

**SKRIPSI**

**ANALISIS KEKUATAN BAUT PENGIKAT RANGKA BAJA  
PADA WORSHOP PT BUMI KARSA**



**OLEH:**

**MUABBIR**

**D211 15 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2020**

**SKRIPSI**

**ANALISIS KEKUATAN BAUT PENGIKAT RANGKA BAJA  
PADA WORKSHOP PT BUMI KARSA**

**OLEH :**

**MUABBIR**

**D211 15 001**

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

**JUDUL :**

**ANALISIS KEKUATAN BAUT PENGIKAT RANGKA BAJA PADA  
WORSHOP PT BUMI KARSA**

**OLEH :**

**MUABBIR**

**D211 15 001**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

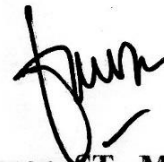
Dosen Pembimbing I



**Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT**

**NIP. 19570914 198703 1 001**

Dosen Pembimbing II



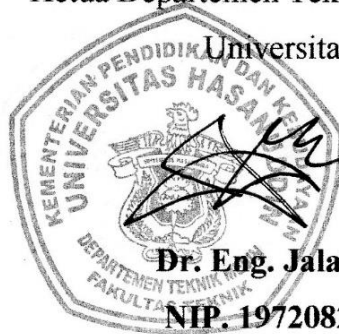
**Fauzan, ST., MT., Ph.D**

**19770103 200801 1 009**

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



**Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT**

**NIP. 19720825 200003 1 001**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini:

NAMA : Muabbir

NIM : D211 15 001

JUDUL SKRIPSI : Analisis Kekuatan Baut Pengikat Rangka Baja Pada  
Worshop PT Bumi Karsa


Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat,

Makassar, 29 November 2020

Yang membuat pernyataan,

  
Muabbir

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### DATA DIRI

Nama Lengkap : Muabbir  
Nama Panggilan : Mua  
Tempat Tanggal Lahir : Pangkajene, 4 Juni 1997  
Jenis Kelamin : Laki – Laki  
Agama : Islam  
Golongan Darah : B  
Alamat : BTP Blok i No 21-23  
Telepon/No. HP : 082347737560  
Email : [muabbir0987@gmail.com](mailto:muabbir0987@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

- SD 26 TARAWEANG KABBA (2003-2009)
- SMP SEMEN TONASA (2009-2012)
- SMK MUHAMMADIYAH BUNGORO (2012-2015)
- UNIVERSITAS HASANUDDIN (2015-2020)

### RIWAYAT ORGANISASI

- IPPMP-UH
- IMM UH
- HMM FT – UH
- IPM

## ***ABSTRACT***

Muabbir (D211 15 001), Supervised by Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT. and Fauzan, ST., MT., Ph.D

The type of material used in buildings has advantages compared to other construction materials in terms of durability, flexibility, and quality. The type of bolt material used is ST-34, ST-37 and ST-42 bolt material. The calculation of tensile strength is very important where the moment of inertia of the cross section at IWF is different from that of the bolt. In this study, the tensile strength was calculated on 3 different types of bolt materials with a point load that occurred on the support rod of 1.036 kg. The distance from point A to load point B is 8,000 mm with a length of 6,000 mm beam span. Analysis of the behavior of the type of bolt material will be calculated and analyzed using SAP 2000 software. And compared with the results of theoretical tests so that it can be seen how much increase in resistance to tensile strength and tensile strength. From the results of the research that has been done, it can be concluded that the tensile strength of each variation of bolt material (Material ST-34, Material ST-37, and Material ST-42 bolt) must be different, so the strongest bolt material is obtained among these variations. Material ST-42 bolt with a tensile strength value that occurs 3.778 kg /mm<sup>2</sup> with a permit tensile strength value of 14 kg /mm<sup>2</sup> with a safety factor of 3.

**Keywords:** *Bolt, IWF, SAP 2000, Tensile strength and tensile strength.*

## ABSTRAK

Muabbir (D211 15 001), Dibimbing oleh **Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT.** dan **Fauzan, ST., MT., Ph.D**

Material jenis baut yang digunakan dalam bangunan memiliki kelebihan dibandingkan dengan material konstruksi lain baik dalam hal durability, fleksibilitas, maupun kualitas. Jenis material baut yang digunakan adalah material baut ST-34, ST-37, dan material baut ST-42. Penghitungan kekuatan tarik sangat penting dimana momen inersia penampang pada IWF berbeda dengan baut. Pada penelitian ini, kekuatan tarik dihitung pada 3 jenis material baut yang berbeda dengan beban titik yang terjadi pada batang tumpuan tersebut sebesar 1.036 kg. Jarak dari titik A ke beban titik B sejauh 8.000 mm dengan panjang bentang balok 6.000 mm. Analisis perilaku jenis material baut akan di hitung dan dianalisa menggunakan software SAP 2000. dan dibandingkan dengan hasil uji teori sehingga bisa diketahui seberapa besar peningkatan ketahanannya terhadap kekuatan tarik dan kekuatan tarik . Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik setiap variasi material baut (Material ST-34, Material ST-37, dan Material baut ST-42) pasti berbeda, Jadi didapatkan material baut yang paling kuat diantara variasi tersebut adalah jenis Material baut ST-42 dengan nilai kekuatan Tarik yang terjadi  $3,778 \text{ kg/mm}^2$  dengan nilai kekuatan Tarik izin sebesar  $14 \text{ kg/mm}^2$  dengan factor keamanan 3.

