



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SOLUSI BANGUN  
INDONESIA**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA**

**PENGUATAN STRUKTUR PENDUKUNG *BIN T92-3B1***

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Oleh  
**FAIZAL PRASETYAWAN**  
**NIM. 2102315019**

**PROGRAM KERJASAMA**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN**

**KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN**

**CILACAP TAHUN 2024**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



# SOLUSI BANGUN INDONESIA

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

## PENGUATAN STRUKTUR PENDUKUNG *BIN T92-3B1*

### LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan  
Diploma III Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri,  
Teknik Mesin

Oleh  
**FAIZAL PRASETYAWAN**  
**NIM. 2102315019**

PROGRAM KERJASAMA

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN

CILACAP TAHUN 2024



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGUATAN STRUKTUR PENDUKUNG BIN T92-3B1

Oleh

FAIZAL PRASETYAWAN

NIM. 2102315019

Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T.

NIP. 196005141986031002

Heri Kuswanto, S.T.

NIK. 62500691

Ketua Program Studi  
Diploma Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.

NIP. 196306191990031002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

### PENGUATAN STRUKTUR PENDUKUNG BIN T92-3B1

Oleh  
Faizal Prasetyawan  
NIM. 2102315019

Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 01 Agustus 2024 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri Jurusan Teknik Mesin

#### DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T. NIP. 196005141986031002	Ketua		01 Agustus 2024
2.	Drs. Sugeng Mulyono, S.T., M.kom. NIP. 196010301986031001	Anggota		01 Agustus 2024
3.	Abdurrahman Prabowo NIK. 62501175	Anggota		01 Agustus 2024

Cilacap, 01 Agustus 2024

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin  
  
Dr. Eng Muslimin, S.T., M.T.  
NIP. 197707142008121005

Manager Program EVE  
  
Gammalia Permata Devi  
NIK. 6250117

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faizal Prasetyawan

NIM : 2102315019

Program Studi : Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Cilacap, 01 Agustus 2024



Faizal Prasetyawan

NIM. 2102315019

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Diploma III Program EVE kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT Solusi Bangun Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faizal Prasetyawan  
NIM : 2102315019  
Jurusan : Teknik Mesin  
Program Studi : Teknik Mesin  
Konsentrasi : Rekayasa Industri Semen  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT Solusi Bangun Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul:

### **PENGUATAN STRUKTUR PENDUKUNG *BIN T92-3B1***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif, EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT Solusi Bangun Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap

Pada tanggal : 01 Agustus 2024

Yang menyatakan,

Faizal Prasetyawan

NIM. 2102315019

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## PENGUATAN STRUKTUR PENDUKUNG *BIN* T92-3B1

Faizal Prasetyawan

- 1) Program Studi Konsentrasi Rekayasa Industri, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI Depok, 16425
- 2) PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Cilacap Plant, Jl. Ir. H. Juanda, Karangtalun, Cilacap, 53234

Email : [faizal.eve17@gmail.com](mailto:faizal.eve17@gmail.com)

### ABSTRAK

Persiapan bahan baku semen merupakan salah satu proses penunjang produksi semen di PT. Solusi Bangun Indonesia. Salah satu komponen penting pada tahap ini yaitu bin yang merupakan alat penyimpanan sementara dan alat transportasi material. Bin T92-3B1 mengalami defleksi akibat perubahan densitas material yang semula dari faba menjadi pasir besi, hal ini tentu akan berpengaruh terhadap beban yang diterima. Jika dibiarkan akan berpotensi runtuh yang akan menimbulkan kerugian yang besar. Kerugian tersebut berupa stopnya produksi dalam waktu lebih dari 10 hari. Maka dari itu dilakukan penguatan struktur *bin* T92-3B1 guna menghilangkan potensi runtuhnya Bin T92-3B1. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan menentukan struktur dan material yang sesuai untuk penguatan struktur *bin* T92-3B1. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan penguatan struktur ini adalah dengan observasi dan pengambilan informasi atau data, perancangan, realisasi, monitoring dan evaluasi hasil. Berdasarkan hasil Penguatan struktur pendukung Bin T92-3B1, kondisi unsafe bin T92-3B1 berhasil dihilangkan serta menghindari kerugian sebesar 11,6 Milyar Rupiah dalam waktu 10 hari.

Kata Kunci : Penguatan, FABA, *iron sand*, Struktur, *Bin*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**ABSTRACT**

Preparation of cement raw materials is one of the processes supporting cement production at PT Solusi Bangun Indonesia. One of the important components at this stage is the bin which is a temporary storage and transportation tool for materials. Bin T92-3B1 experienced deflection due to changes in material density from faba to iron sand, this will certainly affect the load received. If left unchecked, it will have the potential to collapse which will cause great losses. The loss is in the form of a production stop in more than 10 days. Therefore, strengthening the structure of bin T92-3B1 is carried out to eliminate the potential for collapse of Bin T92-3B1. The purpose of this research is to design and determine the appropriate structure and material for strengthening the structure of bin T92-3B1. The method used to complete the strengthening of this structure is by observation and retrieval of information or data, design, realization, monitoring and evaluation of results. Based on the results of strengthening the supporting structure of Bin T92-3B1, the unsafe condition of bin T92-3B1 was successfully eliminated and avoided a loss of 11,6 billion Rupiah within 10 days.

**Keyword** : Reinforcement, FABA, iron sand, Structure, Bin





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat- Nya Tugas Akhir (TA) yang berjudul “**Penguatan Struktur Bin T92-3B1**” dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai Diploma III Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta dan PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Ibu Gammalia Permata Devi Manager Program EVE (*Enterprise based Vocational Education*), dan EVE Team Cilacap yang telah memfasilitasi dari awal perkuliahan hingga penyusunan laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Drs. R. Grenny Sudarmawan, ST., M.T., dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Heri Kuswanto, S.T., pembimbing lapangan yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran selama penyelesaian Tugas Akhir.
5. Bapak Mukhsin, S.T. dan *Team Civil* atas bimbingan dan ilmu yang sudah diberikan selama spesialisasi.
6. Teman – teman EVE, kontraktor, dan karyawan PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Cilacap *Plant* yang namanya tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga makalah ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Cilacap, 01 Agustus 2024



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah Tugas Akhir</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan Pembuatan Tugas Akhir</b> .....	2
1.3.1 Tujuan Umum .....	2
1.3.2 Tujuan Khusus .....	3
<b>1.4 Batasan Masalah Tugas Akhir</b> .....	3
<b>1.5 Lokasi Tugas Akhir</b> .....	3
<b>1.6 Manfaat Penelitian Tugas Akhir</b> .....	3
1.6.1 Bagi Mahasiswa .....	3
1.6.2 Bagi PT. Solusi Bangun Indonesia .....	4
1.6.3 Bagi Politeknik Negeri Jakarta .....	4
<b>1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir</b> .....	4
1.7.1 BAB I Pendahuluan .....	4



