pengembangan teknologi baru yang ramah lingkungan dan efisien energi adalah kunci untuk memecahkan masalah energi dan keberlanjutan dalam industri. Teknologi seperti *Internet of*

Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan proses produksi berkelanjutan dapat mengubah cara industri beroperasi.

4. Pengelolaan Limbah dan Pencemaran

Industri sering kali menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Pengelolaan limbah yang baik dan penerapan praktik produksi bersih dapat mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem dan kesehatan manusia.

5. Kemitraan dan Kolaborasi

Tantangan energi dan keberlanjutan dalam industri tidak dapat diselesaikan oleh satu pihak saja. Diperlukan kerjasama antara pemerintah, industri, akademisi, masyarakat sipil, dan organisasi internasional untuk menciptakan solusi holistik yang efektif.

6. Keadilan Sosial

Keberlanjutan dalam industri juga mencakup aspek sosial, termasuk hak pekerja, keadilan ekonomi, dan partisipasi masyarakat dalam pengambilan keputusan terkait industri.

Dengan menggabungkan praktik produksi yang ramah lingkungan, inovasi teknologi, dan kesadaran global, industri dapat bergerak menuju model yang lebih berkelanjutan. Penerapan konsep energi dan keberlanjutan dalam industri bukan hanya tentang menjaga masa depan ekonomi, tetapi juga tentang menjaga keseimbangan ekosistem global untuk keberlanjutan jangka panjang.

12.3 Tahap Kegiatan Energi dan Keberlanjutan Dalam Industri

Tahap kegiatan energi dan keberlanjutan dalam industri melibatkan serangkaian langkah dan usaha untuk mengelola penggunaan energi secara efisien, mengurangi dampak lingkungan, dan mempromosikan praktik berkelanjutan.

Berikut adalah beberapa tahap umum dalam upaya untuk mencapai energi dan keberlanjutan dalam industri:

1. Audit Energi

Tahap pertama adalah melakukan audit energi. Ini melibatkan pengumpulan data tentang konsumsi energi, sumber daya, dan proses produksi di seluruh fasilitas industri. Audit ini membantu mengidentifikasi area-area di mana efisiensi energi dapat ditingkatkan.

2. Perencanaan Strategis

Setelah audit energi dilakukan, langkah selanjutnya adalah merencanakan strategi keberlanjutan. Ini melibatkan penetapan tujuan dan target yang spesifik untuk mengurangi konsumsi energi, emisi gas rumah kaca, dan dampak lingkungan lainnya.

3. Penerapan Teknologi Bersih

Industri perlu mengadopsi teknologi yang lebih bersih dan efisien dari segi energi. Ini mungkin melibatkan penggunaan peralatan yang lebih modern, sistem manajemen otomatis, dan penggunaan sumber energi terbarukan seperti energi matahari atau angin.

4. Penggunaan Energi Terbarukan

Mengganti sumber energi fosil dengan energi terbarukan adalah langkah penting dalam mencapai keberlanjutan. Instalasi panel surya atau turbin angin, misalnya, dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

5. Efisiensi Energi

Meningkatkan efisiensi energi adalah faktor kunci dalam upaya keberlanjutan. Ini melibatkan pengoptimalan proses produksi, isolasi termal yang baik, dan penggunaan peralatan yang lebih efisien secara energi.

6. Pengurangan Limbah dan Pencemaran

Industri juga harus berfokus pada pengurangan limbah dan pencemaran. Ini bisa mencakup penggunaan bahan baku

yang lebih ramah lingkungan, pengelolaan limbah yang lebih baik, dan penerapan teknologi untuk mengurangi emisi berbahaya.

7. Pendidikan dan Pelatihan

Mengedukasi karyawan tentang praktik berkelanjutan dan memberikan pelatihan untuk mengoperasikan peralatan dengan efisien dapat membantu memastikan implementasi yang sukses.

8. Pemantauan dan Pelaporan

Industri harus secara teratur memantau dan melaporkan progres mereka dalam mencapai tujuan keberlanjutan. Pemantauan yang cermat memungkinkan untuk penyesuaian strategi jika diperlukan.

9. Kerjasama dan Keterlibatan Stakeholder

Kerjasama dengan pemerintah, masyarakat, dan organisasi lingkungan sangat penting. Melibatkan pihak-pihak terkait dapat membantu menciptakan dukungan yang lebih besar untuk upaya keberlanjutan.

10. Inovasi Berkelanjutan

Terus berinovasi dalam teknologi, proses, dan strategi keberlanjutan merupakan langkah krusial dalam jangka panjang untuk menjaga industri tetap efisien dan berkelanjutan.

Tahap-tahap ini harus diintegrasikan ke dalam rencana bisnis dan budaya perusahaan untuk mencapai dampak yang signifikan dalam mencapai energi dan keberlanjutan dalam industri.

12.4 Tujuan Energi dan Keberlanjutan Dalam Industri

Tujuan energi dan keberlanjutan dalam industri adalah untuk mencapai penggunaan sumber daya energi yang efisien dan berkelanjutan, dengan mengintegrasikan praktik-praktik yang mendukung lingkungan, sosial, dan aspek ekonomi. Tujuan ini mencakup beberapa aspek penting:

1. Efisiensi Energi

Industri berusaha untuk menggunakan energi secara lebih efisien dengan mengadopsi teknologi dan metode produksi yang mengurangi konsumsi energi. Ini tidak hanya membantu mengurangi biaya operasional, tetapi juga mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak lingkungan lainnya.

