

BAB 4

Manfaat Mekanika Rekayasa

Oleh Erniati Bachtiar

4.1. Pendahuluan

Mekanika rekayasa memiliki berbagai manfaat dalam berbagai bidang, termasuk desain struktural, analisis material, dinamika mesin, dan mekanika fluida. Ilmu mekanika rekayasa merupakan ilmu dasar yang sangat bermanfaat diberbagai bidang, sehingga mekanika rekayasa sangat penting karena memberikan dasar teoritis dan praktis bagi perancangan, analisis, dan pemahaman perilaku bahan dan struktur, serta mesin dan sistem mekanik lainnya.

Dalam desain struktural, mekanika rekayasa digunakan untuk merancang struktur bangunan, jembatan, dan infrastruktur lainnya agar dapat menahan beban dan tekanan dengan aman (Hibbeler, 2013; McCormac & Csernak, 2015). Dalam analisis material, mekanika rekayasa membantu menganalisis sifat mekanik material seperti kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan kekerasan untuk memastikan kecocokan dalam aplikasi tertentu (Beer et al., 2014; Gere & Goodno, 2018). Dalam dinamika mesin, mekanika rekayasa digunakan dalam analisis dinamika mesin untuk memahami pergerakan dan gaya pada komponen-komponen mesin (Norton, 2014; Shigley et al., 2010). Mekanika rekayasa dibidang mekanika fluida sangat bermanfaat dalam analisis dan desain sistem fluida seperti pompa, turbin, dan saluran air (Fox et al., 2011; Munson et al., 2016). Penerapan mekanika rekayasa dapat menghasilkan produk dengan biaya yang lebih rendah dan meningkatkan efisiensi proses produksi untuk mengatasi tantangan baru dan mendorong inovasi di berbagai industri (Groover, 2018).

Manfaat mekanika rekayasa secara detail untuk berbagai bidang dibahas untuk sub bab selanjutnya.

4.2. Desain Struktural

Mekanika rekayasa memiliki peran krusial dalam desain struktural, yaitu merancang dan menganalisis struktur bangunan atau sistem lain agar dapat menahan beban dan tekanan dengan aman serta efisien. Berikut adalah beberapa pemanfaatan mekanika rekayasa dalam desain struktural:

a) Analisis Beban:

Mekanika rekayasa membantu dalam menganalisis dan memahami beban-beban yang akan diterima oleh struktur. Ini melibatkan identifikasi beban mati (berat sendiri struktur), beban hidup (beban dinamis seperti manusia dan peralatan), dan beban lingkungan lainnya.

b) Penentuan Kekuatan Material:

Melalui mekanika rekayasa, insinyur dapat menganalisis sifat mekanik material yang akan digunakan dalam struktur. Pengetahuan tentang kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan sifat-sifat elastis material membantu menentukan material yang sesuai.

c) Perhitungan Struktur:

Mekanika rekayasa digunakan untuk melakukan perhitungan yang sangat rinci terkait dengan distribusi beban, deformasi, dan respons struktural. Ini melibatkan penggunaan persamaan-persamaan mekanika seperti persamaan keseimbangan dan persamaan gerak.

d) Desain Balok, Kolom, dan Fondasi:

Insinyur struktural menggunakan prinsip mekanika rekayasa untuk merancang elemen-elemen struktural seperti balok, kolom, dan fondasi. Mekanika rekayasa memastikan bahwa dimensi dan bentuk

elemen struktural tersebut memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan.

e) Analisis Stabilitas dan Keamanan:

Mekanika rekayasa membantu dalam menganalisis stabilitas keseluruhan struktur. Ini mencakup pemeriksaan kestabilan kolom, analisis beban lateral, dan penentuan keamanan terhadap potensi kegagalan seperti geser, lentur, atau tekan.

f) Pemodelan Struktur:

Dengan menggunakan prinsip mekanika rekayasa, insinyur dapat memodelkan struktur secara matematis dan melakukan analisis elemen hingga untuk memperoleh gambaran yang akurat tentang respons struktural terhadap beban-beban tertentu.

g) Optimasi Desain:

Mekanika rekayasa membantu dalam merancang struktur secara efisien dengan mempertimbangkan distribusi material dan bentuk struktur yang optimal untuk meminimalkan berat atau biaya struktur.

h) Penggunaan Perangkat Lunak Analisis Struktural:

Berbagai perangkat lunak analisis struktural memanfaatkan konsep mekanika rekayasa untuk memberikan simulasi dan analisis yang mendalam terhadap perilaku struktur dalam berbagai kondisi beban.

i) Pemahaman Terhadap Deformasi Struktural:

Mekanika rekayasa membantu dalam memahami deformasi struktural, yang penting untuk memastikan bahwa tingkat deformasi yang diterima oleh struktur masih dalam batas yang dapat diterima dan tidak mengganggu fungsi atau keamanan struktur.