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.7.2 BAB II Tinjauan Pustaka .....	4
1.7.3 BAB III Metodologi.....	4
1.7.4 BAB IV Hasil dan Pembahasan .....	5
1.7.5 BAB V Kesimpulan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
<b>2.1 Fly ash dan Bottom ash (FABA) &amp; Iron sand</b> .....	6
2.1.1 Fly Ash.....	6
2.1.2 Bottom Ash .....	6
2.1.3 Iron sand.....	6
<b>2.2 Bin</b> .....	7
2.2.1 Shell .....	7
2.2.2 Support Bin Faba.....	8
<b>2.3 Sifat Mekanik Baja</b> .....	10
2.3.1 Isotropik .....	10
2.3.2 Anisotropik.....	10
<b>2.4 Alat Sambung</b> .....	11
2.4.1 Paku Keling .....	11
2.4.2 Sambungan Las .....	12
2.4.3 Baut .....	13
<b>2.5 Jenis dan bentuk baja profil</b> .....	15
2.5.1 Wide Flange .....	15
2.5.2 Baja Profil U (UNP).....	16
2.5.3 Baja Profil C (CNP) .....	17
2.5.4 T- Beam.....	18
2.5.5 L-Beam.....	18
<b>2.6 Jenis-jenis Pembebanan</b> .....	19



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.1	Beban mati .....	19
2.6.2	Beban hidup .....	20
2.6.3	Beban gempa .....	22
2.6.4	Kombinasi Beban .....	22
2.7	Metode Clapeyron .....	23
2.8	Menghitung Reaksi .....	24
2.8	Buckling .....	25
2.9	Tegangan dan Regangan geser .....	25
2.10	Perhitungan Sambungan Las .....	27
2.11	Perhitungan Sambungan baut dan mur .....	28
2.12	Bending Stress .....	28
2.11	Densitas .....	32
BAB III METODOLOGI .....		34
3.1	Diagram Alir Proses .....	34
3.2	Penjelasan Diagram Alir .....	35
3.2.1	Mulai .....	35
3.2.2	Observasi .....	35
3.2.3	Tinjauan Pustaka .....	35
3.2.4	Perancangan .....	35
3.2.5	Proses Realisasi .....	36
3.2.6	Monitoring dan Evaluasi .....	36
3.2.7	Selesai .....	36
3.3	Metode Pemecahan Masalah .....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		37
4.1	Target Tugas Akhir .....	37
4.2	Perhitungan Tugas Akhir .....	38



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.1 Menghitung beban yang ditopang oleh support .....	38
4.2.2 Perhitungan tumpuan Bin.....	41
4.2.3 Menghitung kekuatan Struktur <i>Bin</i> T92-3B1.....	42
4.2.4 Perhitungan Sambungan.....	57
<b>4.3 Realisasi <i>Reinforcement Bin T92-3B1</i></b> .....	<b>60</b>
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	<b>62</b>
<b>5.2 Saran</b> .....	<b>62</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	63
LAMPIRAN.....	A



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Flowsheet Bin T92-3B1 .....	3
Gambar 2.1 Shell.....	7
Gambar 2.2 Bracing .....	8
Gambar 2.3 Kolom.....	9
Gambar 2.4 Pelat Sambungan .....	9
Gambar 2.5 Paku Keling .....	11
Gambar 2.6 Pengelasan.....	12
Gambar 2.7 Baut dan Mur.....	13
Gambar 2.8 Baja Wide Flange.....	15
Gambar 2.9 Baja Profil U.....	16
Gambar 2.10 Baja Profil C.....	17
Gambar 2.11 Baja Profil T.....	18
Gambar 2.12 Baja Profil L.....	18
Gambar 2.12 Reaksi Pada Struktur .....	24
Gambar 2.13 Buckling .....	25
Gambar 2.14 Shear Stress .....	25
Gambar 2.15 Perhitnguan Sambungan Las.....	27
Gambar 2.17 Bending Stress.....	29
Gambar 2.18 Macam-macam pembebanan.....	31
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir.....	34
Gambar 4.1 Target Tugas Akhir .....	37
Gambar 4.2 FBD Plat Bordes .....	41
Gambar 4.3 Struktur Pendukung Bin T92-3B1 .....	43
Gambar 3.4 Free body diagram beam B1-c .....	43
Gambar 4.5 Analisis FBD Beam B1-c.....	45
Gambar 4.6 Free body diagram B1-b.....	47
Gambar 4.7 Analisis FBD Beam B1-b.....	49
Gambar 4.8 Free body diagram Beam B1-a .....	51
Gambar 4.9 Analisis FBD Beam B1-a.....	52
Gambar 4.10 Beam B1-B pada SAP2000.....	56
Gambar 4.11 Simulasi Support Bin T92-3B1 .....	56



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.12 Sambungan Las Beam.....	57
Gambar 4.13 Sambungan Baut pada Beam.....	57
Gambar 4.14 Pelat sambungan pada beam .....	59
Gambar 4.15 Transportasi Material .....	60
Gambar 4.16 Erection dan instalasi .....	60
Gambar 4.17 Evaluasi Hasil.....	61





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi tegangan baja .....	11
Tabel 2.2 Kekuatan baut berdasarkan gradenya .....	14
Tabel 2.3 Beban mati .....	20
Tabel 2.4 Beban hidup .....	21
Tabel 2.5 Bulk Density Material PT. SBI Cilacap.....	33
Tabel 4. 1 Metode Cross Balok B1-c .....	45
Tabel 4. 2 Metode cross balok B1-b .....	49
Tabel 4. 3 Metode cross Balok B1-a.....	52





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tentang PT Solusi Bangun Indonesia	A
Lampiran 2 Deskripsi Departemen Maintenance	E
Lampiran 3 Drawing Reinforcement Bin T92-3B1	G
Lampiran 4 Rincian Estimasi Biaya Pembuatan Proyek	N
Lampiran 5 Perkiraan Kerugian akibat Defleksi Bin T92-3B1	O
Lampiran 6 Data TIS	P
Lampiran 7 Hasil Analisa Struktur	R
Lampiran 8 Katalog Beam	S
Lampiran 9 Personalia Tugas Akhir	V



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk merupakan Perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur semen. Proses pembuatan semen terbagi menjadi 6 tahapan, pertama penambangan (*quarrying*) untuk mendapatkan bahan baku pembuatan semen berupa batu kapur dan tanah liat, kedua penghancuran bahan baku mentah untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan (*Crushing*), ketiga penggilingan bahan baku (*grinding*) yang terjadi di *Raw Mill* untuk menghasilkan raw meal, keempat pembakaran (*burning*) yang terjadi di preheater dan kiln untuk menghasilkan *clinker*, kelima penggilingan akhir di *Finish mill* yang akan menghasilkan semen serta keenam pengepakan semen di *packhouse* sampai akhirnya semen siap didistribusikan.

### 1.1 Latar Belakang

Bahan baku utama pembuatan semen terdiri dari empat bahan baku yaitu *limestone*, *clay*, *iron sand* dan *silica*. Akan tetapi, *Fly ash Bottom ash* mampu mensubstitusi *iron sand* dan *clay*. Dan pada Area *weight feeder* terdapat 5 bin yang terdiri bin empat bahan baku utama yaitu *limestone*, *clay*, *iron sand*, *silica* serta satu bin untuk bahan baku tambahan yaitu *Fly ash Bottom ash*.

Kemampuan *Fly ash Bottom ash* mensubstitusi *iron sand* dan *clay* membuat kebutuhan *Fly ash Bottom ash* bertambah. Hal demikian, membuat kebutuhan akan bin untuk *Fly ash Bottom ash* bertambah. Solusi untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan mengalihfungsikan bin *iron sand* menjadi bin *Fly ash Bottom ash*.

Untuk unsur yang paling dibutuhkan dari bahan baku *Fly ash Bottom ash* yaitu Al dan Fe. Dikarenakan kualitas dari *limestone* sedang buruk. Hal tersebut menyebabkan komposisi *raw mix material* tidak mampu menggunakan *Fly ash Bottom ash* yang tinggi. Dikarenakan pengurangan komposisi penggunaan *Fly ash Bottom ash* maka kadar Fe pada komposisi penyusun otomatis menurun.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan *iron sand* lagi sebagai tambahan bahan baku penyusun semen.