2. Penggunaan Sumber Energi Terbarukan

Beralih dari sumber energi fosil yang terbatas dan berpolusi menuju sumber energi terbarukan seperti matahari, angin, dan hidro adalah langkah penting dalam mencapai keberlanjutan. Industri dapat mengintegrasikan sistem panel surya, turbin angin, atau teknologi hidroelektrik untuk memenuhi kebutuhan energi mereka.

3. Reduksi Emisi Gas Rumah Kaca

Industri memiliki peran signifikan dalam emisi gas rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim. Dengan mengadopsi teknologi ramah lingkungan, seperti teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon, industri dapat berkontribusi pada upaya global dalam mengurangi emisi.

4. Pengelolaan Limbah dan Daur Ulang

Industri harus berfokus pada pengelolaan limbah yang lebih baik dan praktik daur ulang untuk mengurangi dampak lingkungan. Ini melibatkan pengurangan limbah berbahaya, pemulihan bahan berharga dari limbah, dan penggunaan kembali produk atau material sebanyak mungkin.

5. Inovasi Teknologi dan R&D

Mengembangkan teknologi baru yang lebih efisien dalam penggunaan energi dan ramah lingkungan adalah komponen kunci dari upaya keberlanjutan industri. Penelitian dan pengembangan (R&D) diperlukan untuk menciptakan solusi yang lebih baik dan lebih berkelanjutan.

6. Kerjasama Global dan Kebijakan

Kerjasama internasional dan kebijakan pemerintah yang mendukung energi dan keberlanjutan industri sangat penting. Ini termasuk pengaturan standar efisiensi energi, insentif pajak untuk teknologi ramah lingkungan, dan regulasi yang mendorong perubahan perilaku.

7. Pemberdayaan Masyarakat dan Keterlibatan Stakeholder

Melibatkan masyarakat dan berinteraksi dengan stakeholder lainnya, seperti organisasi lingkungan dan kelompok masyarakat lokal, membantu dalam mengidentifikasi solusi yang relevan dan berkelanjutan serta memastikan bahwa dampak sosial juga diperhitungkan.

8. Peningkatan Kesadaran dan Pendidikan

Meningkatkan pemahaman tentang pentingnya energi dan keberlanjutan dalam industri melalui pendidikan dan kesadaran publik dapat mendorong lebih banyak individu dan organisasi untuk mengambil tindakan yang berkelanjutan.

Secara keseluruhan, tujuan energi dan keberlanjutan dalam industri adalah untuk menciptakan model produksi dan konsumsi yang lebih ramah lingkungan, efisien, dan dapat dipertahankan dalam jangka panjang, sambil tetap memenuhi kebutuhan manusia dan pertumbuhan ekonomi.

12.5 Contoh Penerapan Energi Dan Keberlanjutan Dalam Berbagai Sektor Industri

Terdapat banyak contoh penerapan energi dan keberlanjutan dalam berbagai industri di seluruh dunia. Beberapa contoh konkretnya adalah:

12.5.1 Industri Energi Terbarukan

Pengembangan dan penerapan sumber energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, dan tenaga air adalah contoh klasik dari keberlanjutan dalam industri energi. Perusahaan seperti Tesla yang fokus pada mobil listrik dan teknologi penyimpanan energi juga memainkan peran penting dalam mengurangi emisi dan ketergantungan pada bahan bakar fosil.

12.5.2 Industri Manufaktur

Banyak industri manufaktur mengadopsi teknologi produksi yang lebih efisien secara energi dan mengurangi limbah. Misalnya, Toyota menerapkan prinsip Lean Manufacturing untuk mengurangi pemborosan dalam produksi mobil, yang pada gilirannya mengurangi konsumsi energi dan bahan baku.

12.5.3 Industri Makanan dan Minuman

Beberapa perusahaan dalam industri ini mengadopsi praktik pertanian berkelanjutan, seperti penggunaan pupuk organik dan metode pertanian yang ramah lingkungan. Selain itu, mereka juga dapat mengurangi limbah makanan dengan mengoptimalkan rantai pasokan mereka.

12.5.4 Industri Tekstil

Industri tekstil dapat mengadopsi bahan baku yang lebih ramah lingkungan, seperti serat organik atau daur ulang. Penggunaan teknologi pewarnaan yang lebih ramah lingkungan dan pengelolaan air yang lebih baik juga merupakan langkah penting dalam mencapai keberlanjutan.

12.5.5 Industri Konstruksi

Praktik konstruksi berkelanjutan melibatkan penggunaan bahan bangunan yang lebih efisien secara energi, penggunaan material daur ulang, dan desain bangunan yang mempertimbangkan efisiensi energi dan peningkatan lingkungan dalam jangka panjang.

12.5.6 Industri Pertambangan

Industri ini dapat berfokus pada penerapan teknologi pertambangan yang lebih efisien dan ramah lingkungan, termasuk penggunaan peralatan yang lebih hemat energi dan metode penambangan yang lebih berkelanjutan untuk mengurangi dampak lingkungan.