**Kata kunci :** *Baut, IWF, SAP 2000, Kekuatan tarik dan Kekuatan tarik .*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: **ANALYSIS KEKUATAN BAUT PENGIKAT RANGKA BAJA PADA WORKSHOP PT BUMI KARSA** . Sholawat serta salam semoga tercurah limpahkan dipangkuan Nabiullah Muhammad Shollallahu Alaihi Wasallam, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman, Aamiin.

Tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi sebahagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) bagi mahasiswa program S-1 di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penghargaan dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Ayahanda tercinta H. Syaharuddin dan Ibunda yang kusayangi Hj. Nurhayati yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang serta perhatian moril maupun materil. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan Rahmat, Kesehatan, Karunia dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

Penghargaan dan terima kasih penulis berikan kepada Bapak Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT. selaku Dosen pembimbing I dan Bapak Fauzan, ST., MT. selaku Dosen pembimbing II yang telah banyak membantu baik dalam penulisan maupun pemikiran pada skripsi ini. Serta ucapan terima kasih kepada :

1. Yth. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M.A selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Yth Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Yth. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., MT. selaku Ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah menyetujui dan menerima tugas akhir penulis.
4. Teman dan saudara saya khususnya M.Ridhotullah, Dirwandi, dan Paqih yang banyak membantu dalam hal gambar dan perhitungan .



5. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2015 (HYDRAULIC 2015) yang telah memberi bantuan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir penulis.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik angkatan 2015 yang telah memberi bantuan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir penulis.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Makassar, 12 November 2020

Penulis,

## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GRAFIK .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
NOMENKLATUR .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitiann .....	2
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Baut (Bold) .....	4
2.2 IWF (I Wide Flange) .....	4
2.3 Jenis Baut .....	5
2.4 Spesifikasi Baut .....	9

2.5 Kekuatan tarik pada Baut .....	13
2.6 Jenis-jenis Kerusakan pada Baut-Mur .....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
3.2 Alat yang Digunakan .....	20
3.3 Metode Penelitian .....	22
3.4 Jadwal Penelitian .....	22
3.5 Spesifikasi Benda Uji .....	23
3.6 Cara Kerja .....	23
3.7 Diagram Alir Penelitian .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil .....	25
4.2 Pembahasan .....	37
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran .....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	41
LAMPIRAN .....	42

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian .....	22
Tabel 3.2. Data Pembebanan .....	26
Tabel 4.1. Tegangan yang Diizinkan untuk Tiap Material .....	36
Tabel 4.2. Tegangan yang terjadi pada Sambungan A .....	36
Tabel 4.3. Tegangan yang terjadi pada Sambungan B .....	37

## **DAFTAR GRAFIK**

Grafik 4.1 Kekuatan tarik Sambungan A dan Sambungan B .....	37
Grafik 4.2 Kekuatan tarik Sambungan A dan Sambungan B .....	38
Grafik 4.3 Tegangan yang Diizinkan untuk Tiap Material .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Baja IWF .....	5
Gambar 2.2 <i>Carriage Bolts</i> .....	6
Gambar 2.3 <i>Square Head Bolts</i> .....	7
Gambar 2.4 <i>Flage Bolts</i> .....	7
Gambar 2.5 <i>Hex Bolts</i> .....	8
Gambar 2.6 Mur Segi Enam.....	8
Gambar 2.7 <i>Castellated Nut</i> .....	9
Gambar 2.8 Mur Pengunci .....	9
Gambar 2.9 Spesifikasi Baut.....	10
Gambar 2.10 Tingkat Kekuatan Baut.....	11
Gambar 2.11 Spesifikasi Tanda Bolt Sesuai ISO.....	12
Gambar 2.12 Kekuatan tarik .....	14
Gambar 2.13 Jenis Kerusakan Pada Baut .....	17
Gambar 2.14 Tipe Kepatahan .....	18
Gambar 2.15 Bentuk Permukaan Patah Pada Baut Akibat Beban Geser.....	19
Gambar 2.16 Pergeseran Baut Dalam Menerima Gaya .....	19
Gambar 3.1 Komputer.....	20
Gambar 3.2 SAP2000 V. 22.....	21
Gambar 3.3 Benda Penelitian.....	22
Gambar 4.1 Kuda-kuda .....	26

