

Syahrial Hasibuan. ST.,MT
Dr. Adam Badra Cahaya
Sjahril Botutihe.,ST.,MM

The background of the cover features a photograph of a suspension bridge at night, illuminated with warm lights. The bridge spans across a body of water. The image is framed by large, overlapping geometric shapes in shades of blue and orange, with white outlines. The overall design is modern and technical.

MEKANIKA BAHAN

Editor:
Dr. Masdiana, S.T.,M.T

MEKANIKA BAHAN

Syahrial Hasibuan. ST.,MT
Dr. Adam Badra Cahaya
Sjahril Botutihe.,ST.,MM



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	: ECR02024246340, 8 Desember 2024
Pencipta	
Nama	: Syahrial Hasibuan, ST, MT, Dr. Adam Badra Cahaya dkk
Alamat	: Jalan Melati Perumahan Resty Graha Lestari Blok 1 Nomor 3 Delima Kecamatan Tampar, Tampar, Pekanbaru, Riau, 28292
Kewangnegaraan	: Indonesia
Pemegang Hak Cipta	
Nama	: Syahrial Hasibuan, ST, MT, Dr. Adam Badra Cahaya dkk
Alamat	: Jalan Melati Perumahan Resty Graha Lestari Blok 1 Nomor 3 Delima Kecamatan Tampar, Tampar, Pekanbaru, Riau, 28292
Kewangnegaraan	: Indonesia
Jenis Ciptaan	: Buku
Judul Ciptaan	: MEKANIKA BAHAN
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	: 8 Desember 2024, di Surakarta (solo)
Jangka waktu perlindungan	: Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan	: 000818772

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Agung Damarsasongko, SH., MH.
NIP. 196912261994031001

Disclaimer

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Syahrial Hasibuan. ST.,MT	Jalan Melati Perumahan Resty Graha Lestari Blok I Nomor 3 Delima Kecamatan Tampan , Tampan, Pekanbaru
2	Dr. Adam Badra Cahaya	Jl. Griya Alam Sentosa Blok C12 No.4, Ds. Pasir Angin , Cileungsi, Bogor
3	Sjahril Botutihe..ST.,MM	Bubeya , Suwawa, Bone Bolango

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Syahrial Hasibuan. ST.,MT	Jalan Melati Perumahan Resty Graha Lestari Blok I Nomor 3 Delima Kecamatan Tampan , Tampan, Pekanbaru
2	Dr. Adam Badra Cahaya	Jl. Griya Alam Sentosa Blok C12 No.4, Ds. Pasir Angin , Cileungsi, Bogor
3	Sjahril Botutihe..ST.,MM	Bubeya , Suwawa, Bone Bolango



MEKANIKA BAHAN

Penulis:
Syahrial Hasibuan. ST.,MT
Dr. Adam Badra Cahaya
Sjahril Botutihe.,ST.,MM

Desain Cover:
Tahta Media

Editor:
Dr. Masdiana, S.T.,M.T.

Proofreader:
Tahta Media

Ukuran:
viii, 163, Uk: 15,5 X 23 cm

ISBN: 978-623-147-645-6

Cetakan Pertama:
Desember 2024

Hak Cipta 2024, Pada Penulis

Isi Diluar Tanggung Jawab Percetakan

Copyright © 2024 By Tahta Media Group

All Right Reserved

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Dilarang Keras Menerjemahkan, Memfotokopi, Atau
Memperbanyak Sebagian Atau Seluruh Isi Buku Ini
Tanpa Izin Tertulis Dari Penerbit.

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP
(Grup Penerbitan CV TAHTA MEDIA GROUP)
Anggota Ikapi (216/Jte/2021)

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku Mekanika Bahan ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa, dosen, dan praktisi di bidang teknik sipil, teknik mesin, dan bidang lain yang relevan dengan analisis dan perancangan struktur.

Materi dalam buku ini dirancang untuk memberikan pengetahuan dasar tentang sifat mekanis bahan dan perilaku material saat menerima beban. Dengan pembahasan yang mencakup tegangan, regangan, lentur, torsi, stabilitas, hingga desain batang, diharapkan buku ini menjadi referensi yang bermanfaat dalam memahami konsep mekanika bahan secara komprehensif. Buku ini terdiri dari sembilan bab, yang dimulai dari konsep dasar hingga aplikasi dalam analisis stabilitas struktur. Setiap bab disajikan dengan pendekatan sistematis untuk memudahkan pembaca memahami teori dan aplikasinya dalam dunia nyata. Selain itu, buku ini dilengkapi dengan contoh-contoh soal dan analisis yang bertujuan membantu pembaca memperdalam pemahaman dan penerapannya.

Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang. Akhir kata, kami berharap buku ini dapat menjadi kontribusi positif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan penguasaan ilmu di bidang mekanika bahan. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
BAB 1 TEGANGAN DAN REGANGAN	1
A. Pengantar	1
B. Tegangan Dan Regangan	1
C. Tegangan Normal	4
D. Regangan Normal	8
E. Regangan Dan Tegangan Uniaksial.....	9
BAB 2 TEGANGAN LENTUR PADA BALOK	10
A. Lenturan Pada Balok.....	10
B. Diagram Tegangan Lentur	13
C. Tegangan Lentur	14
D. Jenis Keruntuhan Lentur.....	19
BAB 3 TEGANGAN GESER LENTUR PADA BALOK	21
A. Distribusi Tegangan Geser	22
B. Hubungan Antara Geser Dan Momen Lentur	26
C. Aliran Geser (Shear Flow).....	28
BAB 4 TEGANGAN TORSI	31
A. Torsi Pada Benda Tegar	32
B. Regangan Dan Tegangan Akibat Torsi	39
C. Momen Inersia Polar Untuk Berbagai Penampang	43
D. Sudut Puntir Karena Torsi Tak Seragam.....	48
E. Penutup.....	50
BAB 5 KOMBINASI TEGANGAN	51
A. Tensor Tegangan	52
B. Rasio Poisson.....	56
C. Tensor Regangan.....	62
D. Tensor Elastisitas.....	64
D. Penutup.....	72
BAB 6 ANALISA TEGANGAN BIDANG	73
A. Tensor Tegangan Di Dua Dimensi	74
B. Diagram Mohr Untuk Tegangan Bidang	76
C. Tensor Regangan Di Dua Dimensi.....	78

D.	Diagram Mohr Untuk Regangan Bidang.....	81
E.	Tensor Elastisitas Di Dua Dimensi.....	82
F.	Energi Elastik Bidang.....	84
G.	Fungsi Tegangan	86
H.	Penutup.....	91
	BAB 7 DESAIN BATANG BERDASARKAN TEGANGAN.....	92
A.	Pendahuluan.....	92
B.	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tegangan.....	103
	BAB 8 DEFORMASI BALOK STATIS TERTENTU.....	114
A.	Pendahuluan.....	114
	BAB 9 STABILITAS BATANG TEKAN	138
A.	Teori Euler.....	139
B.	Pengaruh Kekakuan Penampang.....	141
C.	Pengaruh Kekuatan Bahan.....	143
D.	Pengaruh Kekuatan Penumpuan Terhadap Stabilitas Batang Tekan	144
E.	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Stabilitas Batang Tekan	146
F.	Penggunaan Rumus Pada Stabilitas Batang.....	147
G.	Metode Analisis Lainnya Untuk Stabilitas Tekan	149
H.	Aplikasi Stabilitas Batang Tekan Dalam Rekayasa Struktur	151
I.	Perhitungan Stabilitas Batang Tekan.....	153
J.	Penerapan Stabilitas Batang Tekan Dalam Teknik Sipil.....	154
	DAFTAR PUSTAKA.....	157
	PROFIL PENULIS.....	162