12.5.7 Industri Teknologi

Perusahaan teknologi dapat menggunakan sumber daya server yang lebih efisien secara energi, serta mendukung pengembangan teknologi hemat energi seperti komputasi awan dan teknologi hemat daya pada perangkat elektronik.

12.5.8 Industri Transportasi

Perusahaan transportasi dapat mengadopsi armada kendaraan listrik atau bahan bakar alternatif yang lebih bersih, serta mengoptimalkan rute dan logistik untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi.

12.5.9 Industri Farmasi

Perusahaan farmasi dapat mengadopsi metode produksi yang lebih berkelanjutan untuk mengurangi limbah kimia berbahaya dan meminimalkan dampak lingkungan akibat pembuangan limbah.

12.5.10 Industri Keuangan

Institusi keuangan dapat memilih untuk mendukung proyek-proyek berkelanjutan dengan memberikan pinjaman atau investasi yang mempromosikan energi terbarukan, efisiensi energi, dan praktik bisnis yang ramah lingkungan.

Ini hanya beberapa contoh penerapan energi dan keberlanjutan dalam industri. Penting untuk diingat bahwa setiap industri memiliki tantangan dan peluang unik dalam mencapai tujuan keberlanjutan, dan langkah-langkah yang diambil akan bervariasi tergantung pada konteks dan kondisi lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Burhanuddin. 2016. 'INTEGRASI EKONOMI DAN LINGKUNGAN HIDUP DALAM PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN', *Jurnal EduTech*, 2(1).
- Dhova, A. 2015. *PERANCANGAN MODEL EVALUASI PEMELIHARAAN BERKELANJUTAN (SUSTAINABLE MAINTENANCE) DI INDUSTRI SEMEN*. Doctoral dissertation, UPT. Perpustakaan Unand.
- Vesela Veleva, M. E. 2001. 'Indicators of sustainable production: framework and methodology', *Journal of Cleaner Production*, 9, pp. 519–549.

BAB 13

INOVASI DAN TEKNOLOGI DALAM INDUSTRI

Oleh Dimas Akmarul Putera

13.1 Pendahuluan

Pada era kontemporer, perkembangan industri manufaktur dan sektor jasa mengalami kemajuan yang signifikan. Tantangan persaingan yang ketat dan tuntutan tinggi dari konsumen mendorong perusahaan-perusahaan untuk melaksanakan beragam inisiatif perbaikan (Putera, 2021).

Setiap entitas perusahaan dihadapkan pada kewajiban untuk berinovasi secara berkesinambungan guna menjaga keberlangsungannya dalam ranah bisnis global. Oleh karena itu, perusahaan berupaya secara optimal meningkatkan kemampuan bersaingnya melalui implementasi strategi-strategi yang mengarah pada pencapaian status keunggulan perusahaan. (Putera *et al.*, 2022)(Putera, Matondang and Sembiring, 2023)

Istilah "inovasi" tiba-tiba muncul di tengah lingkungan sekitar kita, menjadi sorotan utama. Perusahaan mengalihkan perhatian mereka ke kemampuan inovatif, yang diyakini menjadi penentu masa depan mereka. Para konsultan manajemen juga sibuk mempengaruhi perusahaan-perusahaan mengenai cara meningkatkan kinerja inovasi mereka. Saat ini, gagasan mengenai inovasi telah meresap secara meluas. Ini telah merasuk ke dalam inti budaya kita, hampir mencapai status klise. Akan tetapi, walaupun istilah ini telah menjadi bagian yang tak terpisahkan dari bahasa kita, sejauh mana pemahaman konseptual yang mendalam

kita miliki mengenai hal ini? Di samping itu, sejauh mana tingkat kesepahaman mengenai konsep ini dapat dibilang merata?

13.2 Inovasi

Definisi inovasi cukup beragam, untuk definisi-definisi dari beberapa pakar dapat dilihat sebagai berikut:

1. Myers dan Marquis (1969):

"Innovation is not a solitary action but rather a comprehensive process comprising interconnected subprocesses. It encompasses not only the creation of a novel idea, the invention of a new device, or the establishment of a fresh market. Instead, it encompasses all of these elements working in a coordinated manner."

2. Rogers dan Shoemaker (1972):

"In the realm of human behavior, the objective novelty of an idea, measured by the time since its initial use or discovery, holds little significance. What truly matters is whether the idea appears new and distinct to the individual, as that perception defines it as an innovation."

Sebagian besar ahli, termasuk mereka yang disebutkan di atas, mengklasifikasikan inovasi dari penemuan dengan menegaskan bahwa inovasi terkait dengan pemanfaatan komersial dan implementasi praktis dari ide atau penemuan. Penemuan umumnya merujuk pada tahap perumusan ide, sedangkan inovasi merupakan tahapan berikutnya dalam mengubah penemuan tersebut menjadi nilai ekonomis. Sebuah rumus sederhana dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan ini, yaitu:

Inovasi = konsepsi teoretis + penemuan teknis + eksploitasi komersial

Namun, untuk menghindari kebingungan, diperlukan penjelasan untuk semua elemen dalam persamaan ini. Awal dari inovasi dimulai dengan konsepsi ide-ide baru. Meskipun ide baru ini menarik, mereka sendiri belum dapat disebut sebagai penemuan atau inovasi; pada dasarnya, mereka adalah konsep, gagasan, atau rangkaian pemikiran. Proses mengubah konsep-konsep intelektual ini menjadi artefak yang nyata, yang biasanya berupa produk atau proses, merupakan tahap penemuan. Pada tahap ini, ilmu pengetahuan dan teknologi sering kali memainkan peran yang signifikan. Penting untuk mencatat bahwa penemuan memerlukan upaya keras dari berbagai individu yang berbeda untuk mengubahnya menjadi produk yang akan meningkatkan kinerja suatu perusahaan.