## NOMENKLATUR

<u>Notasi</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
$\sigma$	Kekuatan tarik	Kg/mm <sup>2</sup>
M	Momen lentur	kg mm
y	Titik berat penampang	mm
$\tau$	Kekuatan tarik	Kg/mm <sup>2</sup>
$\Sigma$	Sigma	Kg
P	Besar beban yang diterima	kg
a	Panjang dari titik A ke beban terpusat B	mm
b	Panjang dari titik C ke beban terpusat D	mm
V <sub>A</sub>	Gaya vertikal pada titik A	kg
V <sub>B</sub>	Gaya vertikal pada titik B	kg
L	Panjang balok	mm
I	Momen Inersia	mm

# BAB I

## PENDAHULUAN

### **I.1. Latar Belakang**

Di Indonesia banyak pekerjaan konstruksi bangunan yang menggunakan konstruksi baja sebagai struktur utama. Di samping kemampuan baja yang cukup besar untuk menahan kekuatan beban yang diterima walaupun dari bahan baja dengan jenis yang paling rendah kekuatannya, juga mempunyai perbandingan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan-bahan bangunan lainnya yang umum dipakai.

Profil baja adalah bahan yang umum digunakan sebagai elemen struktur pada sebuah bangunan. Baja adalah salah satu bahan konstruksi yang memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bahan konstruksi lain. Ditinjau dari kekuatannya baja mempunyai ketahanan yang cukup baik dalam menahan beban tarik bila dibandingkan dengan bahan konstruksi lain seperti kayu dan beton. Secara umum baja yang mengalami gaya tarik akan tertarik hingga hancur sampai batas beban tertentu. Kehancuran dapat terjadi pada pelat/profil atau pada alat sambung, tergantung dari mutu bahan dan dimensi yang digunakan. Pelat bertampang dua yang disambung menggunakan alat sambung yang memiliki mutu dan ukuran yang lebih kecil dari mutu dan dimensi fisis pelat, dapat diperkirakan akan terjadi kehancuran pada alat sambungnya. (*Mery Silviana, 2017*)

Profil Baut adalah alat sambung yang berbentuk batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya sebagai baut ( umumnya bentuk kepala segi enam ) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci. Dalam pemakaian di lapangan, baut dapat digunakan pada konstruksi sebagai sambungan tetap, sambungan bergerak, maupun sambungan sementara yang dapat dibongkar/dilepas kembali. Bentuk uliran batang baut untuk baja bangunan pada umumnya ulir segi tiga (ulir tajam) sesuai fungsinya yaitu sebagai baut pengikat. Sedangkan



bentuk ulir segi empat (ulir tumpul) umumnya untuk baut-baut penggerak atau pemindah tenaga misalnya dongkrak atau alat-alat permesinan yang lain. (Salmon dkk 1995).

Pada penelitian ini penulis akan menghitung nilai tegangan yang terjadi melihat pada workshop PT. BUMI KARSA banyak konstruksi baja dengan menggunakan baut-mur sebagai pengikat. Maka untuk mengetahui kekuatan baut-mur tersebut, penulis akan menganalisis baut – mur dengan beban yang di terima pada konstruksi baja tersebut. Oleh karena itu judul tugas akhir ini adalah **“ANALISIS KEKUATAN BAUT PENGIKAT RANGKA BAJA PADA WORSHOP PT. BUMI KARSA”**

## **I.2. Perumusan Masalah**

Masalah yang akan diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui tegangan yang terjadi pada baut – mur dengan berbagai matrial pada pada konstruksi rangka baja
2. Bagaimana mengetahui tegangan yang terjadi dengan beban yang di terima pada berbagai material baut yang berbeda
3. Bagaimana mengetahui ukuran baut dan mur yang terbaik pada rangka baja sesuai beban yang di terima

## **I.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada baut dan-mur dengan berbagai material yang berbeda pada konstruksi baja
2. Untuk mengetahui tegangan yang terjadi dengan beban yang di terima pada berbagai material baut Yang Berbeda
3. Untuk mengetahui ukuran baut dan mur yang terbaik pada rangka baja sesuai beban yang di terima

#### **I.4. Batasan Penelitian**

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung semua beban yang di terima baut dan mur
2. Variasi Material baut hanya 3 jenis material
3. Menghitung kekuatan tarik.

#### **I.5. Manfaat Penelitian**

1. Dapat menambah wawasan dan pengetahuan dalam memahami berbagai permasalahan dalam struktur baut pengikat rangka baja.
2. Mendapatkan pedoman penentuan kriteria dasar perancangan bentuk dan ukuran baut pengikat rangka baja
3. Mendapatkan model perancangan sistem struktur baut penyangga yang lebih kuat, yang akan menghemat biaya dan juga meningkatkan segi estetika.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Baut (Bold)**

Baut adalah alat sambung dengan batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya dibentuk kepala baut ( umumnya bentuk kepala segi enam ) 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/dilepas kembali. Bentuk uliran batang baut untuk baja bangunan pada umumnya ulir segi tiga (ulir tajam) sesuai fungsinya yaitu sebagai baut pengikat. Sedangkan bentuk ulir segi empat (ulir tumpul) umumnya untuk baut-baut penggerak atau pemindah tenaga misalnya dongkrak atau alat-alat permesinan yang lain. pada permukaan yang berfungsi untuk mengikat dua atau lebih komponen (fastener) yang bersifat nonpermanent, artinya, fastener ini dapat dibongkar pasang untuk melepas elemen-elemen mesin yang digabungkan. Bolt dapat dikencangkan dan dilepas dengan memberikan torsi pada bolt head atau pada nut.(*Refqi Despratama, 2016*)