BAB 1

TEGANGAN DAN REGANGAN

A. PENGANTAR

Mekanika bahan adalah salah satu cabang ilmu teknik sipil yang mempelajari tentang sifat dan perilaku bahan-bahan yang digunakan dalam konstruksi bangunan. Ilmu ini penting untuk dipelajari oleh para insinyur sipil karena setiap bahan memiliki karakteristik yang berbeda-beda, dan dengan memahami karakteristik tersebut, maka para insinyur dapat memilih bahan yang tepat untuk digunakan dalam konstruksi bangunan agar dapat memenuhi persyaratan yang diperlukan, seperti kekuatan, kekakuan, ketahanan terhadap beban, dan lain-lain.

Setiap bahan memiliki sifat-sifat yang berbeda-beda dan mempengaruhi perilaku bahan tersebut pada suatu struktur. Berikut adalah beberapa sifat bahan yang penting untuk dipahami dalam mekanika bahan teknik sipil: (a) kekuatan, adalah kemampuan suatu bahan untuk menahan tekanan atau beban tertentu tanpa mengalami kerusakan atau deformasi yang signifikan. (b) Kekakuan, adalah kemampuan suatu bahan untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk pada saat diberikan tekanan atau beban.

B. TEGANGAN DAN REGANGAN

Tegangan dan regangan merupakan konsep paling dasar dalam ilmu mekanika bahan. Isworo (2018) mengungkap konsep tegangan dan regangan dapat diilustrasikan dalam bentuk yang paling mendasar dengan meninjau sebuah batang prismatis yang mengalami gaya aksial. Batang prismatis adalah sebuah elemen struktural lurus yang mempunyai penampang konstan di seluruh panjangnya, dan gaya aksial adalah beban yang mempunyai arah sama dengan sumbu elemen, sehingga mengakibatkan terjadinya tarik atau tekan pada batang. Contohnya adalah elemen tarik dan tekan di rangka batang pada jembatan.

Tegangan adalah jumlah perbandingan gaya (P) atau reaksi dengan luas penampang (a), maka persamaan yang digunakan adalah (Nur Aini & Pradana, 2021)

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

σ = Tegangan (N/m²)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang (m²)

Tegangan normal dianggap positif jika menimbulkan suatu tarikan (*tensile*) dan dianggap negatif jika menimbulkan penekanan (*compression*).

Regangan adalah perubahan ukuran dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau menekan pada material. Batasan sifat elastis perbandingan tegangan regangan akan linier dan akan berakhir pada titik mulur. hubungan tegangan regangan tidak lagi linier ketika material mencapai batas sifat plastis (Nur Aini & Pradana, 2021). Rumus untuk memperoleh satuan deformasi atau regangan yaitu dengan membagi perpanjangan (I-I₀) dengan panjang material awal (I₀). hal ini sesuai dengan rumus:

$$\epsilon = (I-I_0)/I_0 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

ϵ = Regangan

(I-I₀) = Pertambahan panjang dari panjang awal (m)

I₀ = Panjang awal (m)

Nur Aini & Pradana (2021) Hubungan tegangan-regangan harus didapati untuk menurunkan persamaan analisis dan rancangan serta langkah-langkah pada struktur beton. Semakin tinggi kualitas dari beton, maka semakin tinggi kurva tegangan-regangan yang dihasilkan. Pengekangan pada beton dapat meningkatkan kuat lentur, ini disebabkan adanya tulangan (sengkang) yang terpasang di sepanjang bentang. Kekuatan batas dari beton bertulang dalam lentur tergantung pada keadaan tegangan regangan dari beton dan baja.

BAB 2

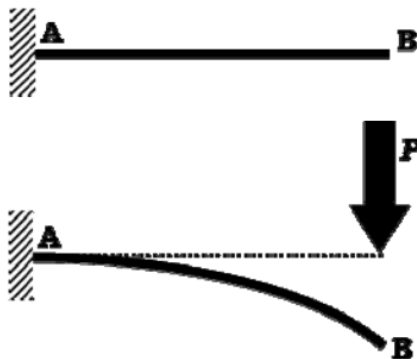
TEGANGAN LENTUR PADA

BALOK

Pada subbab terdahulu, kita membahas apa itu tegangan regangan dan pengaruhnya satu sama lain. Pengaruh tegangan normal yang diakibatkan beban aksial yang bekerja pada batang lurus. Tegangan ini disebut "tegangan normal" karena bekerja dalam arah yang tegak lurus permukaan bahan. Sekarang kita akan meninjau jenis lain dari tegangan yang disebut tegangan lentur yang bekerja dalam arah tangensial terhadap permukaan balok.

A. LENTURAN PADA BALOK

Pembebanan yang bekerja pada balok menyebabkan balok melentur, sehingga sumbunya terdeformasi membentuk lengkung yang disebut kurva defleksi (lendutan) balok. Defleksi suatu balok di sembarang titik di sepanjang sumbu balok merupakan peralihan titik tersebut dari posisi semula, diukur dalam arah y .



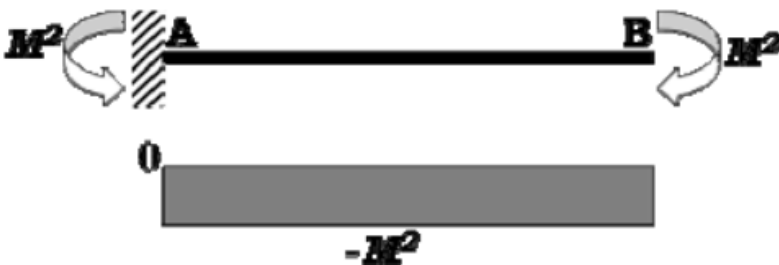
Gambar 2.1 Lentur Pada Balok Kantilever (mulyati, 2023)

Balok kantilever A-B tanpa adanya beban, balok kantilever A-B memikul beban P di ujung dengan bebas. Sumbu yang semula lurus akan melentur membentuk sebuah lengkungan, yang disebut kurva defleksi (lendutan) balok yang besarnya tergantung pada besar beban yang bekerja.

Dalam menganalisis suatu balok, seringkali dibutuhkan pembedaan antara lentur murni dan lentur tak seragam. Lentur murni mengandung arti lentur pada suatu balok akibat momen lentur konstan. Dengan demikian, lentur murni terjadi hanya didaerah balok dimana gaya geser adalah nol. Sebaliknya lentur tak seragam mengandung arti lentur yang disertai adanya gaya geser, yang berarti bahwa momen lentur berubah pada saat kita menyusuri sepanjang sumbu balok (Mulyati, 2023).