Inovasi mencakup berbagai aspek seperti produk, layanan, dan proses produksi. Namun, definisi inovasi sebagai entitas yang merupakan hasil dari proses atau produk tertentu bersifat relatif dan bergantung pada karakteristik perusahaan yang bersangkutan.

Dengan mempertimbangkan berbagai definisi dan teori yang telah dijelaskan oleh para pakar, dapat disimpulkan bahwa inovasi dapat didefinisikan sebagai proses pengelolaan semua aktivitas yang terlibat dalam generasi ide, pengembangan teknologi, manufaktur, dan pemasaran produk baru (atau yang telah ditingkatkan), atau dalam pengembangan proses manufaktur atau peralatan. Penting untuk diingat bahwa definisi ini membedakan antara inovasi sebagai proses manajemen dan produk sebagai hasil akhir dari inovasi.

13.3 Sejarah Perkembangan Inovasi

13.3.1 Revolusi Industri I

Era Industri Pertama dimulai pada abad ke-18 dengan pengenalan tenaga air dan peningkatan produktivitas. Pada periode yang sama, mekanisasi meningkatkan panjang produksi delapan kali lipat sebelum beralih ke produksi benang

menggunakan roda putar tunggal. Mesin uap sudah dikenal pada waktu itu. Kemajuan terbesar dalam meningkatkan produktivitas manusia adalah penggunaannya dalam manufaktur. Mesin uap digunakan untuk menggerakkan mesin daripada mengandalkan tenaga manusia untuk mengoperasikan mesin tenun (Antony, Kumar and Madu, 2005). Inovasi seperti kapal uap, dan sekitar satu abad kemudian, lokomotif berdaya uap, menjadi tonggak penting. Inovasi-inovasi ini memungkinkan perjalanan jarak jauh lebih cepat dan efisien, baik untuk manusia maupun barang. Era industri di Inggris dimulai menjelang akhir abad ke-18 (1760-1840), membawa masuk era mesin-mesin.

Dengan peningkatan efisiensi dan volume manufaktur, perusahaan-perusahaan kecil berkembang dari melayani sejumlah kecil klien menjadi organisasi besar yang mewakili beragam pemilik, eksekutif, dan karyawan. Bisnis 1.0 juga dapat dilihat sebagai awal dari etos perusahaan yang didasarkan pada tingkat efisiensi, profitabilitas, dan ukuran yang seimbang. Era ini juga menyaksikan perkembangan budaya kewirausahaan yang disatukan ke dalam kerangka manajemen Perusahaan 1.0 untuk meningkatkan efisiensi fasilitas manufaktur.

Kemajuan teknologi utama dari revolusi ini terkait dengan mesin uap Watt, yang lebih kuat daripada mesin Newcomen dan menghasilkan berbagai perkembangan dan penerapan selanjutnya

13.3.2 Revolusi Industri II

Pada abad ke-19, Revolusi Industri Kedua dimulai dengan penemuan produksi listrik dan lini perakitan. Henry Ford (1863-1947) mengadopsi konsep pemrosesan massal dari rumah pemotongan hewan di Chicago, di mana babi digantung dari ban berjalan dan setiap tukang daging hanya melakukan sebagian dari pekerjaan pemotongan hewan tersebut. Henry Ford menerapkan gagasan-gagasan ini dalam pembuatan kendaraan dan berhasil meningkatkan proses secara signifikan. Sementara mobil

seluruhnya sebelumnya dipasang di depan satu platform, mobil sekarang dibangun di atas jalur perakitan dalam langkah-langkah parsial, dengan kecepatan yang jauh lebih tinggi dan biaya yang lebih rendah. Kemajuan teknologi dalam manufaktur juga memiliki pengaruh pada industri lain, seperti industri udara, logam, dan kimia. (Linderman, Schroeder and Choo, 2006).

Kemajuan dalam bidang kimia, seperti penemuan pewarna sintetis, juga mencerminkan masa ketika kimia berada dalam keadaan sangat primitif pada saat itu. Namun, dengan munculnya Perang Dunia I, pendekatan radikal terhadap manufaktur ini telah berakhir. Tentu saja, produksi industri tidak dihentikan, tetapi hanya dilakukan perbaikan di bawah konteks yang sama, dan tidak satupun dari ini dapat dianggap sebagai revolusi industri.

13.3.3 Revolusi Industri III

Pada tahun 1970-an, Revolusi Industri Ketiga dimulai dengan otomatisasi parsial menggunakan kontrol yang dapat diprogram melalui memori dan computer (Thomas and Lewis, 2007).

Setelah diperkenalkannya perkembangan-perkembangan ini, kita sekarang berada dalam posisi untuk mengoptimalkan seluruh proses pengembangan tanpa bantuan manusia. Contoh dari hal ini adalah robot yang menjalankan urutan program tanpa campur tangan manusia. Industri 3.0 adalah penghubung antara dorongan Henry Ford untuk produktivitas yang lebih besar dan proses cerdas yang sedang kita lihat muncul dalam Industri 4.0. Proses-proses seperti yang terjadi di Ford tidak hanya disederhanakan, tetapi otomatisasi membuat bagian-bagian penting dari proses manufaktur menjadi lebih aman dan efisien.