Penggunaan *iron sand* lagi tentunya akan memerlukan *bin* lagi sebagai tempat penampungan sementara *iron sand*. Untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan mengalihfungsikan *bin* T92-3B1 sebagai *bin iron sand*.

Pengalihfungsian *bin* tersebut tentunya dapat memicu masalah baru pada kerangka penopang dan *bin*. Dikarenakan densitas pada *Fly ash Bottom ash* dan *iron sand* berbeda, Dimana hal tersebut menyebabkan perbedaan beban yang diterima oleh *bin* dan rangka penopang, yang menyebabkan terjadinya lendutan pada girder penopang *bin* dan deformasi pada *bin*. Hal tersebut diakibatkan karena densitas *iron sand* lebih tinggi dibanding densitas *Fly ash Bottom ash*.

Dari berbagai persoalan di atas , maka diperlukan Solusi untuk membuat *improvement* yang mampu mencegah runtuhnya *bin* T92-3B1 akibat dari pergantian material yang ditampung. Maka dari itu dilakukan Penguatan struktur pendukung *Bin* T92-3B1.

## 1.2 Rumusan Masalah Tugas Akhir

Berdasarkan uraian latar belakang yang sudah dijelaskan, maka rumusan masalah tugas akhir yang harus diselesaikan adalah :

- Bagaimana merancang penguatan struktur yang sesuai untuk menopang *bin* untuk material berupa *iron sand* dengan aman dan stabil?

## 1.3 Tujuan Pembuatan Tugas Akhir

### 1.3.1 Tujuan Umum

- Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Diploma III Jurusan Teknik Mesin Program Studi Rekayasa Industri Semen Politeknik Negeri Jakarta.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

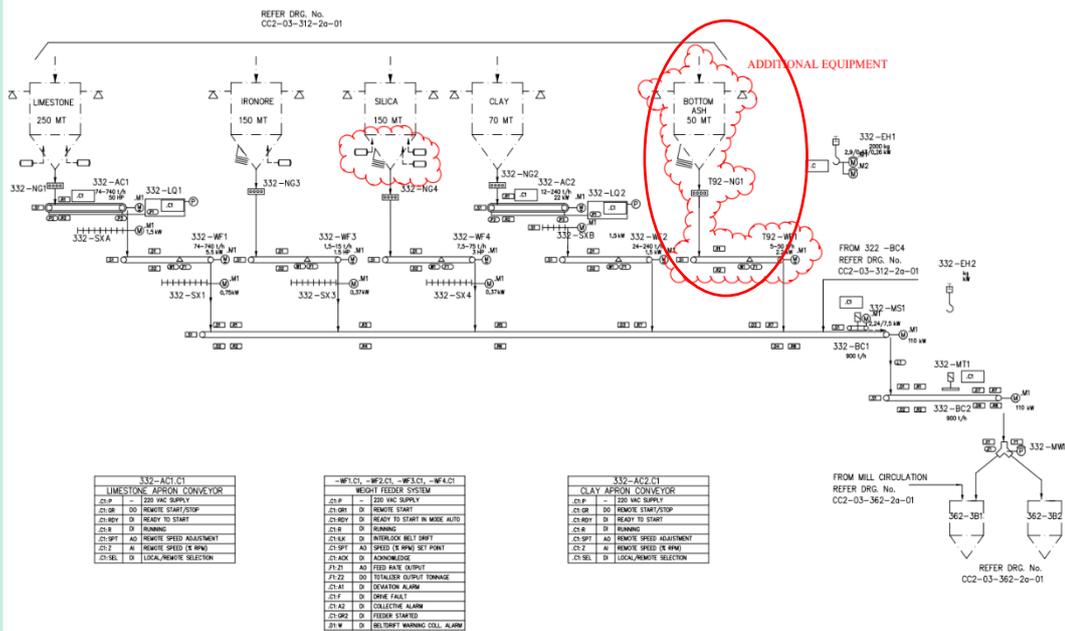
### 1.3.2 Tujuan Khusus

Penguatan struktur pendukung bin T92-3B1 ini bertujuan untuk mencegah keruntuhan bin T92-3B1 akibat dari perubahan material yang semula FAB(A Fly Ash Bottom Ash) menjadi iron sand yang memiliki densitas lebih tinggi.

### 1.4 Batasan Masalah Tugas Akhir

Agar pembahasan dalam tugas akhir ini tidak melebar, maka penelitian dalam tugas akhir ini dibatasi dalam ruang lingkup modifikasi struktur pendukung bin T92-3B1.

### 1.5 Lokasi Tugas Akhir



Gambar 1.1 Flowsheet Bin T92-3B1

(Sumber : Flowsheet CC2 Plant Cilacap)

### 1.6 Manfaat Penelitian Tugas Akhir

#### 1.6.1 Bagi Mahasiswa

Dengan adanya tugas akhir ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dalam pemilihan desain penguatan struktur pendukung Bin



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

T92-3B1 serta menerapkan sistem manajemen keselamatan kerja yang baik.

### 1.6.2 Bagi PT. Solusi Bangun Indonesia

Dengan adanya tugas akhir ini diharapkan dapat mencegah terjadinya runtuhnya *bin* T92-3B1 sehingga tidak terjadi *breakdown maintenance* yang menyebabkan proses produksi terhambat serta menghilangkan kondisi *unsafe* pada *bin* T92-3B1.

### 1.6.3 Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Dengan adanya tugas akhir ini diharapkan dapat membantu mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta saat mencari referensi literatur tentang pemilihan desain *bin* dan desain penguatan struktur *bin* T92-3B1.

## 1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

### 1.7.1 BAB I Pendahuluan

Menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan pembatasan masalah, garis besar metode penyelesaian, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan keseluruhan penelitian.

### 1.7.2 BAB II Tinjauan Pustaka

Memaparkan rangkuman kritis atau pustaka yang menunjang penyusunan/penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam penelitian.

### 1.7.3 BAB III Metodologi

Menguraikan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah/penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis perancangan.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

#### 1.7.4 BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi data penunjang latar belakang, analisa masalah, identifikasi kebutuhan konsumen, desain yang akan dibuat, rencana pembuatan, dan waktu pembuatan.

#### 1.7.5 BAB V Kesimpulan

Kesimpulan merupakan bagian penting dalam sebuah karya ilmiah, termasuk tugas akhir. Kesimpulan harus mampu menjawab permasalahan dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Selain itu, kesimpulan juga dapat berisi saran yang berkaitan dengan penelitian tersebut.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Fly ash dan Bottom ash (FABA) & Iron sand*

##### 2.1.1 Fly Ash

*Fly ash* adalah limbah yang didapatkan dari proses produksi pembakaran batu bara pada pembangkit listrik dan industri. *Fly ash* adalah material sisa dari proses pembakaran batu bara yang mempunyai kadar semen yang tinggi dan bersifat pozzolan. Sifat pozzolan ini merupakan sifat dari senyawa yang mengandung silika dan alumina. *Fly ash* ini keluar dari cerobong asap tungku pembakaran. Fly ash mengandung komposisi berupa Silica ( $\text{SiO}_2$ ), Besi Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Kalium Oksida ( $\text{CaO}$ ), Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ), dan Sulfat ( $\text{SO}_4$ ). [1]

##### 2.1.2 Bottom Ash

*Bottom Ash* tidak jauh berbeda dengan *fly ash*. *Fly ash* merupakan sebuah abu yang berterbangan di atas tungku pembakaran batu bara, sedangkan *bottom ash* adalah hasil pembakaran dari batu bara yang mengendap di tungku pembakaran batu bara.