#### **2.2 IWF (I Wide Flange)**

Profil IWF (I Wide Flange) adalah salah satu profil baja struktural yang paling populer digunakan untuk konstruksi baja. Bentuk profil dari balok ini sama persis dengan Castellated Beam, bedanya terletak pada lubang heksagonal yang terdapat pada Castellated Beam. Profil baja ini biasa digunakan untuk membuat sebuah kolom , ring balk , tiang pancang , top & bottom cord member pada truss , komposit beam atau coloum , kanti liver kanopi . dan lain sebagainya .

Sistem konstruksi Besi Baja IWF bangunan merupakan kombinasi dari elemen struktur yang cukup rumit. Dalam sistem struktur Baja IWF sistem seperti tujuan ini dapat membawa beban dengan aman dan efektif semua

gaya yang bekerja pada bangunan, kemudian dikirim ke pondasi. Berbagai beban dan gaya yang bekerja pada bangunan termasuk beban vertikal, horisontal, perbedaan suhu, getaran dan sebagainya. Dalam sebuah bangunanbaja, selalu ada unsur-unsur yang berfungsi untuk menahan gaya gravitasi dan gaya lateral. Sistem Konstruksi Baja IWF merupakan material yang memiliki sifat struktural yang sangat baik sehingga pada akhir tahun 1900, mulai menggunakan Baja IWF sebagai bahan struktural (Konstruksi), saat itu metode pengolahan Baja IWF yang murah dikembangkan dalam skala besar. Sifat Baja IWF memiliki kekuatan tinggi dan kuat pada kekuatan tarik maupun tekan dan oleh karena itu Baja IWF menjadi elemen struktur yang memiliki batas yang sempurna akan menahan jenis beban tarik aksial, tekan aksial, dan lentur dengan fasilitas serupa dalam pembangunan strukturnya. Kepadatan tinggi Baja IWF , tetapi rasio berat antara kekuatan komponen Baja IWF juga tinggi sehingga tidak terlalu berat dalam kaitannya dengan kapasitas muat beban, memastikan selama bentuk struktur (konstruksi) yang digunakan yang bahan yang digunakan secara efisien. (Bambang, 2000)



**Gambar 2.1** baja IWF (Bambang, 2000)

### 2.3 Jenis Baut

Baut dan mur menjadi bagian yang tak terpisahkan dengan kebutuhan sehari-hari mulai dari profesional yang bekerja dengan alat teknik maupun keperluan rumah tangga banyak yang menggunakan baut dan mur. Dipasaran terdapat banyak sekali tipe dan jenis baut, Baut untuk konstruksi baja bangunan dibedakan 2 jenis :

- Baut Hitam Yaitu baut dari baja lunak ( St-34 ) banyak dipakai untuk konstruksi ringan / sedang misalnya bangunan gedung, diameter lubang dan diameter batang baut memiliki kelonggaran 1 mm.
- Baut Pass Yaitu baut dari baja mutu tinggi ( ‡ St-42 ) dipakai untuk konstruksi berat atau beban bertukar seperti jembatan jalan raya, diameter lubang dan diameter batang baut relatif pass yaitu kelonggaran £ 0,1 mm.  
(Nandan Supriatna)

Baut (Bolt) merupakan suatu batang atau tabung yang membentuk alur heliks atau tangga spiral pada permukaannya dan mur (Nut) adalah pasangannya. Fungsi utama baut dan mur adalah menggabungkan beberapa komponen sehingga tergabung menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen. Maka dari itu komponen yang menggunakan sambungan ini dapat dengan mudah dilepas dan dipasang kembali tanpa merusak benda yang disambung. berikut ini sedikit ulasan mengenai jenis baut dan mur serta klasifikasinya. (*builder Indonesia, juli 2017*)

### 2.3.1 Carriage Bolts



**Gambar 2.2** *Carriage Bolts*

Carriage bolts banyak digunakan pada penyambungan komponen jenis kayu. Baut ini memiliki kepala berbentuk kubah dan memiliki bentuk empat persegi pada bagian lehernya. Bentuk persegi pada bagian leher ini berfungsi untuk mempersekat komponen yang disambungkan dengan menekan masuk ke dalam kayu sehingga menghasilkan ikatan yang kuat.

### 2.3.2 Square Head Bolts



**Gambar 2.3** *Square head bolts*

Square head bolts menjadi salah satu jenis baut yang menjadi favorit untuk digunakan. Baut dengan kepala berbentuk segi empat ini pada umumnya digunakan untuk pada industri berat dan pekerjaan konstruksi.