Pemanfaatan mekanika rekayasa dalam desain struktural memberikan dasar yang kuat untuk menciptakan struktur yang efisien, kuat, dan aman. Keseluruhan proses ini membantu dalam meminimalkan risiko

kegagalan dan memastikan bahwa struktur dapat berfungsi sesuai dengan tujuannya dalam jangka Panjang.

4.3. Analisis Material

Mekanika rekayasa memiliki peran penting dalam analisis material, yang mencakup pemahaman sifat-sifat mekanik dan perilaku material. Pemanfaatan mekanika rekayasa dalam analisis material melibatkan beberapa aspek, di antaranya:

a) **Penentuan Kekuatan Material**

Mekanika rekayasa membantu dalam menentukan berbagai parameter kekuatan material, seperti kekuatan tarik, kekuatan lentur, kekerasan, dan modulus elastisitas. Informasi ini sangat penting dalam menilai kecocokan material dengan aplikasi tertentu.

b) **Analisis Tegangan dan Regangan:**

Konsep tegangan dan regangan adalah bagian integral dari mekanika rekayasa. Pada analisis material, mekanika rekayasa digunakan untuk memahami dan mengukur distribusi tegangan dan regangan pada berbagai kondisi beban.

c) **Pemahaman Kurva Tegangan-Regangan:**

Mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis kurva tegangan-regangan, yang memberikan gambaran tentang perilaku material dalam respons terhadap beban. Ini membantu insinyur memahami batas elastisitas, kekuatan ultimate, dan titik leleh material.

d) **Uji Mekanik Material:**

Mekanika rekayasa terlibat dalam perencanaan, pelaksanaan, dan interpretasi uji mekanik material seperti uji tarik, uji lentur, dan uji keras. Data dari uji ini digunakan untuk mengkonfirmasi sifat-sifat mekanik material.

e) **Pemilihan Material yang Tepat:**

Dengan pengetahuan mekanika rekayasa, insinyur dapat memilih material yang sesuai dengan kebutuhan spesifik suatu aplikasi. Ini mencakup pertimbangan terhadap kekuatan, berat, biaya, dan karakteristik lainnya.

f) Analisis Kegagalan Material:

Mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis kegagalan material dan memahami faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan atau pecahnya material. Ini membantu dalam meningkatkan desain untuk mencegah kegagalan di masa mendatang.

g) Optimasi Desain Material:

Mekanika rekayasa memungkinkan insinyur untuk mengoptimalkan desain material dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti distribusi tegangan, keausan, dan keamanan struktural.

h) Penentuan Siklus Hidup Material:

Dalam aplikasi seperti desain mesin dan komponen, mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis siklus hidup material, termasuk kelelahan dan deformasi permanen, untuk memastikan bahwa material dapat bertahan dalam jangka waktu yang diinginkan.

i) Pemodelan Material dalam Analisis Struktural:

Mekanika rekayasa digunakan untuk memodelkan perilaku material dalam analisis struktural yang lebih besar, seperti ketika struktur tunduk pada beban-beban eksternal.

Dengan pemanfaatan mekanika rekayasa dalam analisis material, insinyur dapat membuat keputusan yang informasional dan tepat saat memilih, merancang, dan menggunakan material untuk berbagai aplikasi rekayasa. Hal ini mendukung pencapaian kinerja optimal dan keamanan dalam penggunaan material pada berbagai proyek rekayasa

4.4. Dinamika Mesin

Mekanika rekayasa sangat penting dalam bidang dinamika mesin, yang berkaitan dengan analisis gerak, gaya, dan momen pada komponen mesin dan sistem mekanik. Pemanfaatan mekanika rekayasa dalam dinamika mesin mencakup beberapa aspek kunci, antara lain:

a) Analisis Gerak Mesin:

Mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis gerak relatif antara komponen-komponen mesin. Ini melibatkan pemahaman kinematika dan dinamika mesin untuk memodelkan pergerakan bagian-bagian seperti poros, roda gigi, dan tuas.

b) Pemodelan Dinamika Mesin:

Mekanika rekayasa digunakan untuk memodelkan sistem mesin secara matematis. Ini mencakup pembuatan persamaan gerak yang menggambarkan respons mesin terhadap gaya dan momen yang bekerjanya padanya.

c) Analisis Gaya dan Momen:

Mekanika rekayasa membantu dalam menganalisis gaya dan momen yang diterapkan pada komponen mesin. Ini melibatkan pemahaman prinsip-prinsip dasar seperti hukum Newton dan hukum kekekalan momen.