Yang pertama adalah mesin cetak injeksi otomatis. Sistem pembebanan bahan manual yang berat memungkinkan orang memasukkan granul ke dalam mesin. Pada akhir tahun 1990-an, kita beralih ke mesin cetak injeksi otomatis, yang menciptakan

efisiensi dalam produksi komponen pelanggan dan total volume produksi. Ini adalah situasi ekonomi yang sulit. Dengan krisis minyak pada tahun 1970-an yang menurunkan permintaan dan inflasi yang meningkat, perusahaan-perusahaan harus menjadi lebih kompetitif dalam hal penghematan biaya dan pertumbuhan penjualan. Sebagian besar bisnis dan negara-negara berutang dengan besar.

Sejumlah operasi yang biasanya dilakukan secara manual, termasuk perencanaan dan pemantauan, telah diintegrasikan untuk bidang teknik, elektronika, dan TI. Istilah Teknologi Manufaktur Lanjutan (AMT) berasal dari berkembangnya inovasi-inovasi ini pada tahun 1980-an, merujuk pada sejumlah teknologi seperti manufaktur terintegrasi berbasis komputer (CIM), desain berbantuan komputer (CAD), manufaktur berbantuan komputer (CAM), mekanisme pemrosesan fleksibel (FMS) (Sharma and Singh, 2020).

Transformasi teknologi berikutnya yang menghasilkan Industri 3.0 telah dipicu dan didukung oleh perubahan dalam industri elektronik pada dekade terakhir abad ke-20. Penemuan dan pembuatan berbagai perangkat elektronik, termasuk transistor dan sirkuit terpadu, secara signifikan meningkatkan mesin-mesin, menghasilkan pengurangan usaha, kecepatan yang lebih tinggi, presisi yang lebih tinggi, dan efisiensi yang lebih tinggi (Hoerl, 2001).

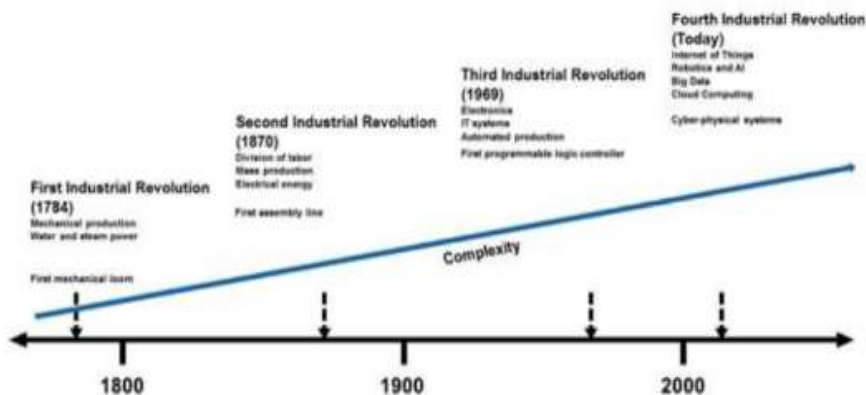
13.3.4 Revolusi Industri IV

Saat ini, Revolusi Industri Keempat sedang berlangsung. Ia dibedakan dengan pengenalan Teknologi Informasi dan Komunikasi (ICT) ke dalam produksi, yang sudah dikenal sebagai "manufaktur 4.0." Ini berlandaskan pada kemajuan Revolusi Industri Ketiga. Proses manufaktur teknologi komputer diperluas melalui koneksi jaringan dan oleh karena itu memiliki bentuk fisik

di Internet. Hal ini memungkinkan kontak dengan fasilitas lain dan produksi pengetahuan diri sendiri (Lu, 2017).

Dalam Industri 4.0, perangkat lunak yang baik untuk perencanaan produksi yang mengotomatisasi berbagai tugas pengembangan produk adalah suatu keharusan untuk perubahan besar dan peningkatan efisiensi. Ini mengimplikasikan bahwa platform perencanaan manufaktur yang baik akan menjadi komponen penting dalam bisnis Industri 4.0. Meskipun masih ada beberapa pertanyaan mengenai hasil Revolusi Industri Ketiga dalam Teknologi Manufaktur Lanjutan (AMT), generasi baru inovasi sedang muncul, menawarkan semua yang telah diharapkan sebelumnya, ditambah sedikit lebih banyak. Tetapi apakah ini akan menjadi revolusi modern yang mutlak?

Pertukaran data dan pengetahuan yang memungkinkan peningkatan produksi dan kendali proses saat ini terhubung ke semua alat manufaktur dalam sektor ini. Pengadaan produk dan rantai pasokan diatasi menggunakan pengadaan yang kompleks dan Pengendalian Dinamika Sistem (SDC). Informasi dan pengetahuan diubah menjadi aplikasi yang menentukan teknik-tekniknya. Untuk beberapa proses manufaktur yang sangat sedikit, seperti pengelasan, desain proses semacam ini telah sepenuhnya diimplementasikan. Sebagian besar produsen sering menghadapi tugas menemukan teknologi yang tepat karena industri ini menghasilkan banyak produk dengan berbagai teknologi.