### 2.3.3 Flange Bolts



**Gambar 2.4** *Flage bolts*

Flange bolts adalah jenis baut yang pada bagian bawah kepala bautnya terdapat bubungan (flens). Flens ini didesain untuk memberikan kekuatan pada baut seperti menggunakan washer. Material dalam baut ini beragam, mulai dari besi biasa hingga baja hitam.

### 2.3.4 Hex bolts



**Gambar 2.5** *Hex bolts*

Hex bolts, merupakan baut yang umum digunakan ditemukan pada pekerjaan konstruksi maupun perbaikan. Baut ini memiliki ciri umum yaitu kepala yang memiliki bentuk segi enam (hexagonal) Hex bolts memiliki sifat atau bahan baku tertentu sesuai dengan penerapannya pada sebuah komponen yang akan dihubungkan. Bahan baku pembuatan baut ini diantaranya adalah ; stainless steel, carbon steel, dan alloy steel yang dilapisi dengan kadium atau seng plating untuk menghindari terjadinya korosi. Aplikasi untuk baut yang memiliki bentuk kepala segi enam ini sangat bervariasi, mulai dari eksterior, otomotif untuk kelautan; pesisir, dan lingkungan yang bersuhu tinggi.

### 2.3.5 Beberapa Tipe kepala yang di miliki oleh mur

#### 1. Mur Segi Enam



**Gambar 2.6** *Mur segi enam*

Mur segi enam (hexagonal plain nut). Digunakan pada semua keperluan industry

## 2. Castellated nut



**Gambar 2.7** *Castellated nut*

Mur dengan kepala berbentuk mahkota atau dengan slot pengunci (castellated nut & slotted nut) ini merupakan jenis mur yang dilengkapi dengan mekanisme penguncian. Kepala mur jenis ini bertujuan untuk mengunci posisi mur untuk tidak mengubah posisi yang telah ditentukan.

## 3. Mur Pengunci



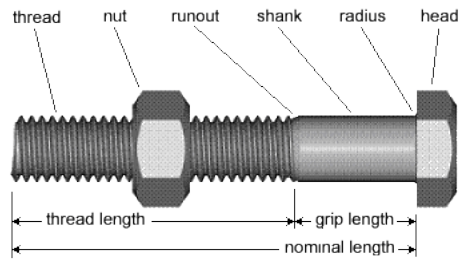
**Gambar 2.8** *Mur pengunci*

Mur pengunci (*lock nut*), merupakan mur yang memiliki ukuran lebih tipis dibandingkan mur pada umumnya. Mur pengunci biasanya dipasangkan di bawah mur utama yang berfungsi sebagai pengunci

## 2.4 Spesifikasi Baut

Bentuk bolt terdiri atas Head body dan thread. Ukuran head berdasarkan jarak bidang rata pada bagian Head. Ukuran head bolt menentukan beberapa ukuran kunci atau socket yang dipergunakan. Ukuran bolt ditentukan oleh diameter puncak thread, sedangkan panjang bolt diukur dari bagian bawah head ke bagian ujung thread ( bolt ). Beberapa bentuk bolt memiliki ketentuan penentuan ukuran panjang yang berbeda dalam penunjukkan ukuran bolt.





**Gambar 2.9** Spesifikasi Baut

## 2.4.1 bolt berdasarkan jenis threadnya

### 1. Bolt Inch

Ukuran bolt ditentukan juga oleh ukuran thread. Berdasarkan standarisasi Unified Screw Thread Standard, thread diukur dengan menghitung jumlah puncak ulir setiap inci. Unified screw ukuran bolt dinyatakan dengan notasi seperti berikut :

**Bolt Code :  $\frac{1}{2}$  – 20 – UNC – 3**

3 = Panjang dalam satuan inch

C = Coarse ( ulir kasar )

F = Fine ( ulir halus )

20 = Jumlah puncak ulir per inch

$\frac{1}{2}$  = Diameter luar puncak ulir.

Thread dibedakan atas coarse thread ( kasar ) dan fine thread ( halus ) yang ditandai dengan notasi UNC untuk coarse thread dan UNF untuk fine thread. Coarse thread memiliki alur yang lebih dalam dan aplikasinya banyak digunakan. Fine thread memiliki alur thread kecil aplikasinya pada permukaan tertentu, misal untuk pengikat parts yang tipis.

## 2. Bolt Metric

Pada Standarisasi Metric, ukuran ulir ditentukan dengan ukuran jarak antara puncak ulir terdekat. Notasi yang digunakan untuk menyatakan ukuran ulir metric adalah sebagai berikut :

**Bolt Code : M 12 x 1.75 – 80 – 8.8**

8.8 = Class kekuatan baut

80 = Panjang baut

1.75 = Jarak puncak thread dalam satuan mm






12 = Ukuran puncak thread dalam mm

M = Ukuran ISO Metric threads

### 2.4.2 Tingkat ( Grade ) kekuatan bolt

#### A. SAE

Society of Automotive Engineers ( SAE ) menerbitkan standarisasi untuk mengklasifikasikan unified ( inch-series ) bolt pada beberapa grade berdasar material, treatment dan tensile strength ( kekuatan tariknya ). Klasifikasi grade ditunjukkan dengan tanda pada permukaan atas head bolt. Tabel berikut menunjukkan spesifikasi dan tanda bolt berdasarkan standarisasi SAE.