Gambar 2.2 Lentur murni balok sederhana (Mulyati, 2023)



Gambar 2.3 Lentur murni balok kantilever (Mulyati, 2023)

BAB 3

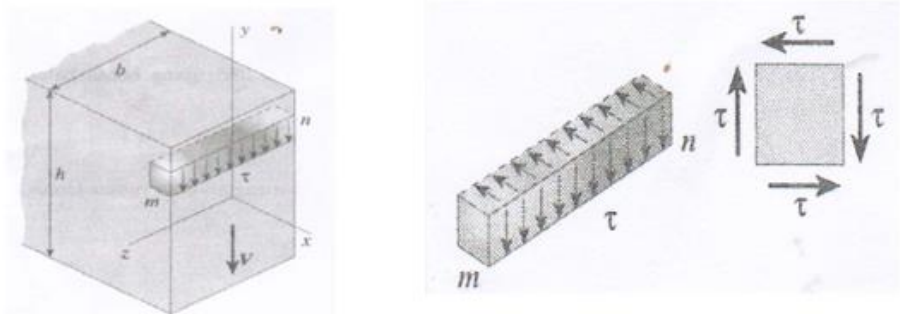
TEGANGAN GESER LENTUR

PADA BALOK

Pada subbab terdahulu, kita membahas pengaruh tegangan normal yang diakibatkan beban aksial yang bekerja pada batang lurus. Tegangan ini disebut "tegangan normal" karena bekerja dalam arah yang tegak lurus permukaan bahan. Sekarang kita akan meninjau jenis lain dari tegangan yang disebut tegangan geser yang bekerja dalam arah tangensial terhadap permukaan bahan.

Pertama-tama adalah penting untuk menetapkan bahwa tegangan geser berhubungan secara tidak terpisah dengan perubahan momen lentur pada irisan-irisan yang bersebelahan pada balok. Jadi bila geseran dan momen lentur terdapat dalam satu irisan pada balok, maka akan diperlihatkan bahwa suatu momen lentur yang berlainan akan terjadi pada irisan yang bersebelahan, meskipun gaya geser masih konstan. Ini akan menuju kepada penetapan tegangan geser pada bidang-bidang membujur khayal melalui batang yang sejajar dengan sumbunya. Akhirnya, karena tegangan geser yang sama terjadi pada bidang-bidang yang saling tegak lurus, maka tegangan geser yang arahnya berimpit dengan gaya geser akan dapat ditentukan (Popov, E.P, 1989).

Kebanyakan balok mengalami beban yang menghasilkan momen lentur dan gaya geser (lentur tak seragam). Pada kasus seperti ini tegangan normal dan tegangan geser timbul di dalam balok. Tegangan geser τ yang bekerja di penampang dapat diasumsikan sejajar dengan gaya geser, yaitu sejajar dengan sisi vertikal penampang. Juga dapat diasumsikan bahwa tegangan geser mempunyai distribusi terbagi rata diseluruh lebar balok, meskipun tegangan tersebut bervariasi terhadap tingginya.



Gambar 3.1 Tegangan Geser Disuatu Balok Penampang Persegi Panjang (Mulyati, 2023)

Tegangan geser (τ) adalah tegangan yang bekerja sejajar dengan bidang pembebanan. Tegangan tersebut diakibatkan adanya beban-beban yang bekerja pada suatu material (Mulyati, 2023). Tegangan geser menunjukkan bahwa tegangan sebanding dengan gaya geser dan berbanding terbalik dengan momen inersia penampang, besarnya tegangan bervariasi secara kuadratik terhadap jarak y dari sumbu netral, dinyatakan dengan persamaan berikut (mulyati, 2023).

$$\tau = \frac{V \cdot Q}{I \cdot b} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana V adalah besarnya gaya geser yang bekerja, Q adalah statis momen dari tegangan geser pada serat yang ditinjau terhadap garis netral, I adalah momen inersia penampang, b adalah lebar penampang pada serat yang ditinjau.

A. DISTRIBUSI TEGANGAN GESER

Distribusi tegangan geser disuatu balok dengan berbagai bentuk penampang. Momen pertama atau statis momen Q dari bagian penampang yang digelapkan diperoleh dengan mengalikan luas dengan jarak titik beratnya ke sumbu netral (Mulyati, 2023)

BAB 4

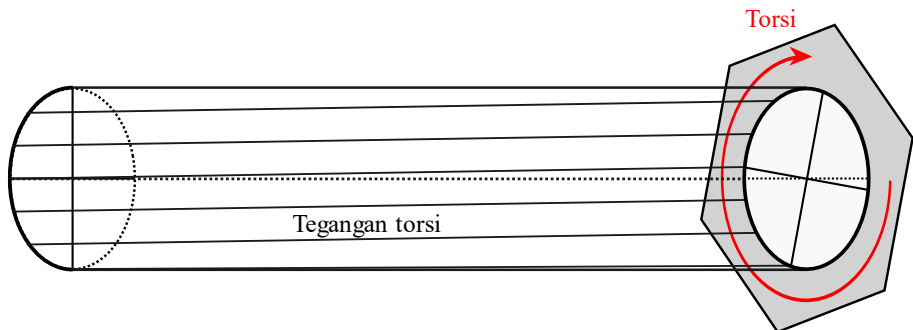
TEGANGAN TORSI

Pada bab – bab sebelumnya, deformasi pada bahan akibat gaya – gaya eksternal telah dibahas. Dalam bab ini, kita akan membahas jenis perilaku yang sedikit lebih kompleks yang muncul, yang dikenal sebagai torsi. Istilah torsi dalam bahasa Indonesia merujuk ke dua hal yang mirip namun berbeda.

1. Torsi yang merupakan terjemahan dari *torque*. Torsi (*torque*) muncul akibat momen gaya yang membuat sebuah benda tegar berotasi;
2. Tegangan torsi yang merupakan terjemahan dari *torsion*. Tegangan torsi (*torsion*) merujuk pada tegangan puntir yang muncul karena momen gaya pada benda elastis.

Perbedaan ini diilustrasikan di gambar 4.1

Untuk menghindari kerancuan ini, beberapa buku teks menggunakan istilah torka untuk terjemahan dari *torque*. Untuk memahami persamaan dan perbedaan kedua torsi ini, pada bagian A, kita akan membahas torsi pada benda tegar. Lalu tegangan torsi akan dibahas pada bagian B dan seterusnya



Gambar 4.1 Torsi dan tegangan torsi (disadur dari wikimedia.org)