##### 2.1.3 Iron sand

*Iron sand*/pasir besi adalah pasir yang terdiri dari konsentrasi Fe (besi) yang signifikan. Pasir ini terdiri dari magnetit,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dan juga mengandung sejumlah kecil titanium, silika, mangan, kalsium dan vanadium. Pasir besi merupakan endapan pasir yang mengandung partikel biji besi, yang terdapat di sepanjang pantai. [2]

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.2 Bin

*Bin* merupakan salah satu fasilitas penyimpanan yang umum digunakan dalam industri, terutama untuk menyimpan material dalam bentuk zat padat. Selain *bin*, terdapat juga struktur penyimpanan lain yang disebut *silo*. Perbedaan utama antara keduanya adalah bahwa *bin* digunakan untuk penyimpanan material dalam skala kecil, sementara *silo* dirancang untuk menyimpan material dalam jumlah besar dengan dimensi yang lebih luas dan tinggi. Meskipun demikian, dalam konteks penggunaannya, *bin* yang akan diaplikasikan tidak berfungsi sebagai tempat penyimpanan material, melainkan sebagai jalur transportasi menuju proses selanjutnya.

*Bin* memiliki beberapa komponen yaitu:

### 2.2.1 Shell

*Shell* merupakan komponen terluar atau lapisan terluar dari *bin*. *Shell* berfungsi sebagai konstruksi utama penyimpanan material yang berada di dalam *bin*.



Gambar 2.1 Shell

(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 2.2.2 Support Bin Faba

*Support Bin Faba* menggunakan desain struktur baja. Pengertian struktur baja yaitu struktur logam yang bahan utamanya dibuat dari komponen baja dan tersusun secara terstruktur antara satu sama lain dengan fungsi untuk menahan beban sehingga bisa lebih kuat dan kokoh. Pemilihan struktur baja dibandingkan dengan beton dapat dipertimbangkan karena keunggulan material baja dalam memberikan kekuatan yang tinggi dengan berat yang relatif lebih ringan, menghasilkan struktur yang efisien dan ekonomis. Struktur baja meliputi sub-struktur atau bagian dalam sebuah bangunan yang terbuat dari baja struktural. Baja struktural adalah bahan konstruksi baja yang dibuat dengan bentuk dan komposisi kimia tertentu sesuai dengan spesifikasi pada proyek tersebut. Baja struktural memiliki beberapa bentuk, ukuran dan alat ukur. Bentuk umumnya termasuk balok I, talang, dan siku.

*Support bin* T92-3B1 memiliki beberapa komponen yaitu :

#### 1. *Bracing*

*Bracing* atau pengaku dipergunakan untuk mengurangi perpindahan lateral dan untuk memperoleh stabilitas struktur, dengan menggunakan sistem pengaku diharapkan dapat meningkatkan kekakuan secara keseluruhan sehingga lendutan yang disebabkan oleh beban gempa maupun angin dapat dibatasi



Gambar 2.2 *Bracing*

Sumber : (Dokumen Pribadi)

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2. Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996). Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi.



Gambar 2.3 Kolom

(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 3. Pelat Sambungan

Pelat Sambungan berfungsi sebagai pengait baja struktural hingga membentuk suatu struktur baja.



Gambar 2.4 Pelat Sambungan

(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.3 Sifat Mekanik Baja

Sifat mekanik dapat didefinisikan sebagai ukuran kemampuan untuk membawa atau menahan gaya atau tegangan. Bahan yang digunakan dalam perancangan harus memperhatikan sifat-sifat logam seperti kekuatan (*strength*), keliatan (*ductility*), kekerasan (*hardness*) atau kekuatan luluh (*fatigue strength*). [3]

Klasifikasi bahan material ada 2 karakteristik:

### 2.3.1 Isotropik

Bahan yang mempunyai sifat elastis yang relatif sama pada semua arah pada setiap titik dalam bahan.

### 2.3.2 Anisotropik

Bahan yang memiliki sifat yang berbeda dalam arah kristalografi yang berbeda

Dalam perencanaan struktur baja SNI 03-1729-2002 dapat diambil beberapa sifat mekanik dari material baja yang sama yaitu:

Modulus Elastisitas  $E = 200.000 \text{ MPa}$

Modulus Geser  $G = 80.000 \text{ MPa}$

Angka Poisson = 0.3

Koefisien muai panjang,  $\alpha = 12.10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Kelas mutu baja yang terdapat pada SNI 03-1729-2002 terbagi menjadi 5 kelas sebagai berikut :

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

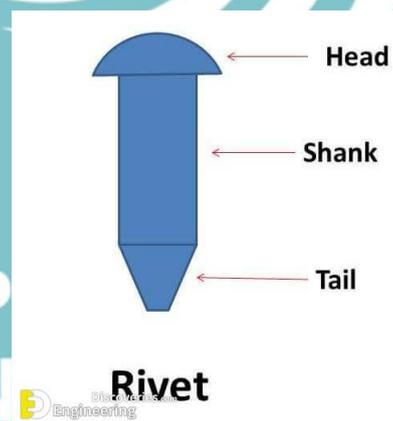
Tabel 2.1 Klasifikasi tegangan baja

Jenis Baja	Tegangan Putus minimum (fu Mpa)	Tegangan leleh Minimum (Fy Mpa)	Regangan Minimum(%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	550	13

(Sumber : SNI 03-1729-2002 )

## 2.4 Alat Sambung

### 2.4.1 Paku Keling



Gambar 2.5 Paku Keling

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Paku keling adalah batang silindris pendek dengan kepala yang menyatu dengannya.[4] Bagian silinder paku keling disebut dengan *shank* atau *body* dan bagian bawah *body* dikenal dengan *tail*. Paku keling digunakan untuk membuat ikat permanen antara pelat seperti dalam pekerjaan struktural, Pembangunan kapal, jembatan, *tank* dan *boiler shell*. Sambungan paku keling banyak digunakan untuk penyambungan logam ringan.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.4.2 Sambungan Las

Sambungan las adalah sambungan permanen yang diperoleh dari perpaduan tepi dua bagian yang disatukan, dengan atau tanpa penerapan tekanan *filler material*. Panas yang diperlukan untuk peleburan material dapat diperoleh dengan membakar gas (untuk pengelasan gas) atau dengan busur Listrik (untuk pengelasan Listrik). Metode yang terakhir ini banyak digunakan karena kecepatan pengelasan yang lebih besar.

Pengelasan digunakan secara luas dalam fabrikasi sebagai metode alternatif untuk pengecoran atau penempaan dan sebagai pengganti sambungan baut dan terpaku. Itu juga digunakan sebagai media perbaikan *miss*. Untuk menyatukan Kembali logam pada celah, untuk membangun bagian kecil yang putus seperti gigi gir atau untuk memperbaiki permukaan yang aus seperti permukaan *bearing*.



Gambar 2.6 Pengelasan

(Sumber : LinkedIn.com)

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 2.4.3 Baut

Baut adalah alat sambung dengan batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya dibentuk kepala baut (umumnya bentuknya hexagon) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci. Dalam pemakaian di lapangan, baut dapat digunakan untuk membuat konstruksi sambungan tetap, sambungan bergerak, maupun sambungan sementara yang dapat dibongkar, dirubah atau dilepas. Bentuk ulir batang baut pada baja bangunan umumnya memiliki ulir segi tiga (ulir tajam) sesuai fungsinya yaitu sebagai baut pengikat. Sedangkan bentuk ulir segi empat (ulir tumpul) biasanya dibentuk pada baut-baut penggerak atau pemindah tenaga misalnya dongkrak atau alat-alat pemesinan yang lain.