SAE GRADE MARKINGS FOR STEEL BOLT			
Grade Marking	Specification	Material	Tensile Strength Min. (psi)
 NO MARK	SAE – Grade 0	Steel	-
	SAE – Grade 1	Low Carbon Steel	55.000
	SAE – Grade 2	Low Carbon Steel	55.000
	SAE – Grade 3	Medium Carbon Steel, Cold Worked	110.000
	SAE – Grade 5	Medium Carbon Steel, Quenched & Tempered	110.000
	SAE – Grade 7	Medium Carbon Alloy Steel, Quenched & Tempered, Roll Threaded after heat treatment	133.000
	SAE – Grade 8	Medium Carbon Alloy Steel, Quenched & Tempered	150.000

Tabel 2. Tabel spesifikasi dan tanda bolt sesuai SAE.

**Gambar 2.10** Tingkat kekuatan baut (Anonim, 2012)

## B. ISO

Standarisasi Klasifikasi Grade bolt metric ditetapkan oleh International Standardization of Organization ( ISO ). Klasifikasi berdasarkan atas kekuatan tensile dan yield. Tanda angka pada permukaan atas bolt menandakan klasifikasi kekuatannya. Semua bolt dan capscrew berdiameter diatas 4-mm memiliki tanda angka pada permukaan atas head bolt. Tabel berikut menunjukkan klasifikasi dan tanda yang digunakan pada bolt metric.

ISO GRADE MARKINGS FOR STEEL BOLT			
Grade Marking	Specification	Material	Equal to
 No Grade Mark	Class 4.4	Steel	SAE Grade 1
	Class 4.6	Low Carbon Steel	
 5.8	Class 5.8	Low or Medium Carbon Steel, Cold Worked	SAE Grade 2
 8.8	Class 8.8	low carbon boron steel, quenched and tempered	SAE Grade 3
 9.8	Class 9.8	Medium Carbon Steel , Quenched & Tempered	SAE Grade 7
 10.9	Class 10.9	Alloy Steel, Quenched & Tempered	SAE Grade 8

Tabel 3. Tabel spesifikasi dan tanda bolt sesuai ISO.

**Gambar 2.11** spesifikasi tanda bolt sesuai ISO (Anonim, 2012)

### 2.4.3 Istilah yang sering digunakan pada Fastener

1. alloy steel = Jenis dari steel yang berisi material lain sengaja ditambahkan untuk memperbaiki kualitas logam.
2. carbon steel = Jenis dari logam yang dibuat dari besi dan carbon tanpa tambahan lain. Sebagian besar fasteners dibuat dari carbon steel.

3. fastener = Alat yang menyatukan dua atau lebih benda. fastener dapat berupa bolt, kancing, nut.
4. Proof Load = Nilai 80 ~ 90 persen dari yield.
5. tempered = Pengerasan pada metal dengan cara dipanaskan
6. yield strength = Kemampuan dari material menahan gaya yang menariknya hingga melar tapi material tersebut masih bisa kembali kebentuk semula.
7. tensile strength = Gaya atau beban maksimal yang menyebabkan fastener dapat berubah bentuk (melar) secara permanent

## **2.5 Kekuatan tarik Pada Baut**

Tegangan dan regangan adalah konsep yang penting dalam peninjauan baik kekuatan maupun kekakuan. Keduanya merupakan konsekuensi yang tidak dapat dipisahkan dari bekerjanya suatu beban terhadap suatu bahan struktur. Menurut Macdonald (2001) Tegangan dapat dianggap sebagai sebuah energi yang menahan beban, tegangan adalah gaya dalam dibagi dengan luas penampang di mana gaya itu bekerja. Oleh karena itu, tegangan adalah gaya dalam per satuan luas penampang. Hukum *Hooke* mengatakan bahwa benda yang diregangkan akan mengalami tegangan dimana tegangan tersebut sebanding dengan pertambahan panjang benda. Menurut Frick (1978) Tegangan dibagi menjadi dua yaitu tegangan normal dan kekuatan tarik, tegangan normal yaitu tegangan yang bekerja dalam arah tegak lurus permukaan potongan melintang batang dengan notasi  $\sigma$  (tau). Kekuatan tarik adalah tegangan yang terjadi akibat ada dua arah gaya yang berlawanan dan tidak lurus bidang suatu benda. (Andrian. Lutfi. 2012)

### **2.5.1 Jenis – Jenis Tegangan**

#### **A. Tegangan Normal**

Menurut Frick (1978) Tegangan dibagi menjadi dua yaitu tegangan normal dan kekuatan tarik, tegangan normal yaitu tegangan yang bekerja

dalam arah tegak lurus permukaan potongan melintang batang dengan notasi  $\sigma$  (tau). (Mery Silviana, 2017)

