

**ANALISIS KARAKTERISTIK ALAT UJI TARIK RAKITAN  
DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN KUNINGAN**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**MUHAMMAD IRFAN**

**NIM : 10.813.0048**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2015**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

.....  
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
.....

Document Accepted 19/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRAK

Penelitian ini merupakan lanjutan dari pembuatan Alat Uji Tarik di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Medan Area, dan dilakukan pengujian untuk mengetahui kekuatan tarik benda kuningan yang diperlakukan dengan pengujian tarik rakitan yang telah kami buat. Dengan adanya Alat Uji Tekan Rakitan ini diharapkan mahasiswa dapat lebih memahami kekuatan suatu benda contohnya seperti logam, kuningan, tembaga, aluminium, stainless steel, baja, ataupun komposit. Kita dapat melihat pada bahan uji besi mengalami deformasi sebelum patah, yang disebut dengan elastis (*ductile*). Kekuatan tarik umumnya digunakan dalam mendesain bagian dari suatu struktur yang bersifat *ductile* dan *brittle* yang bersifat tidak statis, dalam arti selalu menerima gaya dalam jumlah besar, meski benda tersebut tidak bergerak.

Kata kunci: Kuningan, Tegangan tarik standar dan tegangan tarik rakitan

## Abstract

This study is a continuation of the manufacturing tools in the Tensile Test Laboratory Mechanical Engineering University of Medan Area, and conducted tests to determine the tensile strength of objects which are treated with tensile testing of assemblies that we have made. With the Test Equipment Assembled Press is expected students can better understand the power of an object instance as metal, brass, copper, aluminum, stainless steel, steel, or composite. We can see the iron test material deformation before fracture, which is called the elastic (ductile). Tensile strength is commonly used in designing parts of a structure that is both ductile and brittle that is not static, in the sense of always receiving large amounts of force, even though the object is not moving.

## DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR PUSTAKA.....	xiii
<b>BAB I</b>	
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Landasan Teori.....	5
2.2 Grip dan Face Selection.....	5
2.2.1 Beberapa Jenis Alat Uji Tarik.....	6
2.3 Sejarah Kuningan.....	8
2.3.1 Pengaruh Anil Pada Sifat Mekanis.....	11

2.4	Bahan Baku.....	11
2.5	Desain Nama.....	13
2.6	Jenis-Jenis Kuningan.....	13
2.7	Proses Manufaktur Pembuatan Kuningan.....	14
2.7.1	Melting (Pencairan).....	16
2.7.2	Hot Rolling.....	17
2.7.3	Cold Rolling.....	17
2.7.4	Finish Rolling.....	18
2.8	Kualitas Kontrol.....	19
2.8.1	Nikel (Ni).....	19
2.8.2	Silikon (Si).....	20
2.8.3	Mangan (Mn).....	20
2.8.4	Aluminium (Al).....	20
2.8.5	Timah Putih (Sn).....	20
2.8.6	Timah Hitam (Pb).....	21
2.8.7	Besi (Fe).....	21
2.8.8	Tembaga (Cu).....	21
2.8.9	Seng (Zn).....	21
2.9	Struktur Mikro Logam.....	22
2.10	Sifat Mekanik Material.....	22
2.10.1	Uji Tarik dan Tensile Strength.....	23
2.10.2	Modulus Elastisitas.....	26
2.10.3	Batas Elastis (Elastic Limit).....	27
2.10.4	Kekuatan Luluh (Yield Strength).....	27

2.10.5	Kekuatan Tarik Ultimat.....	28
2.10.6	Keuletan dan Kegetasan.....	28
2.10.7	Elongation (Perpanjangan).....	29
2.11	Mikroskop Metalurgi.....	30
2.12	Koefisien Ekspansi Termal.....	31
2.13	Mode Perpatahan Material.....	31
2.13.1	Perpatahan Ulet.....	32
2.13.2	Perpatahan Getas.....	33
2.14	Recovery, Rekristalisasi dan Pertumbuhan Butir	
2.14.1	Recovery.....	34
2.14.2	Rekristalisasi.....	34
2.14.3	Pertumbuhan Butir.....	35
2.14.4	SPD (Severe Plastic Deformasi).....	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	36
3.1	Tempat dan Jadwal Penelitian.....	36
3.2	Bahan dan Alat Penelitian.....	36
3.2.1	Alat Penelitian.....	36
3.2.2	Bahan Penelitian.....	38
3.3	Penyiapan Specimen Uji .....	38
3.4	Prosedur Pengujian.....	39
3.5	Diagram Alur.....	40
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1	Hasil Penelitian .....	41

BAB V PENUTUP .....	45
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran.....	45



## BAB I PENDAHULUAN

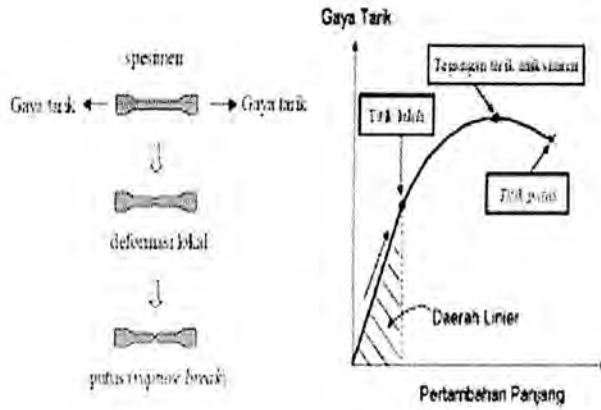
### 1.1 Latar Belakang

Untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan, tentu kita harus mengadakan pengujian terhadap bahan tersebut. Ada empat jenis uji coba yang biasa dilakukan, yaitu uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji torsi (*torsion test*), dan uji geser (*shear test*). Dalam tulisan ini kita akan membahas tentang uji tarik dan sifat-sifat mekanik yang terdapat dari interpretasi hasil uji tarik.

Uji tarik mungkin adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang dengan JIS 2241. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu jbrtambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekuatan yang tinggi (*highly stiff*). Brand terkenal untuk alat uji alat uji tarik antara lain adalah Shimadzu, Instron dan Dartec.

Banyak hal yang kita dapat pelajari dari hasil uji tarik. Bila kita harus menarik suatu bahan sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap yg berupa kurva seperti pada gambar 1. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Profil ini sangat diperlukan dalam desain yang memakai bahan tersebut.





Gambar 1.1 Gambaran singkat uji tarik

Biasanya yang menjadi focus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut "Ultimate Tensile Strength" disingkat dengan UTS, dalam bahasa indonesia disebut dengan tegangan tarik maksimum.

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut. Kuningan lebih kuat dan lebih keras daripada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras seperti baja. Kuningan sangat mudah untuk di bentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut, kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, radiator, alat musik, aplikasi kapal laut, dan casing cartridge untuk senjata api.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan menjadi pokok bahasan dalam penelitian ini adalah bagaimana metode pengujian mekanis dan struktur mikro bahan logam kuningan dengan alat uji tarik rakitan.

## 1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini menitik beratkan pada perubahan sifat mekanis terhadap kekuatan tarik yang dikerjakan oleh alat uji tarik rakitan. Adapun pembatasan masalah pada skripsi ini yaitu:

1. Material yang digunakan adalah logam kuningan
2. Pengujian tarik dikerjakan pada alat uji tarik rakitan.
3. Penelitian ini diaplikasikan untuk perbaikan sifat mekanis (kekerasan dan kekuatan tarik) untuk mendapatkan keakuratan alat uji tarik rakitan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui sifat mekanis (kekerasan dan kekuatan tarik) logam kuningan dengan proses pengujian alat uji tarik rakitan. Menganalisa morfologi permukaan pada logam kuningan setelah di uji tarik. Menentukan tegangan maksimum, regangan, setelah perlakuan pada bahan logam kuningan pada alat uji tarik.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini:

1. Bagi masyarakat, untuk menambah pengetahuan wawasan masyarakat tentang metalurgi logam.

2. Bagi akademik, untuk warga akademik agar dapat menambah ilmu pengetahuan dan teknologi tentang pengujian tarik logam.
3. Bagi industri dapat digunakan sebagai acuan atau pedoman dalam pembuatan bahan logam kuningan.

## 1.6 Sistematik Penulisan

Sistematik penulisan disusun sedemikian rupa sehingga konsep penulisan proposal menjadi berurutan dalam kerangka alur pemikiran yang mudah dan praktis. Sistematik tersebut disusun dalam bentuk bab-bab yang saling berkaitan satu sama lain, yaitu:

Bab I Pendahuluan .