d) Desain Mekanisme dan Transmisi:

Dengan mekanika rekayasa, insinyur dapat merancang mekanisme dan transmisi yang efisien. Analisis kinematika dan dinamika membantu memastikan bahwa transmisi daya dari satu komponen ke komponen lainnya dapat dilakukan dengan optimal.

e) Analisis Getaran Mesin:

Mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis dan memahami getaran mesin. Ini termasuk analisis frekuensi dan

amplitudo getaran, serta pengaruhnya terhadap kinerja dan umur mesin.

f) Analisis Keseimbangan dan Putaran:

Mekanika rekayasa membantu dalam analisis keseimbangan dinamis dan putaran komponen mesin. Ini penting untuk memastikan bahwa mesin beroperasi dengan stabil dan efisien.

g) Pemodelan Energi dan Daya:

Mekanika rekayasa digunakan untuk memodelkan energi dan daya yang terlibat dalam operasi mesin. Ini melibatkan analisis kebutuhan daya, transfer energi, dan efisiensi mesin.

h) Analisis Beban Torsional:

Mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis beban torsional pada poros dan struktur mesin lainnya. Pemahaman terhadap momen torsi sangat penting untuk memastikan kekuatan dan keandalan sistem.

i) Desain Bantalan dan Sistem Pengendalian:

Mekanika rekayasa membantu dalam desain bantalan dan sistem pengendalian untuk mengelola gesekan, vibrasi, dan keausan pada komponen mesin.

j) Analisis Kegagalan dan Pemeliharaan:

Dengan menggunakan prinsip mekanika rekayasa, insinyur dapat menganalisis potensi kegagalan dan merencanakan program pemeliharaan preventif untuk memastikan kinerja dan keandalan mesin.

Pemanfaatan mekanika rekayasa dalam dinamika mesin membantu insinyur merancang, menganalisis, dan mengoptimalkan kinerja berbagai komponen dan sistem mesin. Hal ini mendukung pencapaian efisiensi, keandalan, dan keamanan operasional pada berbagai aplikasi mesin, termasuk di dalamnya kendaraan, peralatan manufaktur, dan mesin industri lainnya.

4.5. Mekanika Fluida

Mekanika rekayasa memiliki peran yang signifikan dalam mekanika fluida, yaitu studi tentang perilaku fluida (cairan dan gas) serta interaksinya dengan benda-benda padat. Pemanfaatan mekanika rekayasa pada mekanika fluida mencakup beberapa aspek kunci, seperti:

a) Analisis Aliran Fluida:

Mekanika rekayasa membantu dalam menganalisis aliran fluida, termasuk perhitungan laju aliran, kecepatan, dan distribusi tekanan dalam suatu sistem. Hal ini penting untuk desain saluran, pipa, dan komponen fluida lainnya.

b) Hukum Kekekalan Massa dan Energi:

Prinsip-prinsip mekanika rekayasa, seperti hukum kekekalan massa dan energi, digunakan dalam analisis aliran fluida. Ini membantu dalam memahami distribusi massa dan energi dalam suatu sistem fluida.

c) Analisis Tekanan dan Gaya pada Permukaan:

Mekanika rekayasa membantu dalam memahami distribusi tekanan pada permukaan benda yang terkena aliran fluida. Analisis ini penting untuk memastikan bahwa struktur dapat menahan tekanan fluida dengan aman.

d) Pemodelan Dinamika Fluida:

Mekanika rekayasa digunakan untuk memodelkan dinamika fluida dalam berbagai situasi, termasuk aliran laminar dan turbulen. Pemodelan ini membantu dalam merancang sistem yang efisien dan stabil.

e) Analisis Hambatan Fluida:

Dalam desain kendaraan, pesawat, atau bangunan, mekanika rekayasa membantu menganalisis hambatan fluida yang

dikenakan oleh benda terhadap aliran fluida. Hal ini penting untuk efisiensi aerodinamika dan penghematan energi.

f) Analisis Tegangan pada Struktur Terendam:

Mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis tegangan dan beban hidrodinamika pada struktur terendam seperti kapal dan platform lepas pantai.

g) Desain Pompa dan Turbin:

Mekanika rekayasa membantu dalam desain pompa dan turbin dengan memahami prinsip-prinsip hidrodinamika yang terlibat. Hal ini melibatkan analisis performa pompa dan turbin dalam menggerakkan fluida.

h) Analisis Perpindahan Panas dalam Fluida:

Dalam aplikasi termal, mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis perpindahan panas dalam fluida. Ini mencakup pemahaman tentang konveksi termal dan pemanfaatan mekanika fluida dalam desain penukar panas.

i) Studi Kontaminan dalam Air atau Udara:

Mekanika rekayasa digunakan untuk memodelkan dan menganalisis perpindahan kontaminan dalam air atau udara. Ini relevan dalam situasi seperti polusi udara atau pencemaran air.

j) Desain Sistem Pipa dan Saluran:

Mekanika rekayasa membantu dalam desain sistem pipa dan saluran, termasuk analisis distribusi tekanan, kecepatan aliran, dan kerugian gesekan.

k) Analisis Gempa Bumi dalam Air:

Mekanika rekayasa digunakan untuk menganalisis dampak gempa bumi terhadap struktur bawah air, seperti pipa minyak dan gas bawah laut.