- a) Sebuah batang berbentuk silinder akan ditarik sebesar  $P$
- b) Batang panjangnya sebesar  $L$
- c) Maka setelah diberi gaya sebesar  $P$  batang sepanjang  $L$  akan bertambah  $v$  sepanjang  $L + \delta$
- d) Dari hasil tersebut didapatkan rumus

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

dimana :

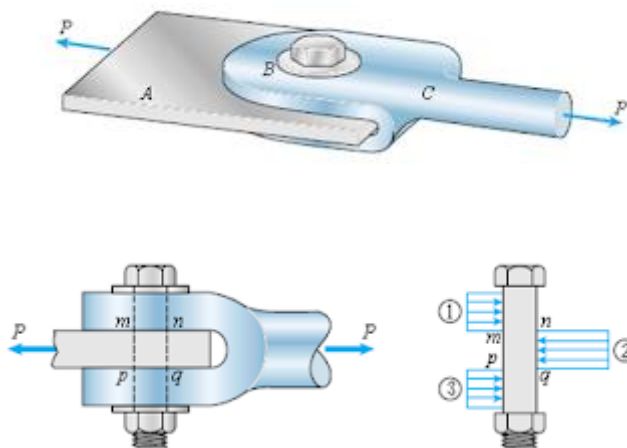
$\sigma$  = Tegangan normal (Mpa)

$P$  = Gaya normal (N)

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

Menurut Frick (1978) Kekuatan Tarik adalah tegangan yang terjadi akibat ada dua arah gaya yang berlawanan dan tidak lurus bidang suatu benda.

Menurut Gere (2003) kekuatan tarik adalah tegangan yang bekerja dalam arah tangensial terhadap penampang.



**Gambar 2.12** kekuatan tarik

Akibat aksi gaya tarik  $P$ , batang dan pengapit akan menekan baut dengan cara tumpu sehingga menimbulkan tegangan tumpu (*bearing stress*). Selain itu

batang dan pengapit cenderung menggeser baut dan memotong baut, sehingga timbul kekuatan tarik (*shear stress*) pada baut

## 2.5.2 Rumus Tegangan

### A. kekuatan tarik

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$\sigma$  = Tegangan (Mpa)

$P$  = Gaya normal (N)

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

### B. Kekuatan tarik

$$\sigma_{max} = V = \frac{Q}{A}$$

Dimana:

$V$  = gaya geser (N)

$A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

$Q$  = factor bentuk (*from factor*) untuk penegasan

$$\tau = \frac{D}{A}$$

$\tau$  = Kekuatan tarik rata-rata (Mpa)

$D$  = Gaya sejejer penampang (N)

$A$  = Luas penampang baut ( $\text{mm}^2$ )

Gaya = Tegangan x Luas penampang

Tegangan =  $-\frac{y}{c}\sigma_{maks}$  (dapat juga diambil tanda positif)

Luas penampang =  $dA$

Maka gaya =  $-\frac{y}{c}\sigma_{maks}dA$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\int_A -\frac{y}{c} \sigma_{maks} dA = 0$$

$$-\frac{\sigma_{maks}}{c} \int_A y dA = 0$$

$$\int_A y dA = \bar{y}A = 0 \rightarrow \bar{y} \text{ adalah ordinat titik berat}$$

Karena A tidak nol maka  $\bar{y}$  harus nol.

Dengan demikian maka garis netral harus melalui titik berat penampang.

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{luar} = M_{dalam}$$

$$M = \int_A \left( -\frac{y}{c} \sigma_{maks} \right) dA \cdot y$$

$$M = -\frac{\sigma_{maks}}{c} \int_A y^2 dA$$

$$M = -\frac{\sigma_{maks}}{c} I_x$$

$$\sigma_{maks} = -\frac{M \cdot c}{I_x}$$

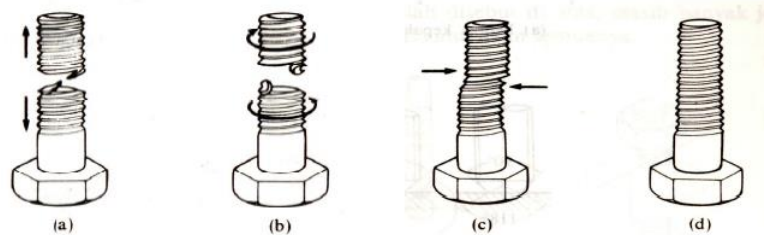
## 2.6 Jenis – jenis kerusakan pada baut – mur

Baut merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Jenis kerusakan pada baut terjadi karena :

- a. Putus karena tarikan

- b. Putus karena puntiran
- c. Tergeser
- d. Ulir lumur (dol)

Dalam beberapa pengujian, kerusakan disebabkan oleh pemberian beban tekan dongkrak sehingga pembebanan terjadi pada baut yang dipasangkan pada plat pengujian sehingga mengakibatkan terjadinya konsentrasi tegangan dan membuat pergeseran pada plat maka menyebabkan patah atau putus baut. Kerusakan tersebut dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.2 Jenis kerusakan pada baut