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab III Metodologi Penelitian

Bab IV Pengujian dan Analisis Penelitian

Bab V Kesimpulan dan Saran

**DAFTAR PUSTAKA**

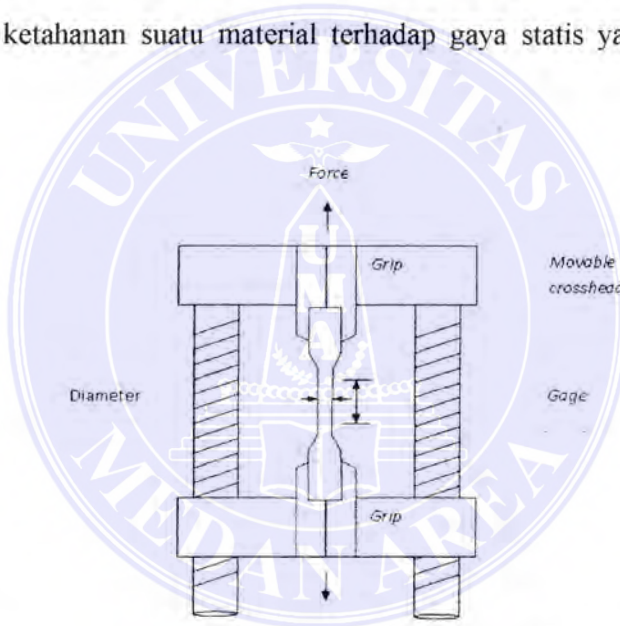
**LAMPIRAN**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Landasan Teori

Uji tarik merupakan suatu metode yang digunakan untuk menguji bahan/material dengan cara memberikan beban gaya sesumbu. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk, karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.



Gambar 2.2 Alat uji tarik dilengkapi spesimen ukuran standard

Seperti pada gambar di atas benda yang di uji tarik diberi pembebanan dari kedua arah sumbunya. Pemberian beban pada kedua arah sumbunya diberi beban yang sama besarnya.

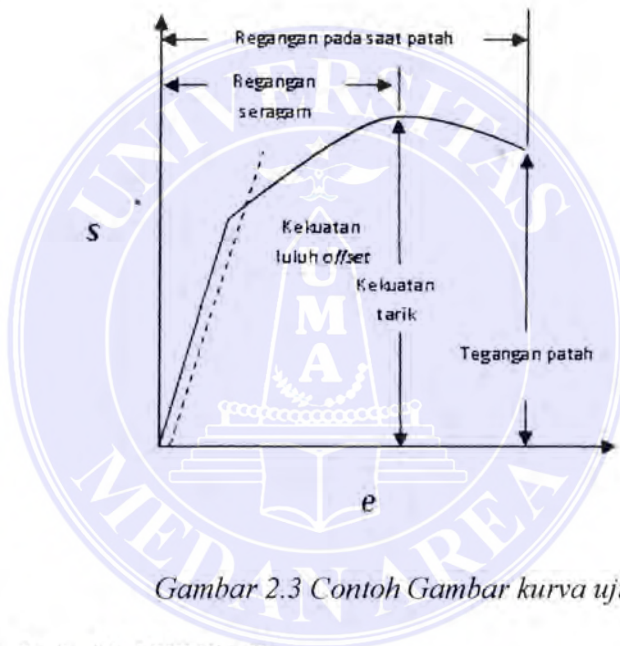
#### 2.2 Grip dan Face Selection (pemilihan permukaan cengkeraman)

Pemilihan permukaan pegangan adalah faktor penting. Dengan pemilihan setting yang tidak tepat, spesimen uji akan terjadi slip atau bahkan pecah dalam

daerah pegangan. Ini akan menghasilkan hasil yang tidak valid. Face harus selalu tertutup di seluruh permukaan yang kontak dengan grip. Agar spesimen uji tidak bergesekan langsung dengan face.

Beban yang diberikan pada bahan yang di uji ditransmisikan pada pegangan bahan yang di uji. Dimensi dan ukuran pada benda uji disesuaikan dengan standar baku pengujian.

Kurva tegangan-regangan teknik dibuat dari hasil pengujian yang didapatkan.



Gambar 2.3 Contoh Gambar kurva uji tarik

### 2.2.1 Beberapa Jenis Alat Uji Tarik

Di lihat dari semakin berkembangnya teknologi, alat uji mengalami perubahan bentuk dari segi pembuatan. Ada pun jenis-jenisnya sebagai berikut :

#### A. Alat uji tarik rakitan

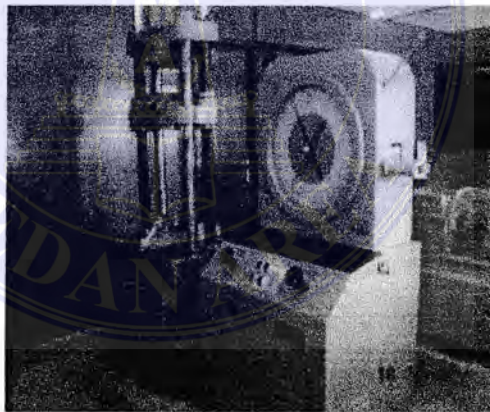
Alat uji tarik rakitan ini tergolong alat uji tarik konvensional, karena pengukuran pengujian dengan menggunakan pressure gauge sebagai pengukur tekanan dan rol baja sebagai pengukur jarak.



*Gambar 2.4 Alat uji tarik rakitan*

### B. Alat uji tarik standard

Alat uji tarik modern sudah mengalami perubahan bentuk dengan jenis pengukuran yang sudah menjadi satu bagian untuk lebih memudahkan pengukuran.

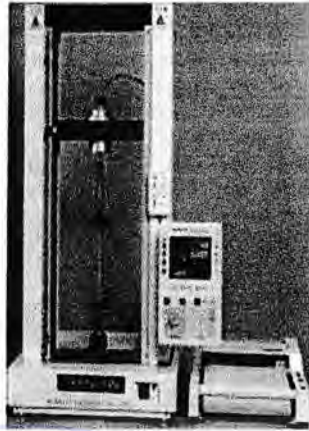


*Gambar 2.5 Alat uji tarik standard*

### C. Alat uji tarik standard dengan pengukuran digital

Alat uji tarik ini sudah cukup canggih karena sistem pengukurannya lebih spesifik dan akurat. Sistem pengukurannya sudah menggunakan sensor dan dapat dilihat dengan menggunakan monitor yaitu komputer. Di

sini langsung dapat terlihat nilai tegangan regangan berbentuk digital dan grafik.



*Gambar 2.6 Alat uji tarik dengan pengukuran digital*

Pengujian tarik adalah dasar dari pengujian mekanik yang dipergunakan pada material. Dimana spesimen uji yang telah distandarisai, dilakukan pembebanan uniaxial sehingga spesimen uji mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga akhirnya patah. Pengujian tarik relatif sederhana, mudah dan sangat terstandarisasi dibanding pengujian lain.

Hal-hal yang perlu diperhatikan agar pengujian menghasilkan nilai yang valid adalah bentuk dan dimensi spesimen uji, pemilihan grips dan lain-lain.

### **2.3 Sejarah Logam Kuningan (CuZn)**

Pengrajin logam kuno di daerah yang sekarang dikenal sebagai Syria atau Turki timur telah mengetahui bagaimana cara untuk mencairkan tembaga dengan timah untuk membuat logam yang disebut perunggu pada awal 3000 sebelum masehi. Kadang-kadang mereka juga membuat kuningan tanpa mereka sadari.

Pengrajin logam kuno di sekitar Laut Mediterania mampu membedakan bijih timah seng dari yang mengandung seng dan mulai mencampurkan dengan tembaga untuk membuat koin kuningan atau benda lainnya. Sebagian besar seng itu diturunkan dengan memanaskan mineral yang dikenal sebagai kalamina, yang berisi berbagai senyawa seng. Dimulai pada sekitar 300 A.D, industri kuningan berkembang di tempat yang sekarang di kenal sebagai Jerman dan Belanda.

Meskipun pengrajin logam kuno hanya bisa mengenali perbedaan antara bijih seng dan bijih timah, mereka masih tidak mengerti logam seng. Sampai pada tahun 1746 seorang ilmuwan Jerman bernama Andreas Sigismund Marggraf (1709-1782) memperkenalkan logam seng yang diidentifikasi dan ditentukan sifat-sifatnya. Proses untuk menggabungkan logam tembaga dan seng untuk membuat kuningan telah dipatenkan di Inggris pada tahun 1781. Penggunaan kuningan sebagai casing logam untuk senjata api pertama kali diperkenalkan pada tahun 1852. Berbagai macam logam dicoba, Hasilnya ternyata kuningan yang paling berhasil. Properti ini menyebabkan perkembangan pesat dalam industri senjata api otomatis.

Logam kuningan merupakan salah satu logam non ferrous paduan dari tembaga dan seng. Jenis dan aplikasinya bergantung pada kadar tembaga(Cu) dan kadar seng(Zn) yang dikandungnya. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung ada-jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut menjadi lebih kuning.



Tembaga atau Cu adalah salah satu unsure kimia dengan nomor 29 yang biasa ditemukan di alam dalam bentuk senyawa. Tembaga termasuk logam berat non ferrous karena tidak memiliki kandungan Fe. Tembaga merupakan konduktor listrik dan panas yang baik keuletan serta ketahanan korosi yang baik. Tembaga biasanya diergunakan dalam bentuk paduan, karena dapat dengan mudah membentuk paduan dengan logam lainnya.