Gambar 13.1. Time Line Revolusi Industri (Sharma and Singh, 2020)

13.3.5 Revolusi Industri V

Revolusi industri 5.0 berarti manusia dan mesin bekerja sama, meningkatkan efisiensi produksi industri. Pekerja manusia dan robot universal meningkatkan produktivitas industri manufaktur (Majumdar, Garg and Jain, 2021). Setiap tim eksekutif perusahaan manufaktur diharuskan menentukan jalur produksi, kemudian mengikuti indikator kinerja utama dan memastikan bahwa proses berjalan dengan mudah. Arah masa depan industri 5.0 adalah pembuatan robot dan robot industri. Kemajuan teknologi kecerdasan buatan dan komputasi kognitif membawa dunia manufaktur ke kecepatan tinggi dan meningkatkan efisiensi bisnis. Selain manfaat dalam bisnis manufaktur, industri 5.0 juga mendapat manfaat dalam keberlanjutan karena bertujuan untuk mengembangkan sistem berkelanjutan yang menggunakan energi terbarukan.

Untuk mengadopsi industri 5.0 bagi perusahaan, diperlukan interaksi yang baik antara personel dengan mesin maupun operator. Ini adalah pengetahuan di bidang robotika dan kecerdasan buatan (Zhang and Chen, 2020).

13.4 Teknologi Inovasi

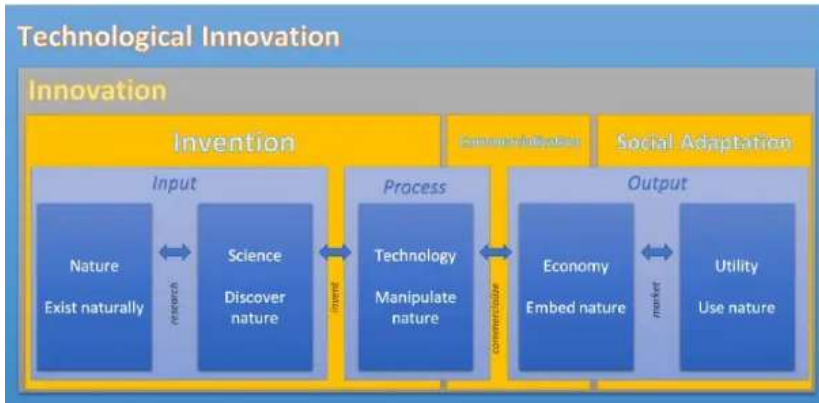
Kebanyakan orang sering menukar kata teknologi dengan inovasi. Namun, setiap kata mempunyai definisi tersendiri. Menurut Posadas (2013), teknologi adalah "sistem infrastruktur, pengetahuan, dan proses yang digunakan manusia untuk membuat alat dan barang berguna lainnya serta menyelesaikan tugas-tugas lain." Sedangkan, inovasi didefinisikan oleh Joseph Schumpeter (1947) sebagai "melakukan sesuatu yang baru atau melakukan sesuatu yang sudah siap dilakukan dengan cara baru" dalam esainya.

Identifikasi Mentz terhadap tujuan inovasi teknologi dengan jelas menggunakan pengetahuan atau keahlian teknologi dalam melakukan inovasi. Selain itu, Mentz (1999) menggambarkan inovasi teknologi sebagai suatu proses untuk fokus dan mengaplikasikan teknologi dengan sukses dalam produk, layanan, dan proses.

Smirti Bam (2018) membahas delapan tahapan inovasi teknologi yang mirip dengan Gambar 1 dan dalam beberapa hal menyerupai model dorongan teknologi dalam proses inovasi. Delapan tahap tersebut adalah (1) penelitian dasar, (2) penelitian terapan, (3) pengembangan teknologi, (4) implementasi teknologi, (5) produksi, (6) pemasaran, (7) penyebaran, dan (8) peningkatan teknologi.

Sistem Inovasi Teknologi (TIS) didefinisikan oleh Carlsson dan Stankiewicz (1991) sebagai "jaringan dinamis agen yang berinteraksi dalam area ekonomi/industri tertentu di bawah infrastruktur institusi tertentu dan terlibat dalam pembangkitan, difusi, dan pemanfaatan teknologi." TIS juga didefinisikan oleh Bergek, Hekkert, Jacobsson, Markard, Sandén, dan Truffer (2015) sebagai "kumpulan elemen, termasuk teknologi, aktor, jaringan, dan lembaga, yang secara aktif berkontribusi pada pengembangan bidang teknologi tertentu." Definisi-definisi tersebut di atas paling

baik menggambarkan hubungan antara teknologi dan inovasi. Berikut merupakan ilustrasi tentang Sistem Inovasi Teknologi:



Gambar 13.2. Sistem Inovasi Teknologi (Betz, 2011)