Gambar 2.7 Baut dan Mur  
(Sumber : padiumkm.id)

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2.2 Kekuatan baut berdasarkan gradenya

Bolt Grade	Material	Proof Load (MPa)	Min. Tensile Strength (MPa)	Min. Yield Strength (MPa)	Min/Max Hardness
4.6	Low or medium carbon steel	220	400	240	HRB-67/HRB-95
5.8	Low or medium carbon steel, quenched and tempered	380	520	420	HRB-82/HRB-95
8.8	Medium carbon steel, quenched and tempered	600	830	640	HRC-22/HRC-34
10.9	Alloy steel, quenched and tempered	830	1040	940	HRC-32/HRC-39
12.9	Alloy steel, quenched and tempered	970	1220	1220	HRC-39/HRC-44

(Sumber : cnclathing.com)

- Berbagai *Grade* Baut – Penjelasan *Grade* Baut & Tabel *Grade* Baut

Tingkat kekuatan baut dibagi berdasarkan kekerasan, gaya, dan batas luluh bahan baku baut. Untuk penggunaan baut pada berbagai produk dan aplikasi, diperlukan baut dengan tingkatan yang berbeda agar sesuai dengan kebutuhan. Kekuatan baut dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu baut dengan kekuatan biasa dan baut dengan kekuatan tinggi. Artikel ini akan memperkenalkan sistem *Grade* baut, makna dari kode pada kepala baut, serta menyediakan tabel tingkatan baut metrik.

- Penjelasan *Grade* Baut

*Grade* kinerja baut untuk sambungan struktur baja dibagi menjadi lebih dari 10 tingkatan, seperti 3.6, 8.8, dan 12.9. Baut dengan *Grade* 8.8 ke atas terbuat dari baja paduan rendah karbon atau baja karbon menengah dan umumnya disebut baut berkekuatan tinggi setelah mengalami perlakuan panas (quenching dan tempering), sedangkan baut lainnya umumnya disebut baut biasa. Tingkatan kinerja baut terdiri dari dua angka. Angka

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pertama pada kode tingkatan baut menunjukkan nilai seperseratus dari kekuatan tarik nominal atau beban bukti baut, sedangkan angka kedua adalah faktor yang menunjukkan batas luluh dari material baut. Tingkatan baut menentukan jumlah stres maksimum yang dapat ditahan oleh baut. Kekuatan tarik adalah jumlah tarikan yang dapat ditahan oleh baut sebelum putus.

Sebagai contoh, untuk baut dengan *grade* 4.6, kode kepala baut adalah 4.6, yang berarti kekuatan tarik nominal bahan baut mencapai 400 MPa, dan rasio luluh bahan baut adalah 0,6. Jadi, batas luluh nominal bahan baut adalah  $400 \times 0,6 = 240$  MPa.

## 2.5 Jenis dan bentuk baja profil

Baja profil (*structural steel*) merupakan kategori baja yang digunakan dalam suatu konstruksi dengan berbagai jenis dan bentuk yang sesuai dengan standar. Setiap bentuk profil memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dengan bentuk yang lain sehingga penggunaannya harus disesuaikan dengan kegunaan dan fungsi pada suatu konstruksi. Berikut ini merupakan jenis-jenis dan bentuk baja profil yang sering digunakan dalam konstruksi maupun fabrikasi.

### 2.5.1 Wide Flange



Gambar 2.8 Baja Wide Flange

(Sumber : indotrading.com)

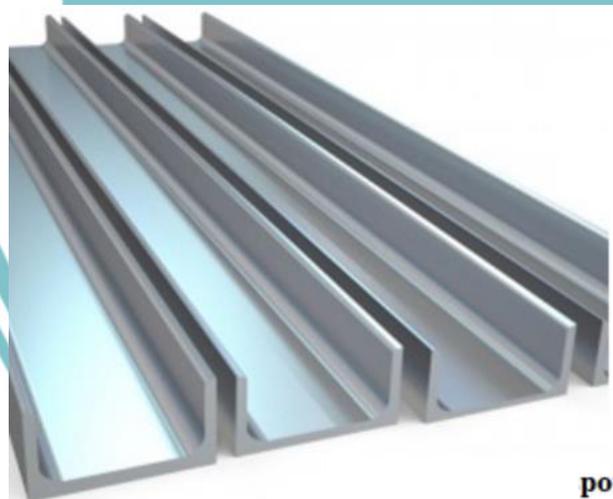
**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Baja profil (*Wide Flange*) merupakan salah satu jenis profil baja struktural yang sering digunakan dalam suatu konstruksi baja. *Baja wide flange* termasuk salah satu baja yang memiliki kekuatan tarik dan tekan yang sangat tinggi sehingga mampu menahan jenis beban aksial dengan cukup baik. Bahkan, baja profil jenis ini memiliki kepadatan yang cukup tinggi sehingga tidak akan terlalu berat dalam kapasitas muat beban tetapi memberikan bentuk struktur bahan atau konstruksi yang digunakan menjadi lebih efisien.

Sistem konstruksi dari baja *wide flange* terdiri dari kombinasi struktur dan elemen yang cukup rumit. Dengan kombinasi rumit tersebut, sangat membantu dalam mendistribusikan beban sehingga menjadi lebih efektif dan aman dari gaya yang diterima yang kemudian akan disalurkan menuju pondasi. Baja *Wide Flange* biasa digunakan sebagai : tiang pancang, kolom, balok, *bottom and top chord member* pada truss, kantilever dll.

### 2.5.2 Baja Profil U (UNP)



Gambar 2.9 Baja Profil U

(Sumber : [www.wirabajamakmurmandiri.com](http://www.wirabajamakmurmandiri.com))

Baja Profil U (UNP) merupakan salah satu jenis profil baja yang digunakan dalam konstruksi. Baja profil U biasanya digunakan dalam anak

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

balok, struktur tangga, sebagai balok penutup dudukan atap serta bisa juga digunakan untuk *bracing* dalam konstruksi jembatan baja atau bangunan baja berat. Penggunaan baja profil U hampir serupa dengan Baja *Wide Flange*, akan tetapi jarang sekali digunakan untuk kolom karena relatif akan lebih mudah mengalami tekukan. Tetapi bisa pula dipakai untuk kolom dengan dua buah profil baja yang dijadikan satu dengan menggunakan pelat kopel.