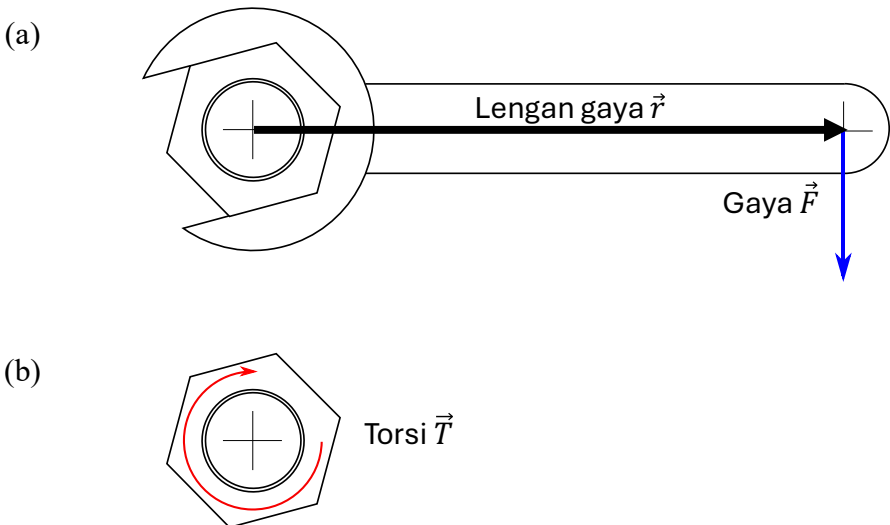
A. TORSI PADA BENDA TEGAR

Torsi adalah besaran fisika yang menggambarkan kecenderungan suatu gaya untuk memutar suatu objek atau sistem di sekitar sumbu tertentu. Dalam konteks mekanika bahan, torsi umumnya diterapkan pada objek berbentuk batang atau poros, di mana gaya tersebut cenderung memutar batang tersebut di sekitar sumbu longitudinalnya. Torsi sangat penting dalam perancangan elemen mekanik yang akan menahan beban puntir, seperti poros dalam mesin, as roda pada kendaraan, dan berbagai elemen struktural lainnya.

Torsi, atau momen gaya, ada sebuah vector yang dihasilkan oleh gaya yang bekerja pada suatu jarak tertentu dari sumbu rotasi. Momen gaya \vec{T} , dengan satuan Nm, didefinisikan sebagai perkalian vektor dari lengan gaya \vec{r} , dengan satuan m, dan gaya \vec{F} , dengan satuan N, yang dinyatakan dengan persamaan

$$\vec{T} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Perkalian vector menunjukkan bahwa jarak yang relevan adalah jarak tegak lurus dari sumbu rotasi ke titik penerapan gaya. Gaya ini menyebabkan objek berotasi di sekitar sumbu O, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.1

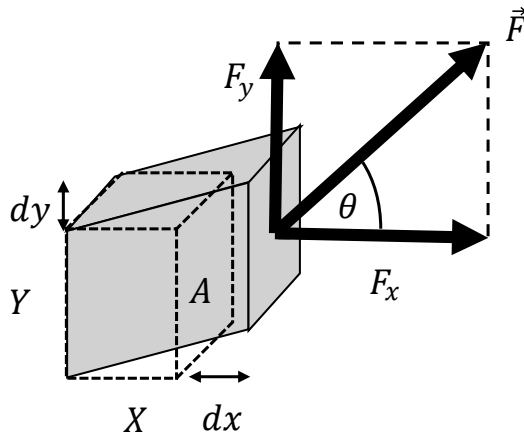


Gambar 4.1. Torsi yang dihasilkan dari gaya \vec{F} (disadur dari wikimedia.org)

BAB 5

KOMBINASI TEGANGAN

Dalam bab-bab sebelumnya, kita telah mengeksplorasi berbagai jenis tegangan dan deformasi yang terjadi pada material ketika dikenai beban tertentu. Namun, dalam aplikasi nyata, komponen struktural sering kali menghadapi kondisi beban yang lebih kompleks, di mana beberapa jenis tegangan bekerja secara simultan. Bab ini, yang berfokus pada kombinasi tegangan, akan membawa kita lebih jauh ke dalam dunia analisis tegangan yang kompleks, di mana interaksi antar berbagai tegangan dan deformasi harus dipahami secara mendalam.



Gambar 5.1 Kombinasi tegangan dan regangan akibat gaya \vec{F}

Pada bab ini, kita akan mengembangkan pemahaman tentang bagaimana berbagai jenis tegangan berinteraksi dalam sebuah material. Memahami kombinasi tegangan sangat penting dalam memastikan integritas dan keamanan struktur, terutama ketika material dihadapkan pada kondisi operasional yang menantang. Analisis kombinasi tegangan memungkinkan

kita untuk mendeteksi dan mengantisipasi kondisi kritis yang dapat menyebabkan kegagalan material.

Selain itu, bab ini akan memperkenalkan konsep-konsep lanjutan seperti Rasio Poisson, tensor tegangan, tensor regangan, dan tensor elastisitas. Tensor-tensor ini akan membantu kita dalam memahami dan memodelkan respons material terhadap beban yang rumit dalam tiga dimensi. Tensor tegangan dan tensor regangan akan diperkenalkan sebagai alat matematis yang kuat untuk menggambarkan distribusi tegangan dan regangan dalam material. Tensor-tensor ini memungkinkan kita untuk mengkaji keadaan tegangan dan regangan secara lebih komprehensif, terutama ketika berurusan dengan material anisotropik atau kondisi beban yang bervariasi di seluruh struktur. Sementara itu, tensor elastisitas akan memungkinkan kita untuk menjembatani hubungan antara tegangan dan regangan dalam material melalui hukum Hooke dalam bentuk tiga dimensi.

Melalui pemahaman yang mendalam tentang kombinasi tegangan dan alat-alat matematis yang terkait, seperti tensor-tensor ini, kita akan mampu menganalisis dan merancang struktur dengan lebih baik. Ini akan memastikan bahwa material dan komponen yang kita gunakan dapat menahan beban yang dikenakan tanpa mengalami deformasi atau kegagalan yang berlebihan. Bab ini memberikan dasar yang penting untuk memahami perilaku material di bawah kondisi beban yang kompleks dan akan menjadi kunci dalam desain dan analisis struktur yang lebih canggih.

A. TENSOR TEGANGAN

Tegangan menghubungkan gaya dan luas area secara linier $\vec{F} = \sigma \vec{A}$

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{pmatrix} = \sigma \begin{pmatrix} A_x \\ A_y \\ A_z \end{pmatrix}$$

dengan $F_x, F_y,$ dan F_z masing – masing adalah komponen $x, y,$ dan z dari vektor gaya \vec{F} . Sedangkan $A_x = YZ, A_y = XZ,$ dan $A_z = XY,$ masing – masing adalah luas area yang vektor normalnya di arah $x, y,$ dan z . Seperti halnya dengan momen inersia pada bab 4.1, σ adalah sebuah tensor

$$\sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{pmatrix}$$

BAB 6

ANALISA TEGANGAN

BIDANG

Setelah membahas konsep tegangan dalam tiga dimensi pada bab sebelumnya, di Bab 6 ini kita akan berfokus pada kasus khusus yang dikenal sebagai analisa tegangan bidang, yaitu kondisi tegangan dalam dua dimensi. Analisa tegangan bidang muncul dalam berbagai aplikasi teknik, terutama ketika satu dimensi material jauh lebih kecil dibandingkan dengan dua dimensi lainnya, sehingga tegangan pada arah ketiga dapat diabaikan. Contoh umum dari situasi ini adalah pelat tipis, di mana tegangan signifikan hanya terjadi di bidang pelat, sementara tegangan pada arah ketebalan sangat kecil atau diabaikan.

Dalam tegangan bidang, tegangan hanya bekerja pada dua sumbu koordinat, seperti sumbu x dan y , sedangkan tegangan total pada sumbu z dianggap nol atau sangat kecil. Dengan menggunakan pendekatan dua dimensi ini, analisis mekanika bahan menjadi lebih sederhana, namun tetap mampu menangkap perilaku penting dari material di bawah beban dalam bidangnya. Pendekatan ini sangat berguna dalam desain elemen struktural tipis, seperti pelat logam, dinding beton, dan komposit.