Seng atau ZN adalah salah satu unsur kimia dengan nomor atom I lebih banyak dari CU,yaitu 30. Produksi seng merupakan salah satu yang terbesar setelah besi karena kemudahannya dicetak dengan permukaan yang halus dan daya tahan korosinya yang baik.Seng juga biasa di gunakan sebagai anoda korban untuk besi pada proses galvanisasi.

Dengan memadukan tembaga dan seng yaitu kuningannya,maka akan didapat sifat mekanis yang lebih baik dari tembaga dan seng.Kuningan memiliki sifat mekanis yang baik ,kuningan lebih kuat dan lebih keras daripada tembaga,tetapi tidak sekuat atau sekeras seerti baja.Kuningan sangat mudah untuk di bentuk ke dalam berbagai bentuk.Kuningan merupakan konduktor panas yang baik,dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam.Kuningan juga tahan terhadap percikan api,sehingga sering digunakan di lingkungan eksplosif. Selain sifat mekaniknya, kuningan juga memiliki tampilan yang menyerupai emas,sehingga seringkali diaplikasikan untuk dekorasi.

Salah satu jenis logam kuningan adalah kuningan alfa dengan kadar seng tidak lebih dari 32%.Salah satunya adalah kuningan jenis cartridge brass yaitu kuningan dengan kadar Cu 70% dan kadar Zn 30%.ada diagram diatas.perubahan

fasa kuningan alfa ditandai dengan garis putus-putus, dimana pada suhu tinggi fasa alfa aliquid kan berubah menjadi fasa liquid.

Cartridge brass dengan sifat mampu tarik yang baik, dapat diaplikasikan dalam berbagai macam industri. Salah satunya sebagai bahan baku industri hankam (selongsong peluru), industri transportasi, serta industri migas.

### 2.3.1 Pengaruh Anil Pada Sifat Mekanis

Anil adalah perlakuan panas dimana material dipaparkan pada suhu elevasi selama periode waktu yang cukup lama dan kemudian didinginkan perlahan. Biasanya anil dilakukan untuk menghilangkan tegangan sisa, meningkatkan kelunakan, keuletan dan ketangguhan, dan menghasilkan mikrostruktur tertentu. Anil yang dilakukan pada percobaan kali ini berfungsi untuk menghomogenkan butir dan menghilangkan tegangan sisa hasil pengerjaan dingin.

Ada dua parameter yang mempengaruhi hasil dari anil yaitu temperatur dan waktu tahan. Kedua parameter tersebut akan mempengaruhi ukuran butir, keuletan dan kekuatan tarik, pada temperature anil 100-200 terdapat keadaan pemulihan atau recovery, setelah proses nukleasi.

## 2.4 Bahan Baku

Komponen utama kuningan adalah tembaga. Jumlah kandungan tembaga bervariasi antara 55% sampai dengan 95% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan dan tujuan penggunaan kuningan. Kuningan yang mengandung persentase tinggi tembaga terbuat dari tembaga yang dimurnikan dengan cara

elektrik. Yang setidaknya menghasilkan kuningan murni 99,3% agar jumlah bahan lainnya bisa di minimalkan. Kuningan yang mengandung persentase rendah tembaga juga dapat dibuat dari tembaga yang dimurnikan dengan elektrik, namun lebih sering dibuat dari scrap tembaga. Ketika proses daur ulang terjadi, persentase tembaga dan bahan lainnya harus diketahui sehingga produsen dapat menyesuaikan jumlah bahan yang akan ditambahkan untuk mencapai komposisi kuningan yang diinginkan.

Komponen kedua dari kuningan adalah seng. Jumlah seng bervariasi antara 5% sampai dengan 40% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan

Kuningan dengan persentase seng yang lebih tinggi memiliki sifat lebih kuat dan lebih keras, tetapi juga lebih sulit untuk dibentuk, dan memiliki ketahanan yang kurang terhadap korosi. Seng yang digunakan untuk membuat kuningan bernilai komersial dikenal sebagai spelter.

Beberapa kuningan juga mengandung persentase kecil dari bahan lain untuk menghasilkan karakteristik tertentu, Hingga 3,8% menurut beratnya. Timbal dapat ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan. Penambahan timah meningkatkan ketahanan terhadap korosi, Membuat kuningan lebih keras dan membuat struktur internal yang lebih kecil sehingga kuningan dapat dibentuk berulang dalam proses yang disebut penempaan. Arsenik dan antimony kadang-kadang ditambahkan ke dalam kuningan yang mengandung seng lebih dari 20% untuk menghambat korosi. Bahan lain yang dapat digunakan dalam jumlah yang sangat kecil yaitu mangan, silikon, dan fosfor.

## 2.5 Desain Nama

Nama-nama tradisional untuk berbagai jenis kuningan biasanya tercermin dari warna atau bahan yang digunakan. Sebagai contoh: kuningan merah mengandung seng sebesar 15% dan memiliki warna kemerahan, sedangkan kuningan kuning mengandung seng kuningan sebesar 35% dan memiliki warna kekuningan. Kuningan Cartridge mengandung seng 30% dan digunakan untuk membuat kartrid untuk senjata api. kuningan Angkatan Laut mengandung seng 39,7% dan digunakan dalam berbagai aplikasi di kapal laut.

Akibatnya dari nama-nama yang beragam ini kadang-kadang membingungkan banyak orang sehingga terkadang ada jenis kuningan yang sama namun memiliki nama berbeda. Sehingga jenis kuningan di Amerika Serikat saat ini dimanajemen oleh Unified Sistem penomoran logam dan paduan agar tidak lagi membingungkan banyak orang dalam penamaan.

## 2.6 Jenis-Jenis Kuningan

- a. Kuningan Admiralty, Mengandung 30% seng, dan 1% timah.
- b. Kuningan Aich, Mengandung 60,66% tembaga, 36,58% seng, 1,02% timah, dan 1,74% besi. Dirancang untuk digunakan dalam pelayanan laut karena sifatnya yang tahan korosi, keras, dan tangguh.
- c. Kuningan Alpha, Memiliki kandungan seng kurang dari 35%. Bekerja dengan baik pada suhu dingin.
- d. Kuningan Alpha-beta (Muntz), sering juga disebut sebagai kuningan dupleks, mengandung 35-45% seng, bekerja baik pada pada suhu panas.

- e. Kuningan Aluminium, Mengandung aluminium yang menghasilkan sifat peningkatan ketahanan korosi.
- f. Kuningan dr arsenikum, Berisi penambahan arsenik dan aluminium.
- g. Kuningan Cartridge, mengandung 30% seng, memiliki sifat kerja yang baik pada suhu dingin.
- h. Kuningan umum atau kuningan paku keling, mengandung 37% seng, murah dan standar sifat kerja baik pada suhu dingin.
- i. Kuningan DZR atau dezincification, adalah kuningan dengan persentase kecil arsenik.
- j. Kuningan Tinggi, mengandung 65% tembaga dan 35% seng, memiliki kekuatan tarik tinggi, banyak digunakan untuk pegas, sekrup, dan paku keling.
- k. Kuningan Bertimbal.
- l. Kuningan Bebas Timbal.
- m. Kuningan Rendah, paduan tembaga-seng mengandung 20% seng, memiliki sifat warna keemasan.
- n. Kuningan Mangan, kuningan yang digunakan dalam pembuatan koin dolar emas di Amerika Serikat. Mengandung 70% tembaga, 29% seng, dan 1,3% mangan.
- o. Kuningan nikel, terdiri dari 70% tembaga, 24,5% seng, dan 5,5% nikel. digunakan untuk membuat koin mata uang Poundsterling.
- p. Kuningan Angkatan Laut, mirip dengan kuningan admiralty, mengandung 40% seng dan 1% timah.

- q. Kuningan Merah, mengandung 85% tembaga, 5% timah, 5% timbal, dan 5% seng.
- r. Kuningan Tombac, mengandung 15% seng. Sering digunakan dalam aplikasi produk perhiasan.
- s. Kuningan Tonval (Juga disebut dengan CW617N atau CZ122 atau OT58), paduan tembaga-timbal-seng.
- t. Kuningan Putih, mengandung seng lebih dari 50%. Sifatnya sangat rapuh untuk penggunaan umum.
- u. Kuningan Kuning, adalah istilah Amerika untuk kuningan yang mengandung 33% seng.