### 2.5.3 Baja Profil C (CNP)



Gambar 2.10 Baja Profil C

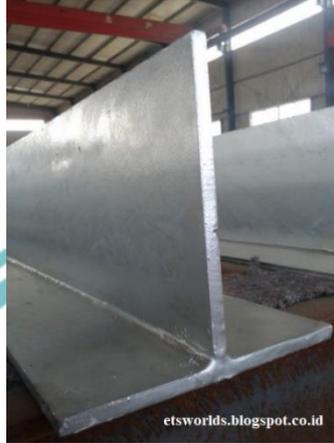
(Sumber : Tokopedia.com)

Baja Profil C (CNP) merupakan salah satu jenis profil baja yang biasa digunakan dalam suatu konstruksi. Baja profil C biasanya digunakan dalam konstruksi baja ringan seperti rangka atap rumah, garasi, teras, bangunan semi permanen dan lain sebagainya. Dilihat dari sisi kegunaannya baja profil C memiliki sifat mekanik dan bentuk yang paling tepat dalam penggunaan struktur rangka baja ringan, karena terdapat banyak koneksi antara batang satu dengan batang yang lain.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 2.5.4 T- Beam

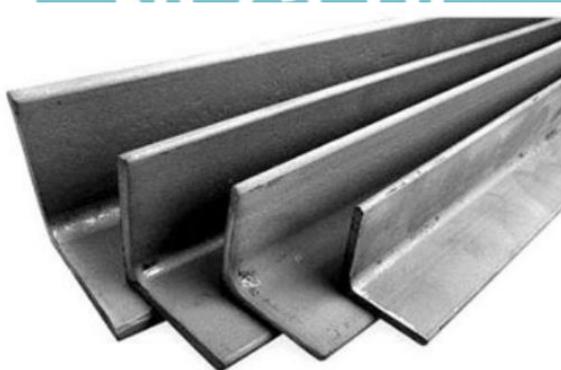


Gambar 2.11 Baja Profil T

(Sumber : etsworlds.blogspot.co.id)

Baja profil T merupakan balok struktural dengan bentuk penampang seperti huruf "T". Baja profil T sering digunakan untuk fabrikasi umum. Profil baja T ini tidak banyak digunakan dalam sebuah sistem struktural baja, biasanya digunakan sebagai batang pekerjaan rangka batang, kuda-kuda dalam struktur sambungan las, balok kantilever (kanopi) dan balok lantai.

### 2.5.5 L-Beam



Gambar 2.12 Baja Profil L

(Sumber : Tokopedia.com)

Profil ini dinyatakan dengan tanda L dengan tiga buah bilangan yang menunjukkan tinggi, lebar dan tebal profil dalam satuan mm. Baja profil

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

siku ini dibuat dengan panjang normal 6 meter setiap batang. Terdapat dua jenis baja profil siku yaitu baja siku sama kaki dan baja siku tidak sama kaki. Baja profil siku (*angle*) biasa dipakai untuk *bracing*, member pada truss, balok, batang rangka kuda-kuda dan struktur-struktur ringan yang lain.

## 2.6 Jenis-jenis Pembebanan

Beban adalah gaya luar yang bekerja dalam suatu struktur. Menentukan besarnya pembebanan terhadap struktur secara pasti, bukan hal yang mudah. Karena itu, biasanya perhitungan pembebanan hanya merupakan estimasi saja. Memang, kita bisa mengetahui besarnya beban yang akan dipikul oleh struktur gedung (misalnya: beban lemari, meja, alat kantor, jumlah orang yang bekerja, dan beban lain), namun kita tidak bisa menebak secara pasti distribusi beban dari elemen ke elemen, dalam hal ini kita hanya bisa menggunakan asumsi dan pendekatan.

Jika beban-beban yang bekerja pada suatu struktur telah diestimasi, maka masalah berikutnya adalah menentukan kombinasi-kombinasi beban yang paling dominan yang mungkin bekerja pada suatu struktur. Besar beban yang bekerja pada suatu struktur diatur oleh peraturan pembebanan yang berlaku, sedangkan masalah dari kombinasi dari beban-beban yang bekerja telah diatur dalam SNI 03-1729-2002.

Beberapa jenis beban yang sering dijumpai antara lain:

### 2.6.1 Beban mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap selama masa layan struktur, termasuk unsur-unsur tambahan, *finishing*, mesin-mesin, serta peralatan yang tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung tersebut. Yang termasuk beban ini, misalnya, berat sendiri struktur, pipa-pipa, saluran listrik, AC, lampu-lampu, plafon,

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dsb. Pada PPIUG 1983, besar beban mati dari beberapa komponen penting dalam gedung ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.3 Beban mati

Bahan bangunan	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
Baja	7850
Beton	2200
Beton Bertulang	2400
Kayu (Kelas 1)	1000
Pasir (Kering udara)	1600
Komponen Gedung	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
Spesi semen, per cm tebal	21
Dinding bata merah ½ batu	250
Penutup atap Genting	50
Penutup lantai ubin semen per cm tebal	24

(Sumber : PPIUG 1983)

### 2.6.2 Beban hidup

Beban hidup adalah beban gravitasi yang bekerja selama masa layan struktur. Termasuk beban ini adalah berat manusia, perabotan yang dipindah-pindah, kendaraan, dan beban barang lain yang sering berpindah tempat. Karena sering berpindah tempat ataupun berubah berat, maka menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja akan sangat sulit.

Namun, untuk menentukan beban hidup sesuai dengan kegunaan gedung, PPIUG sudah memberikan standar nominalnya. Silakan dilihat pada tabel berikut:

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2.4 Beban hidup

Tabel 4-1 ( Lanjutan )

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m <sup>2</sup> )	Terpusat lb (kN)
Susunan tangga, rel pengamandan batang pegangan	Lihat pasal 4.5	
Helipad	60 (2,87) <sup>2c</sup> tidak boleh direduksi	<sup>61g</sup>
Rumah sakit:		
Ruang operasi, laboratorium	60 (2,87)	1 000 (4,45)
Ruang pasien	40 (1,92)	1 000 (4,45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	1 000 (4,45)
Hotel (lihat rumah tinggal)		
Perpustakaan		
Ruang baca	60 (2,87)	1 000 (4,45)
Ruang penyimpanan	150 (7,18) <sup>h, i</sup>	1 000 (4,45)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	1 000 (4,45)
Pabrik		
Ringan	125 (6,00) <sup>d</sup>	2 000 (8,90)
Berat	250 (11,97) <sup>d</sup>	3 000 (13,40)
Gedung perkantoran:		
Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian		
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4,79)	2 000 (8,90)
Kantor	50 (2,40)	2 000 (8,90)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	2 000 (8,90)
Lembaga hukum		
Blok sel	40 (1,92)	
Koridor	100 (4,79)	
Tempat rekreasi		
Tempat bowling, Kolam renang, dan penggunaan yang sama	75 (3,59) <sup>e</sup>	
Bangsai dansa dan Ruang dansa	100 (4,79) <sup>d</sup>	
Gimnasium	100 (4,79) <sup>d</sup>	
Tempat menonton baik terbuka atau tertutup	100 (4,79) <sup>2a, k</sup>	
Stadium dan tribun/arena dengan tempat duduk tetap (terikat pada lantai)	60 (2,87) <sup>2a, k</sup>	
Rumah tinggal		
Hunian (satu keluarga dan dua keluarga)		
Loteng yang tidak dapat didiami tanpa gudang	10 (0,48) <sup>j</sup>	
Loteng yang tidak dapat didiami dengan gudang	20 (0,96) <sup>m</sup>	
Loteng yang dapat didiami dan ruang tidur	30 (1,44)	
Semua ruang kecuali tangga dan balkon	40 (1,92)	
Semua hunian rumah tinggal lainnya		
Ruang pribadi dan koridor yang melayani mereka	40 (1,92)	
Ruang publik <sup>3</sup> dan koridor yang melayani mereka	100 (4,79)	

(Sumber : SNI 1727:2013)

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 2.6.3 Beban gempa

Daerah yang terletak pada jalur gempa harus memperhitungkan beban gempa. Beban gempa melibatkan semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada struktur akibat pergerakan tanah akibat gempa bumi, baik itu pergerakan arah vertikal maupun horizontal. Umumnya, percepatan tanah dalam arah horizontal cenderung lebih besar dibandingkan dengan arah vertikal, sehingga pengaruh gerakan horizontal menjadi lebih dominan. Besarnya gaya geser ekuivalen dihitung dengan menggunakan rumus  $V = \frac{C \times I}{R} \times W_t$ , di mana:

- C adalah faktor respon gempa (bergantung pada lokasi dan jenis tanah),
- I adalah faktor keutamaan gedung,
- R adalah faktor reduksi gempa (bergantung pada jenis struktur), dan
- $W_t$  adalah berat total bangunan termasuk beban hidup.