Di bab ini, kita akan menerapkan konsep-konsep yang telah diperkenalkan sebelumnya, seperti tensor tegangan dan tensor regangan, namun dengan pendekatan dua dimensi. Kita juga akan mengembangkan persamaan khusus untuk menghitung tegangan utama dan tegangan geser maksimum dalam kondisi tegangan bidang. Diagram Mohr akan digunakan sebagai alat grafis yang efektif untuk memvisualisasikan distribusi tegangan dan memahami kondisi kritis yang mungkin timbul di bidang dua dimensi.

Selain itu, bab ini akan memperkenalkan konsep fungsi tegangan, yang digunakan untuk menyederhanakan perhitungan distribusi tegangan dalam material. Fungsi ini memungkinkan kita menyelesaikan persamaan tegangan elastis dengan lebih efisien, terutama dalam masalah dua dimensi yang

kompleks. Kita juga akan membahas fungsi tegangan Airy, salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam analisis elastisitas dua dimensi.

Dengan pemahaman yang mendalam tentang analisa tegangan bidang dan alat bantu seperti diagram Mohr dan stress function, kita dapat dengan lebih mudah menangani berbagai masalah teknik yang melibatkan elemen-elemen struktural dua dimensi. Bab ini memberikan dasar yang kuat untuk analisis lebih lanjut, termasuk aplikasi pada struktur yang lebih kompleks dalam tiga dimensi.

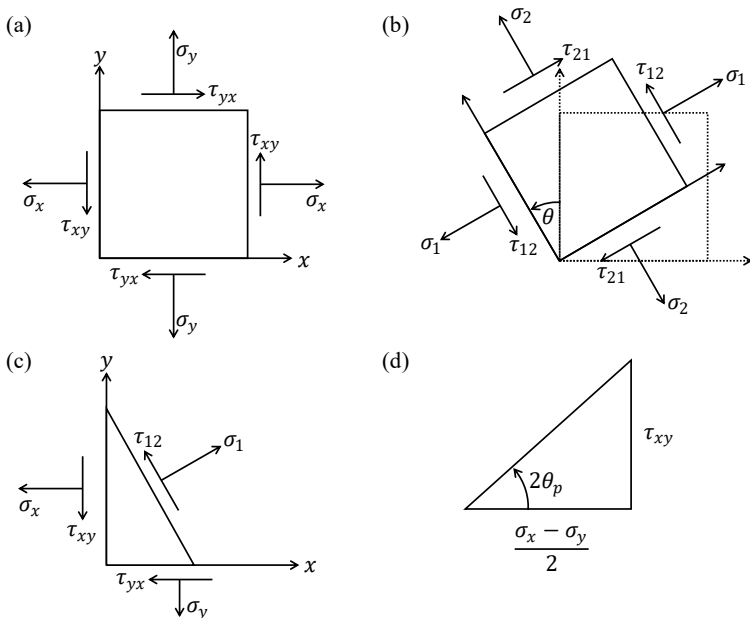
A. TENSOR TEGANGAN DI DUA DIMENSI

Tegangan yang menghubungkan gaya dan luas area secara linier $\vec{F} = \sigma \vec{A}$ pada dua dimensi merupakan tensor simetri yang memiliki dua komponen tegangan tarik dan dua komponen tegangan geser:

$$\sigma = \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{pmatrix}$$

Tensor tegangan dapat dirotasikan sebesar θ berlawanan jarum jam menggunakan matriks rotasi seperti pada Gambar 6.1

$$R = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$



Gambar 6.1. Transformasi tegangan bidang karena rotasi

BAB 7

DESAIN BATANG

BERDASARKAN TEGANGAN

A. PENDAHULUAN

Desain batang berdasarkan tegangan merupakan salah satu aspek penting dalam ilmu teknik sipil dan mekanika. Desain batangan berdasarkan tegangan yaitu sebuah pendekatan dalam rekayasa mekanika. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa batang mampu menahan beban yang bekerja tanpa mengalami kerusakan atau kegagalan struktural. Dalam desain ini, tegangan yang terjadi di dalam batang akibat beban menjadi parameter utama yang diperhatikan. Desain batang berdasarkan tegangan penting karena desain yang tepat memastikan struktur aman dan tidak runtuh saat digunakan, menghindari penggunaan material yang berlebihan, sehingga menghemat biaya, struktur yang dirancang dengan baik akan memiliki umur pakai yang panjang dan desain harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam berbagai standard an peraturan bangunan. Dalam desain batang memiliki tujuan yaitu perlu menentukan dimensi batang yaitu panjang, lebar, dan tebal batang yang sesuai, perlu memilih material yang tepat yaitu material harus memiliki kekuatan dan sifat mekanik yang sesuai dengan beban yang bekerja, memastikan tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan izin artinya tegangan izin adalah tegagab maksimum yang diizinkan untuk suatu material. Proses desain batang berdasarkan tegangan umumnya melibatkan beberapa langkah berikut:

1. Menentukan Beban dan Gaya yang Bekerja

Langkah pertama adalah menentukan semua beban dan gaya yang bekerja pada batang. Hal ini dapat dilakukan dengan menganalisis struktur secara keseluruhan dan mengidentifikasi semua gaya yang bekerja pada batang, seperti gaya aksial, momen lentur, dan gaya geser. Sebelum kita membahas cara menentukan beban dan gaya yang bekerja pada tegangan, mari kita pahami terlebih dahulu beberapa konsep dasar membahas cara

menentukan beban dan gaya yang bekerja pada tegangan, mari kita pahami terlebih dahulu beberapa konsep dasar beban dan gaya bekerja:

a. Tegangan:

Tegangan adalah gaya dalam per satuan luas yang bekerja pada suatu benda. Tegangan timbul sebagai respon terhadap beban yang bekerja pada suatu struktur. Jenis-jenis tegangan yaitu tegangan tarik yaitu tegangan yang terjadi ketika gaya tarik bekerja pada suatu material, tegangan tekan yaitu tegangan yang terjadi ketika gaya tekan bekerja pada suatu material, dan tegangan geser adalah tegangan yang terjadi ketika gaya bekerja sejajar dengan permukaan suatu material. Satuan tegangan dinyatakan dalam satuan pascal (Pa) atau Newton per meter persegi. Secara matematis, tegangan (σ) dapat dinyatakan sebagai:

$$\sigma = F / A$$

di mana:

σ = tegangan (N/m²)

F = gaya yang bekerja (N)

A = luas penampang (m²)

Jenis-jenis tegang yaitu sebagai berikut:

- 1) Tegangan Normal yaitu terdiri dari tegangan tarik dan tegangan tekan. Tegangan tarik adalah terjadi gaya bekerja untuk menarik suatu benda. Menyebabkan benda memanjang. Contoh kabel yang ditarik, batang yang ditarik. Sedangkan tegangan tekan adalah terjadi ketika gaya bekerja untuk menekan suatu benda, menyebabkan benda memedek. Contoh: kolom bangunan yang menahan beban di atasnya, balok yang terjepit di kedua ujungnya.
- 2) Tegangan Geser (shear stress) adalah terjadi ketika gaya bekerja sejajar dengan permukaan benda, menyebabkan benda cenderung meluncur atau bergeser. Contoh paku yang dipotong dengan gunting, baut yang dikencangkan.
- 3) Tegangan Lentur (bending stress) adalah terjadi pada benda yang mengalami lenturan akibat gaya yang bekerja tegang lurus terhadap sumbu panjang benda. Tegangan ini merupakan kombinasi dari tegangan tarik dan tekan. Contoh balok yang ditumpu pada kedua ujungnya dan diberi beban di tengah.