**Gambar 2.13** *Jenis kerusakan pada baut*

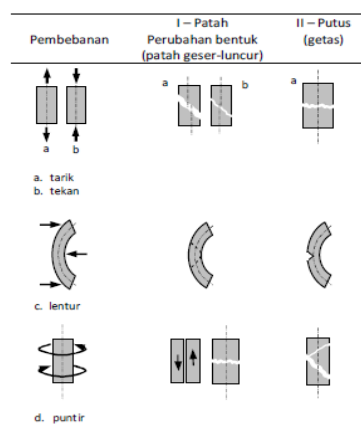
### 2.6.1 Tipe dan profil dari kepatahan

Untuk menemukan sebab-sebab kepatahan, pengetahuan tentang tipe-tipe kepatahan, profil kepatahan adalah sangat penting. Apakah kepatahan ini disebabkan oleh kekeliruan konstruksi, cara membuatnya atau bahan kerja yang tidak cocok, atau ada hubungannya dengan cara pelayanan yang salah atau kondisi kerja yang luar biasa.

Pertanyaan selanjutnya adalah berapa jauh kesimpulan yang dapat ditarik dari jalanya kepatahan, profilnya dan pengecekan kembali karakteristik bahan kerja. Gambar 2.13 menunjukkan tipe-tipe khas kepatahan dan jalan-jalanya kepatahan tergantung dari macamnya pembebanan gambar a sampai d dan reaksi I dan II dari bahan kerja. Lebih lanjut dibedakan pula berdasarkan timbulnya kepatahan:



- a. Patah tak terkendali plastis : Jalannya kepatahan searah dengan kekuatan tarik, sesuai dengan kolom I. Ini terjadi pada bahan yang liat, bila kekuatan patah statis dilampaui.
- b. Patah tak terkendali getas : Jalannya kepatahan searah dengan tegangan normal, sesuai dengan kolom II. Kepatahan ini timbul pada bahan kerja yang getas atau karena pengaruh suhu tinggi yang membuat bahan kerja menjadi getas. Juga terjadi pada komponen yang konstruksinya tidak memungkinkan untuk memuai yang menyebabkan tegangan kekuatan patah statis dilampaui.
- c. Patah kekal : Patahan yang terjadi searah tegangan normal, sesuai dengan kolom II. Kepatahan ini timbul karena kekuatan kekal yang disebabkan oleh takik (tegangan puncak) menjadi menurun dilampaui. Menjalarnya kepatahan kekal seringkali dapat dikenal dari tanda garis keretakan dan patah tak terkendali pada permukaan yang kasar.

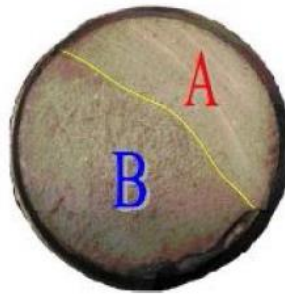


Gambar 4.3 Tipe-tipe kepatahan secara skematis tergantung dari jenis pembebanan dan reaksi dari bahan kerja.

### Gambar 2.14 tipe kepatahan

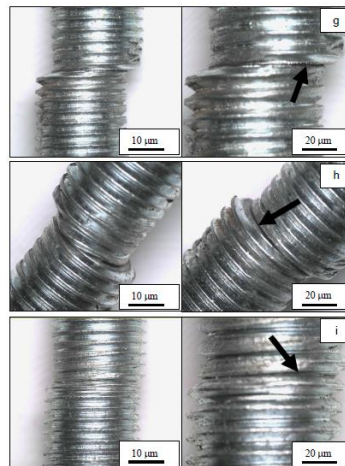
Bentuk permukaan patah baut dari gambar 4.4 dapat dilihat bentuk permukaan patah dari baut pengunci *girth-gear kiln*, bagian A adalah bentuk patahan akibat beban bolak-balik yaitu patah lelah dan pada bagian B merupakan patah getas. Patah getas ini terjadi karena baut tidak lagi mampu menahan beban yang bekerja setelah terjadinya awal patahan (patah lelah).

Garis berwarna kuning merupakan batas antara patah lelah dengan patah getas. Semakin besar daerah B berarti material yang digunakan adalah material yang semakin getas dan semakin tidak mampu menahan beban bolak-balik yang bekerja. Begitu juga sebaliknya, semakin besar daerah A maka material tersebut akan semakin mampu untuk menahan beban bolak-balik yang bekerja.



Gambar 4.4 Bentuk permukaan patah pada baut akibat beban geser

**Gambar 2.15** bentuk permukaan patah pada baut akibat beban geser



Gambar 2.11 Pergeseran baut dalam menerima gaya.

**Gambar 2.16** pergeseran baut dalam menerima gaya

Menunjukkan baut yang menerima gaya geser sebelum baut mengalami patah geser. Seperti yang terlihat tanda panah untuk semua gambar, pergeseran baut adalah patah getas sehingga menghasilkan patah permukaan rata. ([https://www.academia.edu/20061114/kerusakan\\_pada\\_baut](https://www.academia.edu/20061114/kerusakan_pada_baut)).