### 2.6.4 Kombinasi Beban

Kombinasi beban dan faktor beban pada Pasal 2.3.2 SNI 1727:2013 hanya digunakan pada kasus-kasus dimana kombinasi pembebanan dan beban terfaktor tersebut secara spesifik diatur oleh standar perencanaan yang sesuai. Struktur, komponen, dan fondasi harus dirancang sedemikian rupa sehingga kekuatan desainnya sama atau melebihi efek dari beban terfaktor dalam kombinasi berikut:

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_{ratau} S \text{ atau } R)$
3.  $1,2D + 1,6 (L_{ratau} S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4.  $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5.  $1,2D + 1,0E + L + 0,2S$

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$6. 0,9D + 1,0W$$

$$7. 0,9D + 1,0E$$

Dimana :

1. D = Beban Mati
2. L = Beban Hidup
3. Lr = Beban hidup Atap
4. S = Beban Salju
5. R = Beban Hujan
6. W = Beban Angin
7. E = Beban Gempa

### 2.7 Metode Clapeyron

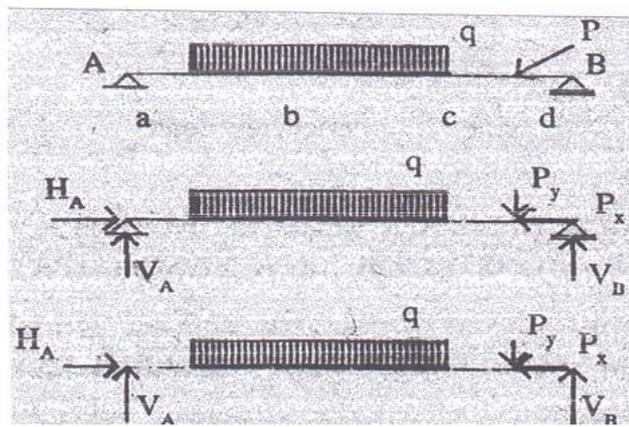
Metode ini digunakan untuk analisis balok statis tak tentu bentang tunggal yang mengalami tegangan akibat beban eksternal atau penurunan tumpuan. Penerapan metode tiga momen secara berturut-turut mengarah pada perumusan metode Clapeyron, yang dapat digunakan untuk menganalisis balok kontinu. Menyelesaikan persamaan memungkinkan untuk menentukan momen ujung tetap dan momen internal. Momen lentur dan gaya geser dapat dinyatakan pada setiap bentang balok kontinu dengan memperkenalkan pengaruh momen yang ditentukan secara statis dan momen pada ujung-ujung bentang.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.8 Menghitung Reaksi

Salah satu konstruksi yang lazim dibahas berupa suatu balok sederhana, yang dimuati oleh sesusun muatan seperti gambar 2., Pada konstruksi demikian biasanya muatannya diketahui, sedangkan reaksinya yang harus dicari.



Gambar 2.12 Reaksi Pada Struktur

(Sumber : STATIKA bagian dari mekanika teknik)

Struktur sederhana dapat digambarkan sebagai suatu benda free body yang dibebani gaya-gaya yang bekerja. Sistem gaya-gaya di sini terdiri dari sejumlah gaya muatan yang diketahui dan gaya reaksi yang besaran-besarnya tidak diketahui. Struktur akan stabil jika sistem gaya yang bekerja padanya berada dalam keadaan seimbang. Sistem gaya-gaya yang bekerja pada struktur akan seimbang jika memenuhi syarat keseimbangan statik, yakni :

$$\Sigma X = 0$$

$$\Sigma Y = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

Ketiga persamaan syarat keseimbangan statik di atas disebut Persamaan Statik Tertentu. Keseimbangan gaya-gaya pada Gambar 2.15 akibat muatan P dan q, dapat dilihat gaya reaksi yang dicari, yakni VA,

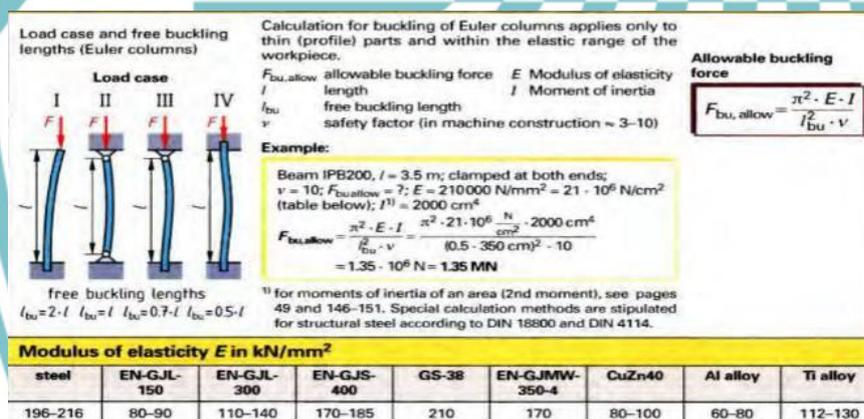
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HA, dan VB. Secara matematika ketiga reaksi tersebut dapat dihitung dengan menggunakan ketiga persamaan statik tertentu.

## 2.8 Buckling

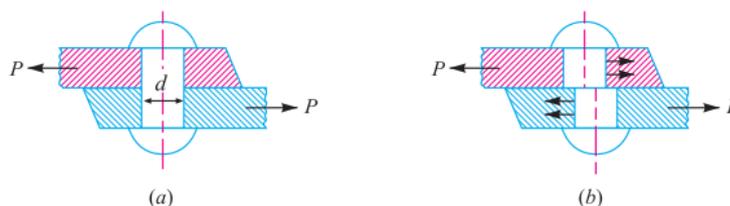
Buckling adalah perubahan mendadak dalam bentuk (deformasi) komponen struktural di bawah beban, seperti busur kolom di bawah kompresi atau kerutan pelat di bawah geser. Jika suatu struktur mengalami beban yang meningkat secara bertahap, ketika beban mencapai tingkat kritis, sebuah bagian dapat tiba-tiba berubah bentuk dan struktur serta komponen dikatakan telah buckling. Beban kritis Euler dan rumus parabola Johnson digunakan untuk menentukan tegangan tekuk kolom.



Gambar 2.13 Buckling

(Sumber : Mechanical and metal trades handbook)

## 2.9 Tegangan dan Regangan geser



Gambar 2.14 Shear Stress

(Sumber : A Textbook of Machine Design)

Ketika suatu benda tunduk pada dua gaya yang sama besarnya dan berlawanan arah yang bekerja secara tangensial melintasi bagian

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

tahanan, akibatnya benda cenderung terpotong pada bagian tersebut, maka tegangan yang diinduksi disebut tegangan geser.