BAB 8

DEFORMASI BALOK STATIS

TERTENTU

A. PENDAHULUAN

Deformasi balok statis tertentu merupakan kajian mendalam tentang perubahan bentuk alami oleh balok ketika diberikan beban. Pemahaman yang baik tentang topik ini sangat krusial dalam perancangan struktur, khususnya bangunan. Selain itu deformasi balok statis tertentu adalah perubahan bentuk balok yang disebabkan oleh gaya-gaya yang bekerja padanya. Balok statis tertentu adalah balok yang reaksinya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan keseimbangan statika. Pentingnya mempelajari deformasi blok adalah dengan memahami deformasi, kita dapat merancang struktur yang aman dan tidak mudah runtuh akibat beban berlebih. Deformasi yang berlebihan dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengguna, misalnya lantai yang melendut terlalu dalam. Efisiensi material dengan perhitungan yang tepat, kita dapat menggunakan material secukupnya tanpa membuang-buang.

1. Konsep dasar deformasi

adalah merupakan beban gaya luar yang bekerja pada blok, dapat berubah beban terputus, terdistribusi atau momen, selain itu memiliki pergeseran titik pada balok akibat beban. Adanya perubahan sudut pada penampang melintang balok, momen lentur yaitu gaya dalam yang menyebabkan balok melengkung, gaya geser yaitu gaya dalam yang menyebabkan balok mengalami geseran dan modulus elastisitas yaitu sifat bahan yang menunjukkan kekakuan bahan terhadap deformasi dan yang terakhir adalah momen inersia adalah besarnya tahanan penampang terhadap lenturan. Tujuan analisis deformasi blok adalah pertama, untuk menghitung lendutan maksimum yaitu untuk memastikan bahwa lendutan tidak melebihi batas yang diizinkan. Kedua, menganalisis tegangan dalam balok yaitu untuk memastikan bahwa tegangan tidak

melebihi kekuatan lahan. Dan ketiga, memeriksa kestabilan struktur tidak mengalami keruntuhan. Ada beberapa jenis deformasi balok, yaitu:

a. Lendutan (*deflection*)

Lendutan adalah vertikal pada sumbu longitudinal balok. Dan deteksi maksimum suatu titik pada balok akibat beban yang bekerja padanya. Bayangkan sebuah balok kayu panjang yang diletakkan di atas dua tumpuan. Jika anda berdiri di tengah-tengah balok tersebut. Balok akan melengkung ke bawah di bawah berat tubuh anda. Nah jarak antara posisi awal balok (sebelum diberi beban) dengan posisi balok setelah diberi beban di titik tengah itulah yang disebut defleksi. Akibatnya, balok melengkung. Mengapa Defleksi terjadi karena adanya momen lentur yang timbul akibat beban. Momen lentur ini menyebabkan serat atas balok mengalami tegangan tarik, sedangkan serat bawah mengalami tegangan tekan. Akibatnya, balok melengkung. Mengapa terjadi defleksi, defleksi terjadi karena adanya momen lentur yang timbul akibat beban. Momen lentur ini menyebabkan serat atas balok mengalami tegangan tarik, sedangkan serat bawah mengalami tegangan tekan. Faktor-faktor yang mempengaruhi defleksi. Besarnya defleksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

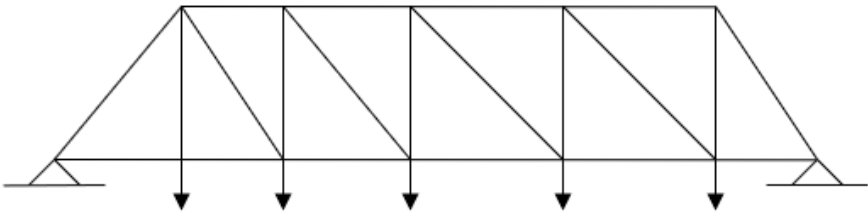
- 1) Besar dan jenis beban yaitu semakin besar beban yang diberikan, semakin besar pula defleksi yang terjadi. Jenis beban (terpusat, merata, atau momen) juga mempengaruhi pola dan besarnya defleksi.
- 2) Panjang bentang balok yaitu semakin panjang bentang balok, semakin besar kemungkinan balok melentur, sehingga defleksi yang terjadi akan semakin besar.
- 3) Momen inersia penampang balok yaitu semakin besar momen inersia penampang balok, semakin besar tahanan balok terhadap lentur, sehingga defleksi yang terjadi akan semakin kecil.
- 4) Modulus elastisitas material balok yaitu semakin besar modulus elastisitas material balok, semakin kaku material tersebut, sehingga defleksi yang terjadi akan semakin kecil.
- 5) Kondisi penumpuan yaitu jenis tumpuan pada ujung balok (rol, sendi, jepit) akan mempengaruhi distribusi momen lentur dan gaya geser, sehingga mempengaruhi pola deformasi.

Pentingnya Mempelajari Defleksi. Mempelajari defleksi sangat penting dalam bidang teknik sipil, terutama dalam perancangan struktur.

BAB 9

STABILITAS BATANG TEKAN

Stabilitas batang tekan adalah kemampuan batang untuk menahan beban tekan tanpa mengalami tekuk atau runtuh. Tekuk adalah deformasi lateral batang yang disebabkan oleh momen lentur yang bekerja padanya. Runtuh adalah kegagalan struktural batang yang terjadi secara tiba-tiba. Selain itu batang tekan adalah komponen struktur yang hanya mengalami gaya aksial tekan saja (centroid) penampang. Contoh batang tekan: komponen suatu rangka batang (misalannya pada jembatan rangka batang, atap dsb). Bering diagonal pada suatu gedung, jembatan rangka batang. Kolom pada suatu gedung.



Gambar 9.1. Rangka Batang Bidang

Suatu batang yang mengalami gaya tekan sentris, kegagalan dapat terjadi oleh dua fenomena yaitu kekuatan material dan stabilitas. Untuk batang tekan kekuatan material tercapai saat tegangan mencapai tegangan leleh. Masalah rupture seperti pada batang tarik tidak ada pada batang tekan. Dalam stabilitas batang tekan terdapat beberapa konsep dasar antara lain adalah beban kriteria yaitu beban tekan terkecil yang menyebabkan batang tiba-tiba melengkung atau tekuk, Tekuk adalah perubahan bentuk tiba-tiba dari lurus menjadi melengkung pada batang yang diberi beban tekan melebihi beban kritis, panjang efektif yaitu panjang batang yang diperhitungkan dalam analisis stabilitas, yang dipengaruhi oleh kondisi tumpuan pada kedua ujung batang dan rasio langsing adalah perbandingan antar panjang efektif barang

dengan radius girasi penampang terkecil. Rasio kelangsingan merupakan parameter penting dalam menentukan stabilitas batang.