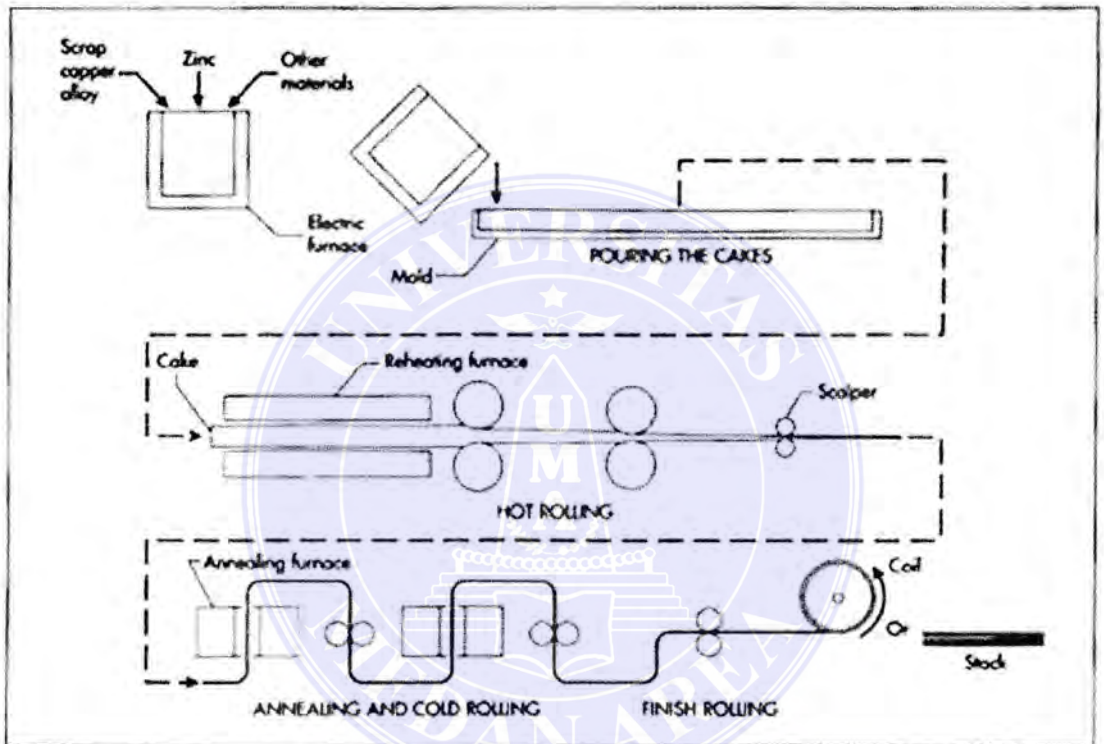
## 2.7 Proses Manufaktur Pembuatan Kuningan

Proses Manufaktur atau Proses Produksi yang digunakan untuk memproduksi kuningan melibatkan kombinasi bahan baku yang sesuai ke dalam logam cair yang diperbolehkan untuk memperkuat. Bentuk dan sifat dari logam ini kemudian diubah melalui serangkaian operasi dengan hati-hati, dikendalikan untuk menghasilkan kuningan yang diinginkan.

Kuningan tersedia dalam berbagai bentuk termasuk pelat, lembaran, strip, foil, batang, bar, kawat, dan billet tergantung pada aplikasi akhir. Perbedaan antara pelat, lembaran, strip, dan foil adalah ukuran keseluruhan dan ketebalan bahan. Plate bersifat besar, datar, potongan persegi panjang dari kuningan dengan ketebalan lebih besar dari sekitar 5 mm. Seperti sepotong kayu yang digunakan pada konstruksi bangunan. Lembar biasanya memiliki ukuran keseluruhan yang sama seperti piring tetapi tipis. Strip terbuat dari lembaran yang telah dipotong-

potong menjadi panjang. Foil seperti strip, hanya jauh lebih tipis. Beberapa foil kuningan bisa setipis 0,013 mm.

Proses manufaktur yang sebenarnya tergantung pada bentuk dan sifat kuningan yang diinginkan. Berikut ini adalah proses manufaktur yang biasa digunakan untuk memproduksi kuningan foil dan strip.



Gambar 2.7 Diagram langkah-langkah proses manufaktur dalam produksi kuningan

### 2.7.1 Melting (Pencairan)

- Sejumlah bahan tembaga yang tepat sesuai takaran paduan ditimbang dan dipindahkan ke dalam tungku peleburan dalam suhu sekitar 1920° F (1050° C). Sejumlah seng yang sudah ditimbang agar sesuai paduan disiapkan, seng ditambahkan setelah tembaga mencair. Sekitar 50% dari total seng

dapat ditambahkan untuk mengkompensasi seng yang menguap selama operasi peleburan antara tembaga dan seng. Jika ada bahan lain yang diperlukan untuk perumusan kuningan tertentu mereka juga dapat ditambahkan.

- Logam cair paduan tembaga dan seng dituang ke dalam cetakan. Diperbolehkan untuk memperkuat ke dalam lembaran. Dalam beberapa operasi penuangan dilakukan terus-menerus untuk menghasilkan lembaran yang panjang.
- Bila logam cair paduan tembaga dan seng sudah cukup dingin untuk dipindahkan, mereka dikeluarkan dari cetakan dan dipindah ke tempat penyimpanan.

### 2.7.2 Hot Rolling

- Logam ditempatkan dalam tungku dan dipanaskan hingga mencapai suhu yang diinginkan. Suhu tergantung pada bentuk akhir dan sifat kuningan.
- Logam yang dipanaskan tersebut kemudian di teruskan menuju mesin penggilingan.
- kuningan, yang sekarang sudah dingin melewati mesin penggilingan yang disebut calo. Mesin ini akan memotong lapisan tipis dari permukaan luar kuningan untuk menghapus oksida yang mungkin telah terbentuk pada permukaan sebagai akibat dari paparan logam panas ke udara.

### 2.7.3 Cold Rolling

- Pada proses hot rolling kuningan kehilangan kemampuan untuk diperpanjang lebih lanjut. Sebelum kuningan dapat diperpanjang lebih lanjut, terlebih dahulu kuningan harus dipanaskan untuk meringankan



kekerasan dan membuatnya lebih ulet. Proses ini disebut anealling. Suhu annealing berbeda-beda sesuai dengan komposisi kuningan dan properti yang diinginkan. Dalam metode tersebut, suasana di dalam tungku diisi dengan gas netral seperti nitrogen untuk mencegah kuningan bereaksi dengan oksigen dan membentuk oksida yang tidak diinginkan pada permukaannya.

- Hasil dari proses sebelumnya kemudian melalui serangkaian rol lain untuk mengurangi ketebalan mereka menjadi sekitar 2,5 mm. Proses ini disebut rolling dingin karena suhu kuningan jauh lebih rendah dari suhu selama rolling panas. Rolling dingin mengakibatkan deformasi struktur internal dari kuningan, dan meningkatkan kekuatan dan kekerasan. Semakin ketebalan berkurang, semakin kuat kuningan yang tercipta.
- Langkah 1 dan 2 dari anealling and cold rolling dapat diulangi berkali-kali untuk mencapai ketebalan kuningan yang diinginkan, kekuatan, dan derajat kekerasan.
- Pada titik ini, proses diatas menghasilkan strip kuningan. Strip kuningan tersebut kemudian dapat diberi asam untuk membersihkannya.

#### 2.7.4 Finish Rolling

- Strip kuningan mungkin akan diberi rolling dingin akhir untuk mengencangkan toleransi pada ketebalan atau untuk menghasilkan permukaan akhir yang sangat halus. Mereka kemudian dipotong menurut ukuran, ditumpuk, dan dikirim ke rumah industri.
- Strip kuningan juga mungkin akan diberi rolling akhir sebelum dipotong panjang, digulung, dikirim ke gudang, dan disimpan.

## 2.8 Kualitas Kontrol

Selama produksi, kuningan tunduk pada evaluasi konstan dan pengendalian material pada proses yang digunakan untuk membentuk kuningan tertentu. komposisi kimia bahan baku diperiksa dan disesuaikan sebelum mencair. Pemanasan dan pendinginan dan temperatur ditentukan dan dipantau. Ketebalan lembaran dan strip diukur pada setiap langkah. Akhirnya, sampel produk jadi diuji untuk kekerasan, kekuatan, dimensi, dan faktor lainnya untuk memastikan apakah mereka memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Pengaruh Unsur Paduan Pada Kuningan.

Adanya unsur selain dengan proses-proses perlakuan panas, untuk memperbaiki sifat mekanisnya. Pada logam kuningan biasanya dipadukan dengan unsur-unsur lain untuk membentuk kuningan kekuatan tinggi.

### 2.8.1 Nikel (Ni)

Nikel dengan jumlah yang cukup akan menyebabkan peningkatan sifat mekanis dan karakteristik fabrikasi. Nikel sangat efektif didalam mempromosikan pasivasi, khususnya dalam lingkungan yang merugikan. Unsur ini biasanya digunakan dalam lingkungan yang banyak menganung mineral asam.

### 2.8.2 Silikon (Si)

Penambahan sedikit kadar silikon akan meningkatkan kekuatan kuningan dan ketahanan korosi, tetapi kadar silikon yang tinggi akan mengakibatkan kegetasan dan menyebabkan reaksi dengan oksigen.

### 2.8.3 Mangan (Mn)

Mangan dengan jumlah yang cukup dan tergabung dengan penambahan nikel akan berperan dalam memainkan fungsi unsur nikel. Akan tetapi penggantian keseluruhan nikel oleh mangan akan menimbulkan ke tidak praktisan. Mangan dapat meningkatkan kekuatan, machinability, dan surface finish yang cukup baik. Mangan juga berfungsi sebagai deoksidator menghilangkan atau mengusir oksigen yang larut. Mangan mempunyai titik cair 1260oC.

### 2.8.4 Aluminium (Al)

Al adalah efektif untuk memperhalus butir kristal dan memperbaiki ketahanan korosi terhadap air laut, jadi paduan ditambah 1,5 sampai 2,5%Al dapat dipergunakan untuk pipa kondensor dan sebagainya.