Untuk merangkum rumus-rumus yang disebutkan di atas, kita dapat melihat rumus yang diusulkan oleh Betz (2011) untuk inovasi teknologi, rumusnya adalah:

$$\text{Inovasi Teknologi} = \text{Penemuan} + \text{Inovasi.}$$

Oleh karena itu, seperti yang ditunjukkan dalam diagram pada Gambar 13.2 diatas, teknologi merupakan sub-sistem di dalam sub-sistem inovasi. Sub-sistem inovasi berada dalam inovasi teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Antony, J., Kumar, M. and Madu, C. N. 2005. 'Six sigma in small- and medium-sized UK manufacturing enterprises', *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(8), pp. 860–874. doi: 10.1108/02656710510617265.
- Betz, F. T. A.-T. T.- 2011. *Managing technological innovation: competitive advantage from change*. 3rd ed NV. Hoboken, N.J.: Wiley Hoboken, N.J. doi: LK - <https://worldcat.org/title/711782114>.
- Hoerl, R. W. 2001. 'Six Sigma Black Belts: What Do They Need to Know?', *Journal of Quality Technology*, 33(4), pp. 391–406. doi: 10.1080/00224065.2001.11980094.
- Linderman, K., Schroeder, R. G. and Choo, A. S. 2006. 'Six Sigma: The role of goals in improvement teams', *Journal of Operations Management*, 24(6), pp. 779–790. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.08.005>.
- Lu, Y. 2017. 'Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues', *Journal of Industrial Information Integration*, 6, pp. 1–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.
- Majumdar, A., Garg, H. and Jain, R. 2021. 'Managing the barriers of Industry 4.0 adoption and implementation in textile and clothing industry: Interpretive structural model and triple helix framework', *Computers in Industry*, 125, p. 103372. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103372>.
- Putera, D. A. 2021. *Pengendalian Persediaan Beras Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Di Perum Bulog Divre Sumut*, *Post Graduate Tesis*. Universitas Sumatera Utara. Available at: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/47744>.
- Putera, D. A. et al. 2022. 'PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN OBJECTIVE MATRIX (OMAX) PADA PT.XYZ', *Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis*, 1(1), pp. 21–33.

- Putera, D. A., Matondang, A. R. and Sembiring, M. T. 2023. 'Rice distribution planning using distribution resources planning (DRP) method', *AIP Conference Proceedings*, 2471(1), pp. 060002-1-060002-6. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0129254>.
- Sharma, A. and Singh, D. 2020. 'Evolution of Industrial Revolutions: A Review', *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9, pp. 66-73. doi: 10.35940/ijitee.I7144.0991120.
- Thomas, A. and Lewis, G. 2007. 'Developing an SME-based integrated TPM Six Sigma strategy', *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 3(3). doi: 10.1504/IJSSCA.2007.015067.
- Zhang, C. and Chen, Y. 2020. 'A review of research relevant to the emerging industry trends: Industry 4.0, iot, blockchain, and business analytics', *Journal of Industrial Integration and Management*, 5(1), pp. 165-180. doi: 10.1142/S2424862219500192.

BIODATA PENULIS



Lukmandono

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Penulis lahir di Tuban, Jawa Timur, merupakan Dosen Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS). Menyelesaikan studi S1 Teknik Industri dari ITATS (1997), S2 Teknik Industri ITS (2002), dan S3 Teknik Industri Universitas Gadjah Mada (2015). Bidang minat *Operation Management* yang berkaitan dengan Daya Saing Industri. Selain sebagai staf pengajar, aktif juga sebagai trainer dan telah banyak menangani perusahaan, baik PMA, BUMN, BUMD maupun instansi pemerintah. Penulis juga aktif sebagai reviewer berbagai jurnal Teknik Industri dan reviewer praktisi mengajar dalam program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM).

BIODATA PENULIS



Erna Indriastiningsih, ST., MT.

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Sains, Teknologi dan Kesehatan
Universitas Sahid Surakarta

Penulis lahir di Sukoharjo tanggal 16 Mei 1977. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains, Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Industri di Universitas Islam Indonesia (UII) dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Industri di Universitas Indonesia (UI). Penulis menekuni bidang manajemen industri dan perencanaan produksi. Mata kuliah yang diampu di Program Studi Teknik Industri adalah manajemen proyek, manajemen risiko, perencanaan dan pengendalian produksi, pengantar ilmu ekonomi, pengantar teknik industri, keselamatan dan Kesehatan kerja dan manajemen strategi.

BIODATA PENULIS



Ari Pranata Primisa Purba, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Manajemen Logistik Industri Agro
Politeknik ATI Padang

Penulis lahir di Medan tanggal 18 Desember 1992. Penulis adalah dosen tetap Program Studi Manajemen Logistik Industri Agro di Politeknik ATI Padang. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Industri di Universitas Sumatera Utara (USU) dan melanjutkan pendidikan S2 pada Jurusan Teknik Industri dengan konsentrasi pada bidang Manajemen Logistik dan Rantai Pasok di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

BIODATA PENULIS



Dr. Anas Firman Adi, SE, S.Kom, M.KPd

Dosen Program Studi Teknik Industri
Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang

Penulis lahir di Malang pada Agustus 1977. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang . Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Akuntansi Universitas Widyagama Malang, S1 pada Program Studi Ilmu Komputer Universitas Islam Balitar, S2 Magister Kependidikan di Universitas Muhammadiyah Malang dan menyelesaikan program S3 Ilmu Administrasi Bisnis di Universitas Brawijaya.

BIODATA PENULIS



Monita Rahayu, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Islam Syekh-Yusuf

Penulis lahir di Jakarta tanggal 21 Desember 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Industri dan S2 pada Jurusan Teknik Industri.

BIODATA PENULIS



Ir. Kasmawati, S.T.,M.T.