A. TEORI EULER

Teori Euler adalah merupakan salah satu teori fundamental dalam mekanika struktur yang digunakan untuk menganalisis stabilitas batang lurus yang mengalami beban tekan. Teori ini memberikan dasar pemahaman mengenai kapan sebuah batang akan melengkung (buckling) dan runtuh di bawah beban tertentu. Asumsi dasar teori Euler adalah sebagai berikut:

1. **Batang lurus yaitu** batang diasumsikan memiliki sumbu lurus sebelum pembebanan.
2. **Homogen yaitu** material batang memiliki sifat mekanik yang seragam di seluruh bagiannya.
3. **Isotropik yaitu** sifat mekanik material sama pada semua arah.
4. **Penampang lintang konstan yaitu** bentuk dan ukuran penampang batang tidak berubah sepanjang panjangnya.
5. **Bahan mengikuti hukum Hooke yaitu** hubungan antara tegangan dan regangan bersifat linier elastis.

Beban Euler Kritis yaitu beban maksimum yang dapat ditahan oleh batang sebelum mengalami deformasi lateral yang signifikan (melengkung) dan runtuh.

Rumus Umum:

$$P_{cr} = (\pi^2 EI) / (KL)^2$$

Di mana:

P_{cr} = Beban Euler kritis

E = Modulus elastisitas material

I = Momen inersia penampang terhadap sumbu lentur

L = Panjang efektif batang

K = Koefisien panjang efektif (bergantung pada kondisi penumpuan) Panjang Efektif

Panjang efektif (KL) adalah panjang ekivalen dari batang yang digunakan dalam perhitungan beban Euler kritis. Panjang efektif ini memperhitungkan pengaruh kondisi penumpuan pada kedua ujung batang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhajri, T.M. 2016. "Behaviour of pre-cast U-Shaped Composite Beam Integrating Cold Formed Steel With Ferro Cemen Slab". University Teknologi Malaysia (UTM) : Malaysia.
- American Institute of Steel Construction INC. "Steel Construction", Thirteenth edition, 2005.
- Andreas. 2012. "Studi Eksperimental Balok Komposit Baja Ringan Dengan Balok Beton Bertulang ". Universitas Indonesia: Depok.
- Antonius dan P. Setiyawan (2004), Metode Pembelajaran Mekanika Bahan pada Aplikasi Komponen Beton Bertulang; Prosiding Seminar dan Workshop Mekanika Rekayasa Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 7-8 Oktober, 43-49.
- Antonius dan P. Setiyawan (2004), Metode Pembelajaran Mekanika Bahan pada Aplikasi Komponen Beton Bertulang; Prosiding Seminar dan Workshop Mekanika Rekayasa Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 7-8 Oktober, 43-49.
- Antonius. (2021). *Perilaku Dasar dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019*. Unnisula Press. ISBN: 978-623-7097-94-5. Jawa Tengah.
- Antonius. (2021). Perilaku Dasar dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019. Unnisula Press. ISBN: 978-623-7097-94-5. Jawa Tengah.
- Antonius. (2021). Perilaku Dasar dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019. Unnisula Press. ISBN: 978-623-7097-94-5. Jawa Tengah.
- Arief. 2016. "Studi Eksperimental Respon Komponen Pelat Satu Arah Komposit Beton Baja Ringan Tanpa Penghubung Geser". Universitas Andalas: Padang.
- Badan Standardisasi Nasional, "Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural", SNI 1729:2015, 2015
- Badan Standarisasi Nasional, "Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2002", Bandung, 2000. 4.

- Bona, A. (2004). Material symmetries of elasticity tensors. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics* (Vol. 57, Issue 4, pp. 583–598). Oxford University Press (OUP).
<https://doi.org/10.1093/qjmam/57.4.583>
- Bower, A. F. (2012). chapter 10: Rods and shells - 10.7 solutions to shell, plate and membrane problems. *Applied Mechanics of Solids*.
https://solidmechanics.org/Text/Chapter10_7/Chapter10_7.php
- Bower, A. F. (2012). chapter 3: Constitutive Models Relations between Stress and. *Applied Mechanics of Solids*.
http://solidmechanics.org/text/Chapter3_2/Chapter3_2.htm
- Chu-Kia W, Wirawan K., Nataprawira M. (1994). “Analisa Struktur Lanjutan”. Erlangga Jakarta
- Dupen, B. (2014). *Applied Strength of Materials for Engineering*.
- F. P. Beer and E. R. Johnston Jr., 2007. *Vector Mechanics for Engineers: Statics, SI Metric Edition, Mcgraw-hill, 3rd Edition*.
- Firmansyah, Lutfi Verdy, 2014, Pengaruh Berbagai Jenis Screw Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Geser Sambungan Baja Ringan, *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, olume 3, No 1, hal 44-53, Universitas Negri Surabaya, Surabaya
- Gere, J. M., & Goodno, B. J. (2011). *Mechanics of Materials (brief edition)*. Mason, OH: CENGAGE Learning Custom Publishing.
- Gere, J., & Goodno, B. (2016). *Mechanics of Materials (9th ed.)*. Mason, OH: CENGAGE Learning Custom Publishing.
- Gere, James M. dan Timoshenko, Stephen P. 1996. *Mekanika Bahan*, Edisi kedua, Jilid pertama, Jakarta , Erlangga.
- Ghali, Neville, Vira (1990). “Analisa Struktur”. Erlangga Jakarta.
- Hearn, E. (1997). *Mechanics of Materials Volume 1: An Introduction to the Mechanics of Elastic and Plastic Deformation of Solids and Structural Materials*. Elsevier.
- Hibbeler, R. C. (2016). *Statics and mechanics of materials (5th ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Irgens, F. (2008). Introduction. In *Continuum Mechanics*. doi:10.1007/978-3-540-74298-2_1

- Irgens, F. (2008). Introduction. In Continuum Mechanics. doi:10.1007/978-3-540-74298-2_1
- Isworo Hajar (2018). *Mekanika Kekuatan Material I*. Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, 2018.
- Ludwig, M. (2020). Elasticity tensor in anisotropic materials. BayernCollab. <https://collab.dvb.bayern/display/TUMzfp/Elasticity+tensor+in+an+isotropic+materials>
- MacGregor, J.G. (1997), *Reinforced Concrete, Mechanics and Design*, Third Edition, Prentice Hall.
- MacGregor, J.G. and M.G. Ghoneim (1995), Design for Torsion, ACI Structural Journal, Vol. 92(2), 211-218.
- Mander, J.B., M.J.N. Priestley, and R. Park (1988), *Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete*, Journal of Struct. Eng. ASCE, Vol.114(8), 1804-1824.
- Mondal's, S. K. (2007). Strength of Materials. swapan_mondal_01@yahoo.co.in.
- Mulyati (2023), Mekanika Bahan, Bahan Ajar, Teknik Sipil Institute Teknologi Padang.
- N. Rizkiani. 2019. *Analisis Tegangan Regangan Pada Kolom Menggunakan Software Abaqus Cae V6. 14 Pada Struktur Bangunan Hotel Ibis Style 14* [Online]. Available: <https://lib.unnes.ac.id/36236/>.
- Philpot, T. A. (2017). Mechanics of Materials. Missouri University of Science and Technology: John Wiley & Sons, Inc.
- Popov, E.P (1989), Mekanika Teknik (Mechanic of Materials). Penerbit Erlangga. Jakarta
- R. C. Hibbeler, 2009. Engineering Mechanics, 7th - 10th Edition, Person Prentice-Hall.
- Resti Nur Arini. Reflangga Pradana. 2021. *Analisa Tegangan Regangan Pada Balok Dengan Menggunakan Software ABAQUS CAE V6.14*. Jurnal Artesis. Vol. 1(2): 193-198.
- Soelarso. 2011. Modul Analisis Struktur I. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