### 2.8.5 Timah putih (Sn)

Timah putih (Sn) memperbaiki ketahanan korosi dan sifat-sifat mekaniknya kalau ditambah dalam daerah larut padat[8]. Selain itu Sn juga memperbaiki fluiditas. Sn adalah logam berwarna putih mengkilap, sangat lembek dengan titik cair yang rendah yakni 232oC.

### 2.8.6 Timah hitam (Pb)

Timah hitam (Pb) larut dalam kuningan hanya sampai 0,4% dan kebanyakannya mengendap dalam batas butir dan didalam butir terdispersikan secara halus yang hal ini memperbaiki machinability dan surface finish dan ketahanan terhaap korosi.

### 2.8.7 Besi (Fe)

Unsur paduan besi (Fe) dapat meningkatkan machinability, surfacefinish, menghaluskan butir, meningkatkan kekerasan dan kuat tarik. Namun unsur ini menurunkan ketahanan korosi pada kuningan.

### 2.8.8 Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) membentuk larutan padat dengan unsur-unsur logam lain dalam daerah yang luas dan dipergunakan untuk berbagai keperluan. Dalam logam kuningan unsur tembaga merupakan unsur utama yang harus ada. Semakin banyak kandungan tembaga dalam kuningan semakin ulet kuningan dan semakin tinggi ketahanan korosinya. Tembaga rentan terhadap oksidasi namun dapat lebur, tidak membasahi permukaan, mempunyai tegangan permukaan yang kuat. Dan tembaga tidak larut dalam air.

### 2.8.9 Seng (Zn)

Unsur paduan seng (Zn) dapat meningkatkan kekuatan, kekerasan, machinability, dan surface finish. Namun unsur ini dapat menurunkan keuletan dan ketahanan korosi. Seng (Zn) adalah logam yang berwarna putih kebiruan memiliki titik cair yang rendah yaitu 419oC.

## 2.9 Struktur Mikro Logam

Struktur mikro merupakan butiran – butiran suatu benda logam yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, sehingga perlu menggunakan mikroskop optic atau mikroskop elektron untuk pemeriksaan butiran – butiran logam tersebut. Struktur material berkaitan dengan komposisi,

sifat ,sejarah dan kinerja pengolahan, sehingga dengan mempelajari struktur mikro akan memberikan informasi yang menghubungkan komposisi dan pengolahan sifat serta kinerjanya. Analisis struktur mikro digunakan untuk menentukan apakah parameter struktur berada dalam spesifikasi tertentu dan didalam penelitian digunakan untuk menentukan perubahan – perubahan struktur mikro yang terjadi sebagai akibat komposisi atau perlakuan panas.

## 2.10 Sifat Mekanik Material

Pemahaman yang menyeluruh mengenai sifat-sifat material, perlakuan, dan proses pembuatannya sangat penting untuk perancangan mesin yang baik. Sifat material umumnya diklasifikasikan menjadi sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimiawi. Sifat mekanik secara umum ditentukan melalui pengujian destruktif dari sampel material pada kondisi pembebanan yang terkontrol. Sifat mekanik yang paling baik adalah didapat dengan melakukan pengujian prototipe atau desain sebenarnya dengan aplikasi pembebanan yang sebenarnya. Namun data spesifik seperti ini tidak mudah diperoleh sehingga umumnya digunakan data hasil pengujian standar seperti yang telah dipublikasikan oleh ASTM (*American Society of Mechanical Engineer*).

### 2.10.1 Uji Tarik dan Tensile Strength

Spesimen uji standar yang biasa dipakai ditunjukkan pada gambar 2.3. Batang yang dipakai untuk pengujian material biasanya mempunyai diameter standar  $d_0$  dan panjang ukur standar  $l_0$ . Panjang ukur adalah panjang tertentu sepanjang bagian yang berdiameter kecil dari spesimen yang ditandai dengan dua takikan sehingga pertambahan panjangnya dapat diukur selama pengujian.

Pengujian dilakukan dengan menarik batang uji perlahan-lahan sampai patah, sementara beban dan jarak panjang ukur dimonitor secara kontinyu. Contoh hasil pengujian ini adalah kurva tegangan-regangan seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.7. Hasil uji tarik dapat ditampilkan dalam bentuk kurva “Tegangan-regangan”. Dimana Tegangan ( $\sigma$ ) didefinisikan sebagai beban per satuan luas dan untuk spesimen uji tarik dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

P = beban yang bekerja (kg)

A<sub>0</sub> = luas penampang spesimen (mm)

$\sigma$  = tegangan(kg/mm<sup>2</sup>)

Regangan adalah perubahan panjang per satuan panjang dan dapat dihitung sebagai

berikut :

$$\epsilon = \frac{l-l_0}{l_0} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

$\epsilon$  = besar regangan

l<sub>0</sub> = panjang awal benda uji (mm)

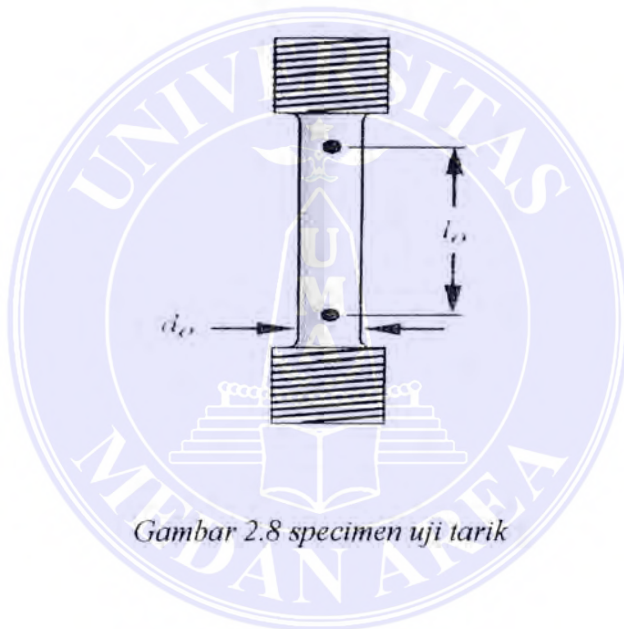
l = panjang benda uji setelah pengujian (mm)

Untuk logam-logam yang liat, kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum dimana logam dapat menahan sesumbu untuk keadaan yang terbatas.

Tegangan tarik merupakan nilai yang paling sering ditulis sebagai hasil uji tarik, tetapi pada kenyataannya nilai tersebut kurang bersifat mendasar dalam kaitannya dalam kekuatan bahan. Untuk logam-logam yang liat kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum, dimana logam dapat menahan beban sesumbu untuk keadaan yang sangat terbatas. Akan ditunjukkan bahwa nilai tersebut kaitannya dengan kekuatan logam kecil sekali kegunaannya untuk tegangan yang lebih kompleks, yakni yang biasanya ditemui. Untuk beberapa lama, telah menjadi kebiasaan mendasarkan kekuatan struktur pada kekuatan tarik, dikurangi dengan faktor keamanan yang sesuai.

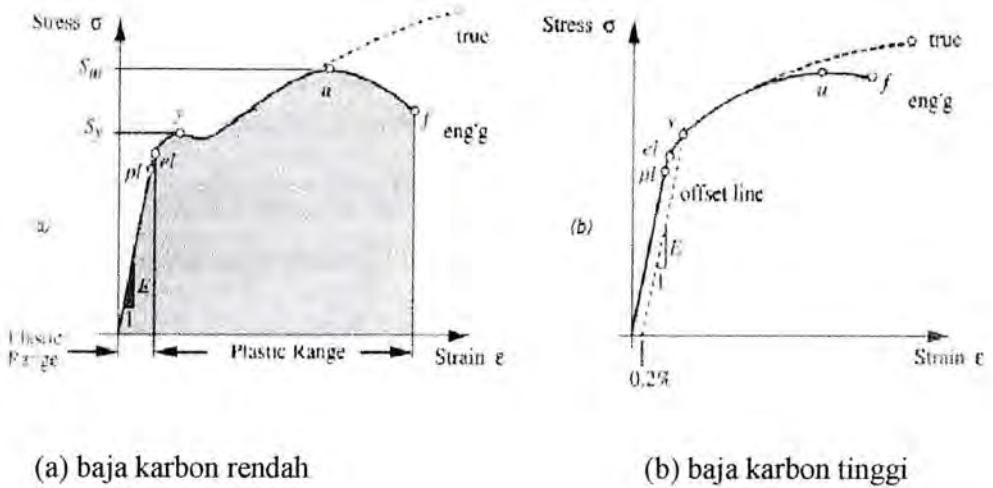
Kecendrungan yang banyak ditemui adalah menggunakan pendekatan yang lebih rasional yakni mendasarkan rancangan statis logam yang liat pada kekuatan luluhnya. Akan tetapi karena jauh lebih praktis menggunakan kekuatan tarik untuk menentukan kekuatan bahan maka metode ini lebih banyak dikenal, dan merupakan metode identifikasi bahan yang sangat berguna, mirip dengan kegunaan komposisi kimia untuk mengenali logam atau bahan. Selanjutnya, karena kekuatan tarik mudah ditentukan dan merupakan sifat yang mudah dihasilkan kembali (*reproducible*). Kekuatan tersebut berguna untuk keperluan spesifikasi dan kontrol kualitas bahan. Korelasi empiris yang diperluas antara kekuatan tarik dan sifat-sifat bahan misalnya kekerasan dan kekuatan leleh, sering dipergunakan. Untuk bahan-bahan getas, kekuatan tarik merupakan kriteria yang tepat untuk keperluan perancangan.