Pemanfaatan mekanika rekayasa dalam mekanika fluida memungkinkan insinyur untuk merancang dan menganalisis sistem

fluida dengan akurat, mengoptimalkan kinerja, dan memastikan keamanan dalam berbagai aplikasi dari transportasi hingga industri.

1.4. Kesimpulan

Penerapan mekanika rekayasa menjadi kunci dalam berbagai industri, termasuk sipil, mekanikal, aeronautika, otomotif, dan lainnya. Keberhasilan dalam rekayasa proyek dan pengembangan teknologi seringkali sangat tergantung pada pemahaman yang baik terhadap prinsip-prinsip mekanika rekayasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Beer, F. P., Johnston, E. R., & DeWolf, J. T. (2014). *Mechanics of Materials* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Fox, R. W., McDonald, A. T., & Pritchard, P. J. (2011). *Introduction to Fluid Mechanics* (8th ed.). Wiley.
- Gere, J. M., & Goodno, B. J. (2018). *Mechanics of Materials* (9th ed.). Cengage Learning.
- Groover, M. P. (2018). *Fundamentals of Modern Manufacturing* (6th ed.). Wiley.
- Hibbeler, R. C. (2013). *Engineering Mechanics: Statics & Dynamics* (13th ed.). Pearson.
- McCormac, J. C., & Csernak, S. (2015). *Structural Steel Design* (6th ed.). Pearson.
- Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T. H., & Huebsch, W. W. (2016). *Fundamentals of Fluid Mechanics* (8th ed.). Wiley.
- Norton, R. L. (2014). *Design of Machinery*. McGraw-Hill.
- Shigley, J. E., Mischke, C. R., & Budynas, R. G. (2010). *Mechanical Engineering Design* (9th ed.). McGraw-Hill.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Fajar

Penulis lahir di Watampone, 06 Oktober 1977. Penulis anak ke dua dari pasangan Drs. H. Bachtiar Rasyid (Alm) dan Hj. Hatijah Nur. Penulis menikah dengan Dr. Nur Zaman, SP, M.Si pada tahun 2006 dan Penulis telah memiliki 1 putra 2 putri yaitu Fitrah Alif Firmasnyah, Fadhilah Dwi Fatimah dan Faiqah Fauziah. Penulis menyelesaikan studinya S1–Sarjana Teknik (S.T) pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia (UMI) tahun 2000, S2 –Magister Teknik (M.T) Jurusan Teknik Sipil Univeristas Gadjah Mada (UGM) tahun 2003, S3–Program Doktor (Dr) Program studi ilmu Teknik sipil Universitas Hasanuddin (UNHAS) tahun 2015. Mengikuti Program Profesi Insinyut (PPI) di UNHAS tahun 2019 dan telah peroleh gelar Insinyur (Ir) Tahun 2020. Bergabung jadi Dosen Tetap pada Universitas Fajar sejak tahun 2008 - sekarang. Penulis telah meraih Guru Besar menjelang umur 45 tahun tepatnya pada tanggal 1 Oktober 2022 di bidang Teknik Struktur dan Material. Penulis merupakan Guru Besar Pertama di Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar. Penulis mengampuh mata kuliah Kalkulus, Teknologi Bahan, Statika, Konstruksi Beton 1 dan 2, Topik Khusus Struktur, Teknologi Bahan lanjut. Penulis sangat tertarik tentang penelitian tentang Self Compacting Concrete (SCC), Beton Geopolimer dengan Bahan Dasar Limbah Fly Ash, Beton Ringan dengan Agregat Buatan dari Limbah Plastik. Penulis telah menulis beberapa jurnal nasional dan internasional dan buku. Penulis sebagai Ketua Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Internal LP2MI (2015-2019), Dekan FT (2019-sekarang), asesor BKD dan Verifikator Sinta serta Ketua Tim PAK pada Universitas Fajar. SINTA ID: 5975589; Scopus ID:56568222900, email: erni@unifa.ac.id. HP/wa: 081354937610.