- Subramanian, R. (2010). *Strength of Material (2nd Edition)*. England: Oxford University Press.
- Thornton, S. T., & Marion, J. B. (2003). *Classical dynamics of particles and systems (5th ed.)*. Florence, KY: Brooks/Cole.
- Vert, J. (Copyright 2021). MATHalino - Engineering Mathematics. Retrieved from <https://mathalino.com/reviewer/mechanics-and-strength-of-materials/mechanics-and-strength-of-materials>
- Wikimedia Foundation. (2024). Bulk modulus. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Bulk_modulus
- Wikimedia Foundation. (2024). Cauchy stress tensor. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Cauchy_stress_tensor
- Wikimedia Foundation. (2024). Cubic crystal system. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Cubic_crystal_system
- Wikimedia Foundation. (2024). Elasticity tensor. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Elasticity_tensor
- Wikimedia Foundation. (2024). Gabriel Lamé. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Gabriel_Lam%C3%A9
- Wikimedia Foundation. (2024). Hexagonal crystal family. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Hexagonal_crystal_family
- Wikimedia Foundation. (2024). Infinitesimal strain theory. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Infinitesimal_strain_theory
- Wikimedia Foundation. (2024). Lamé parameters. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Lam%C3%A9_parameters
- Wikimedia Foundation. (2024). List of second moments of area. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_second_moments_of_area
- Wikimedia Foundation. (2024). Mohr's circle. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Mohr%27s_circle
- Wikimedia Foundation. (2024). Monoclinical crystal system. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Monoclinic_crystal_system
- Wikimedia Foundation. (2024). Orthorhombic crystal system. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Orthorhombic_crystal_system

- Wikimedia Foundation. (2024). Plane stress. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Plane_stress
- Wikimedia Foundation. (2024). Poisson's ratio. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Poisson%27s_ratio
- Wikimedia Foundation. (2024). Poisson's ratio. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Poisson%27s_ratio
- Wikimedia Foundation. (2024). Rhombohedron. Wikipedia.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Rhombohedron>
- Wikimedia Foundation. (2024). Siméon Denis Poisson. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Sim%C3%A9on_Denis_Poisson
- Wikimedia Foundation. (2024). Strain (mechanics). Wikipedia.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Strain_\(mechanics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Strain_(mechanics))
- Wikimedia Foundation. (2024). Stress functions. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Stress_functions
- Wikimedia Foundation. (2024). Tetragonal crystal system. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Tetragonal_crystal_system
- Wikimedia Foundation. (2024). Torsion (mechanics). Wikipedia.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Torsion_\(mechanics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Torsion_(mechanics))
- Wikimedia Foundation. (2024). Triclinic crystal system. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Triclinical_crystal_system
- Wikiversity projects. (2016). Torsion. Wikiversity.
<https://en.wikiversity.org/wiki/Torsion>
- Wikiversity projects. (2018) Airy stress function with Body Force. Wikiversity.
https://en.wikiversity.org/wiki/Airy_stress_function_with_body_force

PROFIL PENULIS



Syahrial Hasibuan. ST.,MT lahir di Medan, 12 April 1975 Saat ini bertugas sebagai Dosen pengajar di Universitas Pahlawan Kabupaten Kampar Provinsi Riau pada program studi Teknik Sipil. Gelar ST. diperoleh dari Universitas Borobudur Jakarta (2005), gelar MT. diperoleh dari Program Magister Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang (2011). Selain sebagai akademik, penulis memiliki pengalaman sebagai konsultan teknik dan konstruksi di wilayah

Provinsi Riau. Penulis juga pernah menjadi anggota Asesor Tenaga Kerja (AKTK) LPJKN wilayah Riau tahun 2018 sampai 2020.



Dr. Adam Badra Cahaya

Penulis merupakan Dosen pada Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Penulis yang lahir di kabupaten Jombang ini meraih gelar Bachelor of Science pada tahun 2013 dari Tohoku University, Jepang. Penulis melanjutkan studi pascasarjana di Institute for Materials Research, Tohoku University dan meraih gelar Master of Science pada tahun 2015. Setelah itu

penulis melanjutkan studi pada program Interdepartmental Doctoral Degree for Multi-Dimensional Material Science Leaders di Tohoku University dan meraih gelar Doctor of Science. Penulis aktif di asosiasi ilmiah Physical Society of Indonesia dan Indonesian Magnetic Society.

Email: adam@sci.ui.ac.id



Sjahril Botutihe.,ST.,MM

Sjahril Botutihe, lahir di Manado, ibukota Sulawesi Utara, pada tanggal 30 Oktober 1998. Telah menempuh pendidikan S-1 pada program studi Teknik Mesin di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2004 dan pendidikan S-2 pada Program Studi Megister Manajemen pada Institut Bisnis Nusantara pada Tahun 2010. Penulis saat ini terdaftar sebagai salah satu dosen di Fakultas Teknik

Universitas Ihsan Gorontalo sejak tahun 2018. Penulis aktif mengikuti berbagai pertemuan ilmiah, seperti seminar, konferensi, workshop dan lain-lain, baik lokal maupun nasional. Beberapa tulisan penulis telah dilakukan antara lain: Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Pemipil Jagung Portable pada tahun 2108, Rancang Bangun dan Pengujian Alat Pengaduk Dodol dan Redesain Kompur Biomassa Tipe Downdraft System Continue dengan Menggunakan Bahan Sekam Padi pada tahun 2019. Penulis dapat dihubungi via email sjahrilbotutihe@gmail.com atau wa 0813 2027 6966.



Materi dalam buku ini dirancang untuk memberikan pengetahuan dasar tentang sifat mekanis bahan dan perilaku material saat menerima beban. Dengan pembahasan yang mencakup tegangan, regangan, lentur, torsi, stabilitas, hingga desain batang, diharapkan buku ini menjadi referensi yang bermanfaat dalam memahami konsep mekanika bahan secara komprehensif. Buku ini terdiri dari sembilan bab, yang dimulai dari konsep dasar hingga aplikasi dalam analisis stabilitas struktur. Setiap bab disajikan dengan pendekatan sistematis untuk memudahkan pembaca memahami teori dan aplikasinya dalam dunia nyata. Selain itu, buku ini dilengkapi dengan contoh-contoh soal dan analisis yang bertujuan membantu pembaca memperdalam pemahaman dan penerapannya



CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : tahtamedia group
Telp/WA : +62 896-5427-3996

ISBN 978-623-147-645-6



9 786231 476456