Tegangan dimana deformasi plastik atau batas luluh mulai teramati tergantung pada kepekaan pengukuran regangan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastik menjadi plastik yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan titik dimana deformasi plastik mulai terjadi dan sukar ditentukan secara teliti. Telah digunakan sebagai kriteria permulaan batas luluh yang tergantung pada ketelitian pengukuran regangan dan data-data yang akan digunakan.



Gambar 2.8 specimen uji tarik





Gambar 2.9 Kurva tegangan-regangan hasil uji tarik

Sifat-sifat material yang dapat ditentukan dari uji tarik adalah :

### 2.10.2 Modulus elastisitas

Pada mulanya pengerasan regangan lebih besar dari yang dibutuhkan untuk mengimbangi penurunan luas penampang lintang benda uji dan tegangan teknik (sebanding dengan beban  $F$ ) yang bertambah terus, dengan bertambah regangan. Akhirnya dicapai suatu titik dimana pengurangan luas penampang lintas lebih besar dibandingkan pertambahan deformasi beban yang diakibatkan oleh pengerasan regang. Keadaan ini untuk pertama kalinya dicapai pada suatu titik dalam benda uji yang sedikit lebih lemah dibandingkan dengan keadaan tanpa beban. Seluruh deformasi plastis berikutnya terpusat pada daerah tersebut dan benda uji mulai mengalami penyempitan secara lokal. Karena penurunan luas penampang lintang lebih cepat dari pada deformasi akibat pengerasan regang, beban sebenarnya yang diperlukan untuk mengubah bentuk benda uji akan

berkurang dan demikian juga tegangan teknik pada persamaan (1) akan berkurang hingga terjadi patah.

Titik  $p_l$  pada gambar 2.9 menunjukkan batas “proporsional” dimana dibawah titik itu tegangan sebanding dengan regangan.  $E$  adalah kemiringan kurva tegangan-regangan sampai batas proporsional dan disebut sebagai Modulus Elastisitas material atau Modulus Young.  $E$  adalah merupakan ukuran kekakuan material pada batas elastisnya.

### 2.10.3 Batas Elastis (*Elastic Limit*)

Titik  $e_l$  pada gambar 2.9 adalah batas elastis, atau titik dimana bila batas ini terlewati, material akan mengalami perubahan permanen atau deformasi plastis. Batas elastis ini juga merupakan tanda batas daerah perilaku elastis dengan daerah perilaku plastis.

### 2.10.4 Kekuatan Luluh (*Yield Strength*)

Salah satu kekuatan yang biasanya diketahui dari suatu hasil pengujian tarik adalah kekuatan luluh (*yield strength*). Kekuatan luluh (*yield strength*) merupakan titik yang menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastik [Dieter 1993].

Pada titik  $y$ , material mulai mengalami luluh dan laju deformasinya meningkat. Titik ini disebut titik luluh (*yield point*) dan nilai tegangan pada titik ini didefinisikan sebagai kekuatan luluh material ( $S_y$ ). Untuk material yang tidak mempunyai titik luluh yang jelas, kekuatan tariknya harus didefinisikan dengan menggunakan garis offset. Garis offset ini digambar paralel dengan kurva elastis dan di-offset sejauh 0,2% dari regangan total pada sumbu regangan.

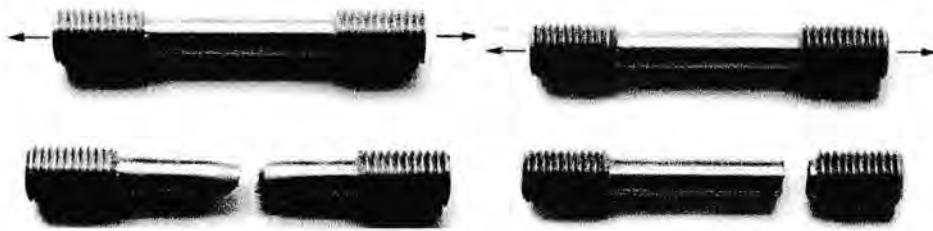
### 2.10.5 Kekuatan Tarik Ultimat (*Ultimate Tensile Strength*)

Tegangan pada kurva tegangan-regangan akan terus meningkat sampai mencapai puncak atau nilai kekuatan tarik ultimat (Sut) pada titik u. Pada gambar 2.4 terdapat dua kurva pada masing-masing gambar. Kedua kurva ini adalah kurva tegangan-regangan teknik (*engineering stress-strain curve*) dan kurva tegangan-regangan sebenarnya (*true stress-strain curve*). Pada kurva tegangan-regangan teknik, perhitungan tegangan dan regangan dilakukan dengan menggunakan luas penampang awal,  $A_0$ , dan panjang ukur awal,  $l_0$ , sedangkan pada kurva tegangan-regangan sebenarnya perhitungan dilakukan dengan memperhitungkan perubahan luas penampang dan panjang sebenarnya.

### 2.10.6 Keuletan dan Kegetasan

Keuletan (*ductility*) adalah sifat material yang didefinisikan sebagai kecenderungan material untuk mengalami deformasi secara signifikan sebelum patah. Adapun ukuran keuletan suatu material diukur dengan menggunakan persen perpanjangan sebelum patah atau persen pengurangan luas sebelum patah. Material dengan perpanjangan lebih dari 5% pada saat patah dianggap sebagai material ulet.

Kegetasan adalah sifat material yang didefinisikan sebagai ukuran tidak adanya deformasi sebelum patah. Contoh bentuk patahan spesimen untuk material ulet dan getas ditunjukkan pada gambar 2.8.



(a) Spesimen baja ulet setelah patah      (b) Spesimen besi cor getas setelah patah

Gambar 2.10 Bentuk spesimen logam

### 2.10.7 Elongation (Perpanjangan)

Pertambahan panjang suatu bahan setelah mengalami uji tarik disebut elongation. Nilai keuletan suatu bahan biasa ditunjukkan dari harga elongation ini. Apabila harga elongation besar maka bahan tersebut dikatakan ulet (*ductility*). Keuletan (*ductility*) adalah kemampuan logam untuk berdeformasi plastis sebelum putus. Persentase elongation dinyatakan dengan persamaan berikut

$$\% \text{ elongasi} = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

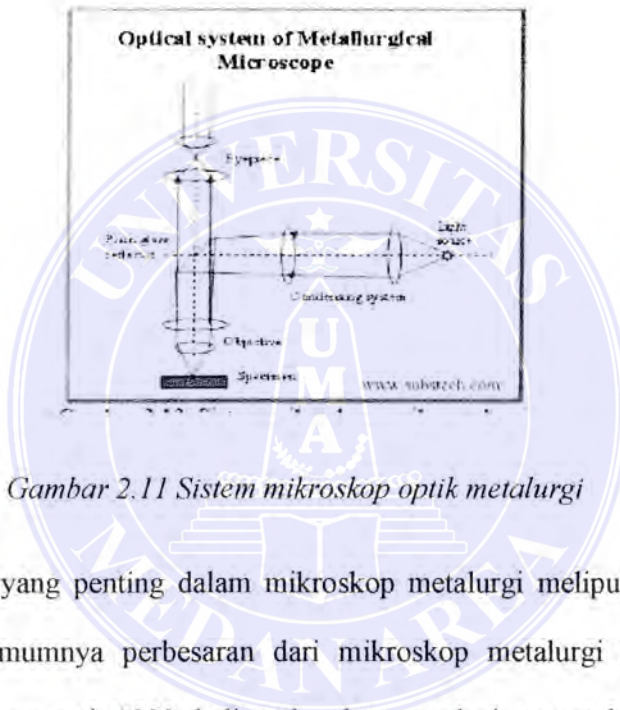
$L_0$  = panjang mula – mula (mm)

$L$  = panjang setelah bahan putus (mm)

Panjang mula – mula di ukur pada dua batas bagian tengah sampel uji tarik dan panjang akhir sampel di ukur pada batas yang sama setelah kedua bagian yang putus disatukan kembali.

## 2.11 Mikroskop Metalurgi

Mikroskop metalurgi merupakan mikroskop optik yang berbeda dari yang lain yaitu dalam metode iluminasi specimen mikroskop. Metode ini menyebabkan bahan logam harus diterangi oleh pencahayaan frontal, sehingga cahaya berada di dalam tabung mikroskop. Skema mikroskop metalurgi optik diperlihatkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sistem mikroskop optik metalurgi

Parameter yang penting dalam mikroskop metalurgi meliputi pembesaran dan resolusi. Umumnya perbesaran dari mikroskop metalurgi berada dalam kisaran 50 kali sampai 1000 kali sedangkan resolusi merupakan ketajaman gambar suatu objek oleh perangkat optik yang baik. Mikroskop metalurgi digunakan untuk berbagai aplikasi diantaranya manufaktur wafer semikonduktor silicon, inspeksi dan pengendali mutu, kristalografi, analisis besi tuang dalam pengecoran logam dan juga dapat digunakan untuk analisis mikrostruktur.