Regangan yang sesuai dikenal sebagai regangan geser dan diukur oleh deformasi sudut yang menyertai tegangan geser. Tegangan geser dan regangan geser dilambangkan dengan huruf Yunani tau ( $\tau$ ) dan phi ( $\phi$ ) masing-masing. Secara matematis,

$$\text{Tegangan geser, } \tau = \frac{P(\text{GayaTangensial})}{A(\text{LuasPermukaan})}$$

Berdasarkan sebuah benda yang terdiri dari dua pelat yang terhubung oleh rivet seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. (a). Dalam kasus ini, gaya tangensial P cenderung memotong rivet pada satu penampang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. (b). Perlu dicatat bahwa ketika gaya tangensial diresapi oleh satu penampang rivet (atau ketika pemotongan terjadi pada satu penampang rivet), maka rivet dikatakan berada dalam geser tunggal. Dalam hal ini, luas yang menahan pemotongan rivet dinyatakan sebagai:

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

Dan tegangan geser di penampang paku rivet,

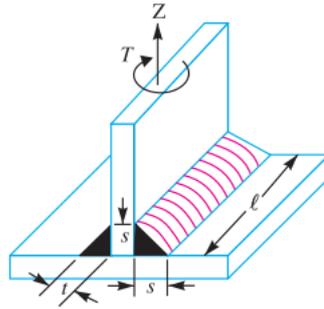
$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{\pi}{4} d^2} = \frac{4P}{\pi l^2}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.10 Perhitungan Sambungan Las

Lasan fillet panjang mengalami torsi. Perhatikan pelat vertikal yang dilekatkan pada pelat horizontal dengan dua las sudut yang identik seperti ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 2.15 Perhitungan Sambungan Las

( Sumber : A Textbook of Machine Design)

Diketahui,

$T$  = Torsi yang bekerja pada pelat vertikal,

$l$  = Panjang las,

$s$  = Ukuran (atau kaki) las,

$t$  = Tebal tenggorokan, dan

$J$  = Momen inersia kutub bagian las

$$= 2 \times \frac{t \times l^3}{12} = \frac{t \times l^3}{6} \dots$$

Perlu dicatat bahwa efek torsi yang diterapkan adalah memutar pelat vertikal sekitar sumbu  $Z$  melalui titik tengahnya. Rotasi ini dihambat oleh tegangan geser yang terjadi antara dua las *fillet* dan pelat horizontal. Diasumsikan bahwa tegangan geser horizontal ini bervariasi dari nol di sumbu  $Z$  hingga maksimum di ujung pelat. Variasi tegangan geser ini analog dengan variasi tegangan normal sepanjang kedalaman ( $l$ ) pada balok yang terkena lentur murni.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dengan adanya asumsi tersebut, kita dapat melanjutkan dengan membahas konsep dan analisis lebih lanjut terkait efek dari torsi yang diterapkan pada struktur tersebut.

$$\text{Tegangan geser, } \tau = \frac{T \times \frac{l}{2}}{\frac{t \times l^3}{6}} = \frac{3T}{t \times l^2}$$

$$\text{Tegangan geser max terjadi, } \tau_{max} = \frac{3T}{0.707 s \times l^2} = \frac{4.242 T}{s \times l^2}$$

### 2.11 Perhitungan Sambungan baut dan mur

Dalam pemasangan baut mutu tinggi memerlukan gaya Tarik awal yang cukup yang diperoleh dari pengencangan awal. Gaya ini akan memberikan friksi sehingga cukup kuat memikul beban yang bekerja. Gaya ini dinamakan *proof load* yang diperoleh dengan mengalikan luas daerah tegangan Tarik ( $A_s$ ) dengan kuat leleh yang besarnya 70%  $f_u$  untuk A325, dan 80%  $f_u$  untuk A490.

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left[ d_b - \frac{0,9743}{n} \right]^2$$

Dengan :  $d_b$  adalah diameter nominal baut

$n$  adalah jumlah ulir per mm

### 2.12 Bending Stress

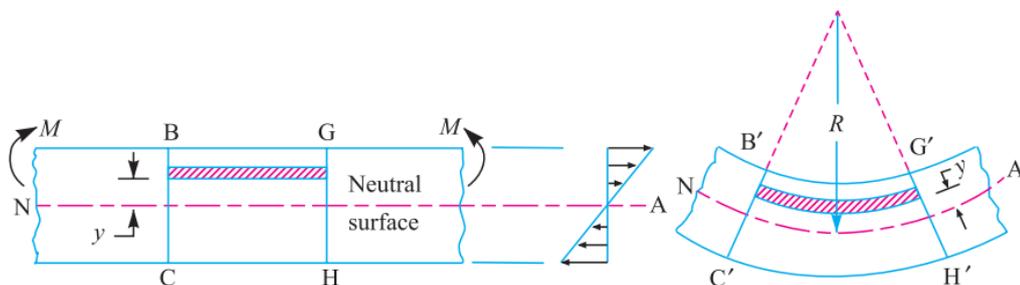
Dalam praktik *Engineering*, bagian dari struktural dapat terkena beban statis atau dinamis yang menyebabkan tegangan lentur pada bagian-bagian tersebut selain jenis tegangan lainnya seperti tegangan tarik, tekan, dan geser.

Misalkan terdapat sebuah balok/*beam* lurus yang terkena momen lentur  $M$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.17. Berikut adalah beberapa asumsi yang biasanya digunakan saat deduksi rumus lentur:

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Material dari *beam* bersifat homogen secara sempurna (yaitu, memiliki bahan yang sama sepanjang balok) dan isotropik (yaitu, memiliki sifat elastis yang sama di semua arah).
2. Material *beam* mematuhi hukum Hooke.
3. Bagian melintang *beam* (yaitu, BC atau GH) yang datar sebelum dilenturkan, tetap datar setelah dilenturkan.
4. Setiap lapisan *beam* dapat mengembang atau menyusut secara independen dari lapisan di atas atau di bawahnya.
5. Modulus Young (E) sama baik dalam tarik maupun tekan.
6. Beban diterapkan pada bidang *bending*.



Gambar 2.17 Bending Stress

( Sumber : A Textbook of Machine Design)

Melalui pertimbangan sederhana, dapat diketahui bahwa saat suatu beam terkena momen *bending*, serat-serat pada sisi atas *beam* akan mengalami pemendekan akibat tekanan, sementara serat-serat pada sisi bawahnya akan mengalami pemanjangan akibat tarikan. Dapat dilihat bahwa di suatu tempat antara serat-serat di bagian atas dan bawah beam terdapat suatu permukaan di mana serat-serat tersebut tidak mengalami pemendekan maupun pemanjangan. Permukaan ini disebut sebagai

$$\frac{M}{I} = \frac{\sigma}{y} = \frac{E}{R}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

permukaan netral. Potongan silang netral tersebut pada suatu penampang melintang beam dikenal sebagai sumbu netral. Distribusi tegangan pada suatu beam dapat dilihat pada Gambar 2. Persamaan *bending* sebagai berikut :

Dimana :

M = Momen lentur yang bekerja pada bagian yang diberikan,

$\sigma$  = Tegangan *bending*,

I = Momen inersia penampang terhadap sumbu netral,

y = Jarak dari sumbu netral ke serat ekstrim,

E = Modulus Young dari bahan beam, dan

R = Radius lengkungan beam.

$$\sigma = y \times \frac{E}{R}$$

Karena E dan R adalah konstan, maka dalam batas elastis, tegangan pada setiap titik secara langsung berbanding lurus dengan y, yaitu jarak titik tersebut dari sumbu netral. Juga, dari persamaan di atas, tegangan *bending*:

$$\sigma = \frac{M}{I} \times y = \frac{M}{I/y} = \frac{M}{Z}$$

Rasio I/y dikenal sebagai modulus penampang dan dilambangkan dengan Z.

Tegangan *bending* dapat dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W}$$