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar

Penulis lahir di Tampeng pada tanggal 17 November 1994 di Gayo Lues, Aceh. Penulis menyelesaikan SD di MIN 1 Kuta Panjang, SMP di SMP Negeri 1 Blang Jerango, dan SMA di SMA Negeri Seribu Bukit Gayo Lues. Penulis merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara dari pasangan Zainuddin dan Hanifah ini, mengambil jurusan S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala pada Tahun 2012 dengan konsenterasi penelitian manajemen kualitas jasa. Pada September 2017 penulis melanjutkan program S2 di Magister Teknik Industri Universitas Sumatera Utara dan menyelesaikan program studi S2 pada tahun 2020 dengan konsenterasi penelitian manajemen kualitas. Penulis saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Teuku Umar pada Program Studi Teknik Industri. Penulis juga mendapatkan gelar Insinyur pada pendidikan profesi Insinyur PSPPI Universitas Katolik Atmajaya pada tanggal 28 Januari 2023 serta aktif melakukan publikasi di jurnal nasional maupun internasional.

BIODATA PENULIS



Ir. Priska Wulan Ndari, S.T, M.T

Dosen Program Studi Teknik Industri
Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang

Penulis lahir di Malang pada Februari 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Malang dan melanjutkan S2 pada Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis juga telah menyelesaikan Program Profesi Insiyur di Universitas Katholik Widya Mandala Surabaya.

BIODATA PENULIS



Andi Haslindah

Staf pengajar program studi Teknik industry universitas Islam
Makassar

Andi Haslindah, adalah staf pengajar program studi Teknik industry universitas Islam Makassar. Pendidikan S-1 Teknik dan Manajemen Industri Universitas Muslim Makassar, (2000), S-2 Sumber Daya Universitas Hasanuddin (2010), Profesi Insiyur Universitas Muslim Indonesia (2017), S-3 Manajemen Universitas Muslim Indonesia (2021).

BIODATA PENULIS

Ratna Diah Yuniawati, S.T., M.T

Dosen Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan

Penulis lahir di Padang tanggal 20 Juni 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Industri S2 pada Jurusan Teknik Industri konsentrasi Manajemen Rekayas. Penulis menekuni bidang Menulis.

BIODATA PENULIS



Nurul Ilmi, S.T., M.T

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Batam

Penulis lahir di Kendari, 30 April 1995 Sulawesi Tenggara. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Batam. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Industri di Universitas Islam Sultan Agung, Semarang kemudian melanjutkan S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya (ITS) dengan jurusan yang sama, konsentrasi Ergonomi. Penulis cukup aktif menulis dengan melakukan penelitian dan publikasi ilmiah.

BIODATA PENULIS



Ir. Rini Aprilia Lestari, S.T

Tenaga Kependidikan Dan Asisten Dosen
Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang

Penulis lahir di Jakarta, 29 Tahun silam. Penulis adalah tenaga kependidikan dan Asdos di Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang. Penulis menyelesaikan pendidikan S-1 Jurusan Teknik Industri dan lulus pada tahun 2016, kemudian untuk memperkuat bidang keilmuan di bidang Teknik penulis melanjutkan pendidikan Progran Profesi Insinyur dan lulus pada tahun 2023. Penulis juga saat ini sedang menempuh pendidikan Pascasarjana Manajemen (S-2).

Saat ini penulis menjabat sebagai Wakil Ketua Biro Administrasi Akademik Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang dan aktif dalam menulis buku dengan harapan agar dapat memberikan konstribusi yang positif bagi bangsa dan negara.

E-mail penulis: riniaprilia08@gmail.com

BIODATA PENULIS



Ir. Dimas Akmarul Putera, M.T.

Dosen Program Studi Manajemen Rekayasa
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam

Penulis lahir di Medan pada tanggal 15 Agustus 1992 di Kota Medan, Sumatera Utara. Penulis menyelesaikan SD di SD 060884 Medan, SMP di SMP Negeri 1 Medan, dan SMA di SMA Negeri 1 Medan. Penulis yang anak ke dua dari dua bersaudara dari pasangan Khairul Susilo dan Zul Akmalia ini mengambil jurusan S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Kota Medan pada Tahun 2010-2015 dengan konsentrasi desain produk dengan prinsip Ergonomi.

Kemudian penulis bekerja di salah satu perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi di Kota Medan pada Tahun 2016 sebagai bagian pengadaan, dan pada tahun 2017 penulis dipindahkan ke bagian Logistik dikarenakan ekspansi perusahaan bergerak di bidang distribusi produk makanan. Pada Februari 2019 penulis melanjutkan program S2 di Magister Teknik Industri di Universitas Sumatera Utara, Kota Medan dan menyelesaikan program studi S2 pada Desember 2021 dengan konsentrasi penelitian ke Modelling System. Penulis sekarang bekerja sebagai

dosen di Institut Teknologi Batam program studi Manajemen Rekayasa dengan konsentrasi pendidikan ke Product Design, Modelling System dan Operation Research. Pada tahun 2023, penulis telah menyelesaikan perkuliahan Program Profesi Insinyur di Universitas Katolik Atmajaya di Jakarta dan mendapatkan gelar Insinyur (Ir) dengan topic penelitian Motion and Time Study dan Praktek Keinsinyuran