## 2.12 Koefisien Ekspansi Termal

Pada umumnya material apabila dipanaskan atau didinginkan akan mengalami perubahan panjang dan volume secara bolak – balok (*reversible*), sepanjang material tersebut tidak mengalami karusakan (*distorsi*) yang permanen. Sifat ekspansi termal dari paduan logam CuPbSn sangat penting karena ada kaitannya dengan aplikasinya yaitu pada bushing. Untuk bushing yang baik, diharapkan koefisien bahan tersebut harus kecil. Pengujian ekspansi termal untuk bahan ini digunakan thermomechanical analyzer (TMA). Thermomechanical analyzer (TMA) merupakan bagian dari instrumen analisis termal, seperti DTA, TGA dll. yang digunakan untuk menentukan perubahan sifat – sifat mekanik dari bahan uji melalui pemanasan atau pendinginannya. Melalui analisa grafik yang dicatat recorder TMA, dapat dihitung besarnya koefisien ekspansi termal dengan persamaan ,

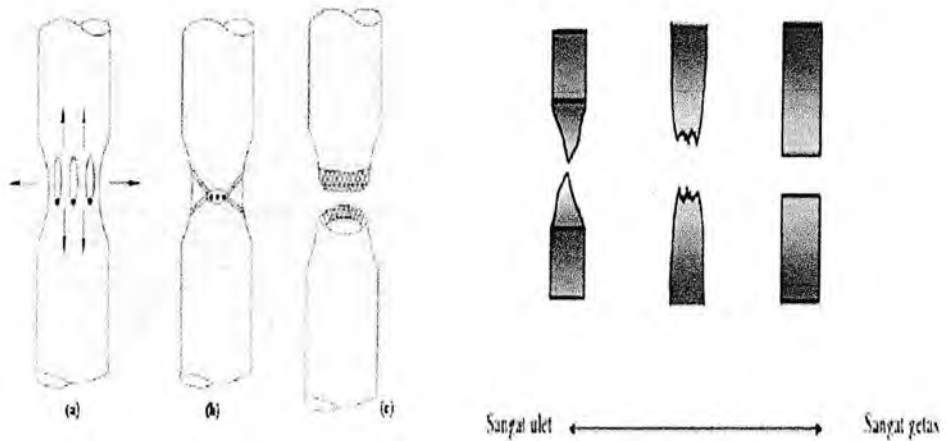
$$\alpha = \frac{\Delta L}{l_0 \Delta T} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana :

- $\alpha$  = koefisien ekspansi thermal ( / °C )
- $l_0$  = panjang sampel uji mula – mula (mm)
- $\Delta T$  = perubahan temperatur pemanasan (°C )
- $\Delta L$  = perubahan panjang (mm)

## 2.13 Mode Perpatahan Material

Sampel hasil pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa tampilan perpatahan seperti ditunjukkan oleh gambar di bawah ini :

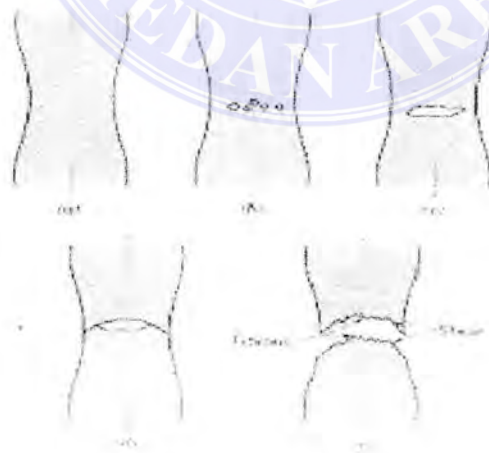


Gambar 2.12 Mekanisme perpatahan

Pengamatan kedua tampilan perpatahan ulet dan getas dapat dilakukan dengan baik dengan mata telanjang maupun dengan bantuan stereoscan microscope. Pengamatan lebih detil dimungkinkan dengan penggunaan SEM(Scanning Electron Microscope).

### 2.13.1 Perpatahan Ulet

Perpatahan ulet umumnya lebih tangguh dan memberikan peringatan lebih dahulu sebelum terjadinya kerusakan.



Gambar 2.13 Perpatahan Ulet

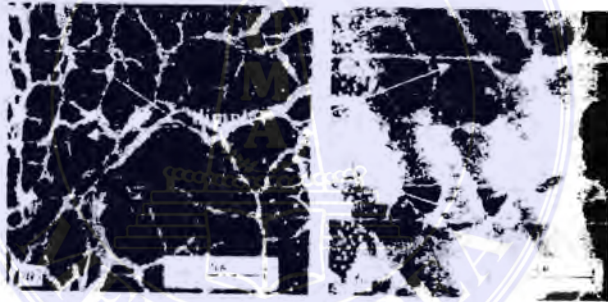
Keterangan :

Tahapan terjadinya perpatahan ulet pada sampel uji tarik:

- (a) Penyempitan awal
- (b) Pembentukan rongga-rongga kecil (*cavity*)
- (c) Penyatuan rongga-rongga membentuk suatu retakan
- (d) Perambatan geser akhir pada sudut  $45^0$

Tampilan foto SEM dari perpatahan ulet diberikan oleh gambar berikut:

Pada gambar 2.12 dapat dilihat tampilan permukaan perpatahan dari suatu sampel logam kuningan yang ditandai dengan lubang-lubang dimpel sebagai suatu hasil proses penyatuan rongga-rongga kecil (*cavity*) selama pembebanan berlangsung.



Gambar 2.14 Perpatahan Ulet

### 2.13.2 Perpatahan Getas

Perpatahan getas memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan perpatahan ulet. Pada perpatahan getas tidak ada atau sedikit sekali terjadi deformasi plastis pada material. Perpatahan jenis ini merambat sepanjang bidang-bidang kristalin membelah atom-atom material. Pada material yang lunak dengan butir kasar akan ditemukan pola chevrons atau fanlike pattern yang berkembang keluar dari daerah kegagalan. Material keras dengan butir halus tidak dapat dibedakan sedangkan

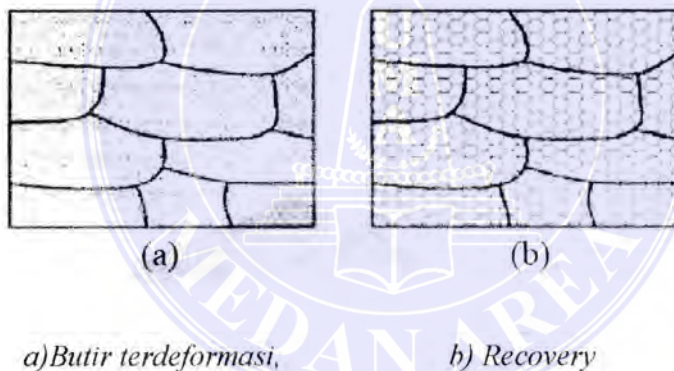


pada material amorphous memiliki permukaan patahan yang bercahaya dan mulus.

## 2.14 Recovery, Rekristalisasi dan Pertumbuhan Butir

### 2.14.1 Recovery

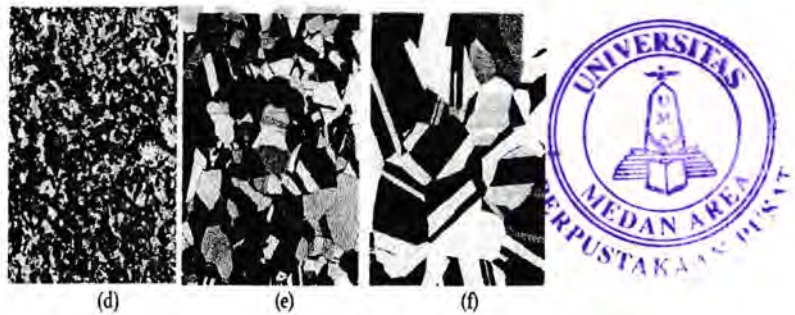
Pada tahapan ini, butir yang telah terdeformasi dapat melepaskan tegangansisa melalui penyusunan ulang cacat pada struktur kristalnya akibat pergerakan dislokasi, sebagai hasil dari perluasan difusi atom pada suhu elevasi. Pada gambar 2.4 dapat dilihat bahwa butir yang terdeformasi berbentuk sangat pipih dan tidak beraturan, namun ketika recovery bentuk sudah beraturan akibat pelepasan tegangan sisa internal.



Gambar 2.15 Skematik proses Recovery

### 2.14.2 Rekristalisasi

Rekristalisasi merupakan proses dimana butir terdeformasi digantikan dengan butir baru bebas regangan yang berbentuk equixe dan memiliki kerapatan dislokasi rendah. Butir baru tersebut terbentuk dari nucleus dan bertumbuh sempurna sehingga menggantikan butir yang asli seluruhnya.



Gambar 2.16 Foto mikro dari beberapa tahapan rekristalisasi

### 2.14.3 Pertumbuhan Butir

Pertumbuhan butir merupakan perubahan ukuran butir yang terjadi pada temperatur tinggi setelah proses recovery dan rekristalisasi selesai dan pengurangan energi internal, dengan cara mengurangi jumlah butirnya atau memperbesar ukuran butir.

### 2.14.4 SPD (*Severe Plastic Deformasi*)

SPD adalah metode yang digunakan untuk merubah logam dengan butir yang kasar menjadi menjadi material butir yang sangat halus. Selain untuk mendapatkan logam dengan butir yang sangat halus, SPD juga memperbaiki sifat mekanik dan fisik material sehingga dapat digunakan untuk banyak aplikasi.

Ada beberapa teknik SPD yang telah dikembangkan. Teknik SPD yang tertua dan yang terpopuler adalah *Equal Channel Anguler* (ECA). ECA sendiri terdiri dari dua macam, ECAP (*Aqual Channel Angular Pressing*) dan ECAE (*Aqual Channel Anguler Extrusion*).

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama ± 2 bulan. Tempat pelaksanaan penelitian adalah di Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

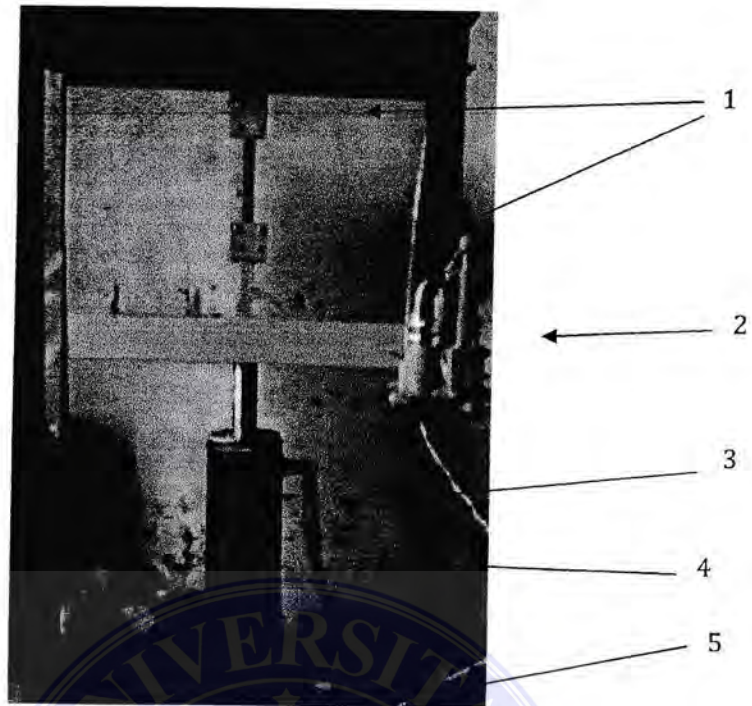
**Tabel 3.1 Jadwal Penelitian**

No	URAIAN	Minggu 1	Minggu 3	Minggu 5	Minggu 7	Minggu 8
1	Pembuatan proposal	■				
2	Seminar proposal		■			
3	Pembuatan Spesimen		■			
4	Pengujian specimen			■		
5	Analisa Data			■		
6	Penulisan skripsi				■	
7	Seminar hasil skripsi				■	
8	Perbaikan					■
9	Sidang					■

#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.2.1 Alat Penelitian

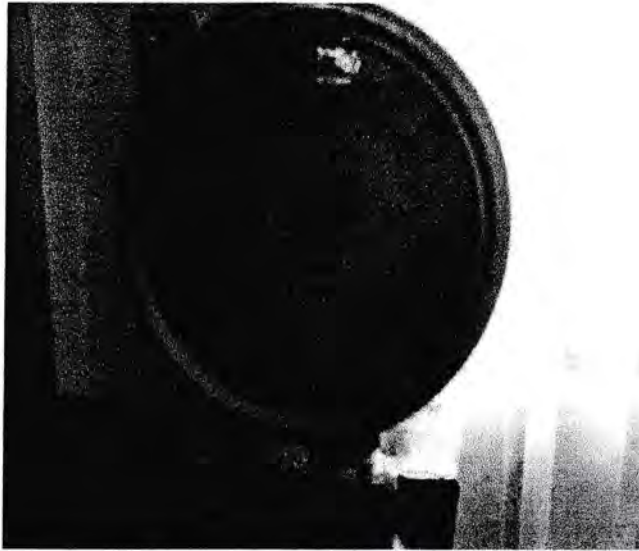
- Kunci Ring
- Tang Jepit
- Kunci sock
- Kamera digital
- Unit alat uji tarik
- Sigmat



Gambar 3.17 Alat uji tarik

Keterangan:

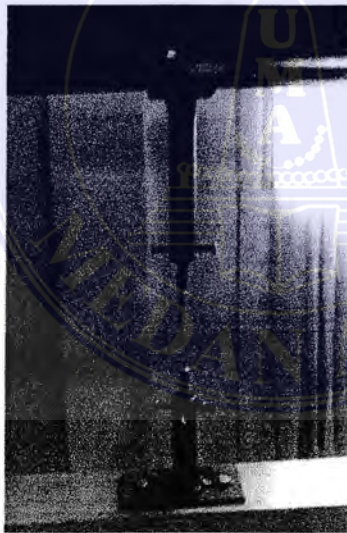
- 1: Penjepit material uji(untuk menjepit bahan uji)
- 2: Kontrol Valve(untuk mengatur aliran fluida masuk dan keluar)
- 3: Selang Insuch(untuk saluran masuk oli)
- 4: Jack Hidrolik(Tabung konversi tekanan)
- 5: Selang outsuch(untuk saluran keluar oli)



*Gambar 3.18 Gauge meter*

### **3.2.2 Bahan Penelitian**

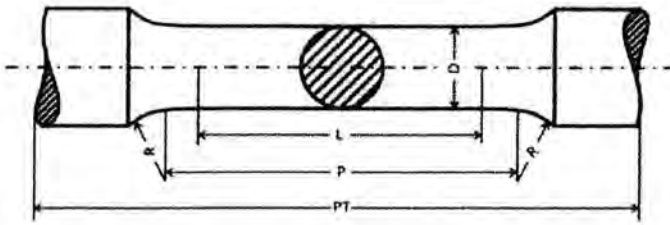
Logam kuningan



*Gambar 3.19 specimen logam kuningan*

### 3.3 Penyiapan Spesimen Uji

Spesimen uji dibuat di mesin bubut



Gambar 3.20 Dimensi specimen

Keterangan :

$P$  = beban yang diberikan (kg)

$L_0$  = panjang awal benda uji (mm)

$A_0$  = luas penampang awal benda uji (mm<sup>2</sup>)

$D_0$  = diameter awal benda uji (mm)

$L_1$  = panjang akhir benda uji (mm)

$A_1$  = luas akhir benda uji (mm<sup>2</sup>)

$D_1$  = diameter akhir benda (mm)

Uji tarik merupakan salah satu pengujian yang dilakukan pada material untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik material terutama kekuatan dan ketahanan terhadap beban tarik. Dari pengujian ini, maka kita bisa menentukan apakah material seperti ini cocok tidak dengan kebutuhan penggunaan dimana yang sering dialami oleh material tersebut beban tarik (mainly).

Standar pengujian yang digunakan dalam pengujian tarik :

- ASTM E8 : Untuk logam kuningan
- ASTM D-68 : Untuk polimer dan plastik
- JIS dan DIN



**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

-----  
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
-----

Document Accepted 19/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

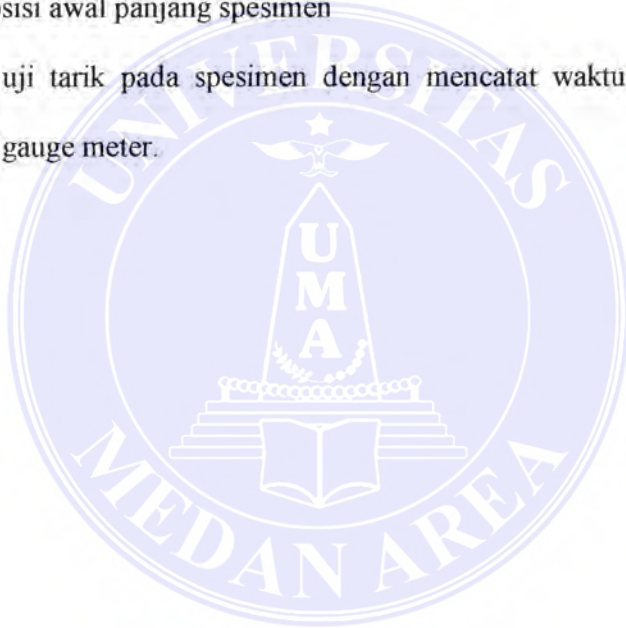
Access From (repository.uma.ac.id) 19/9/23

Tujuan dari pengujian : melihat perilaku logam/ material apabila di beri beban tarik.

### 3.4 Prosedur Pengujian

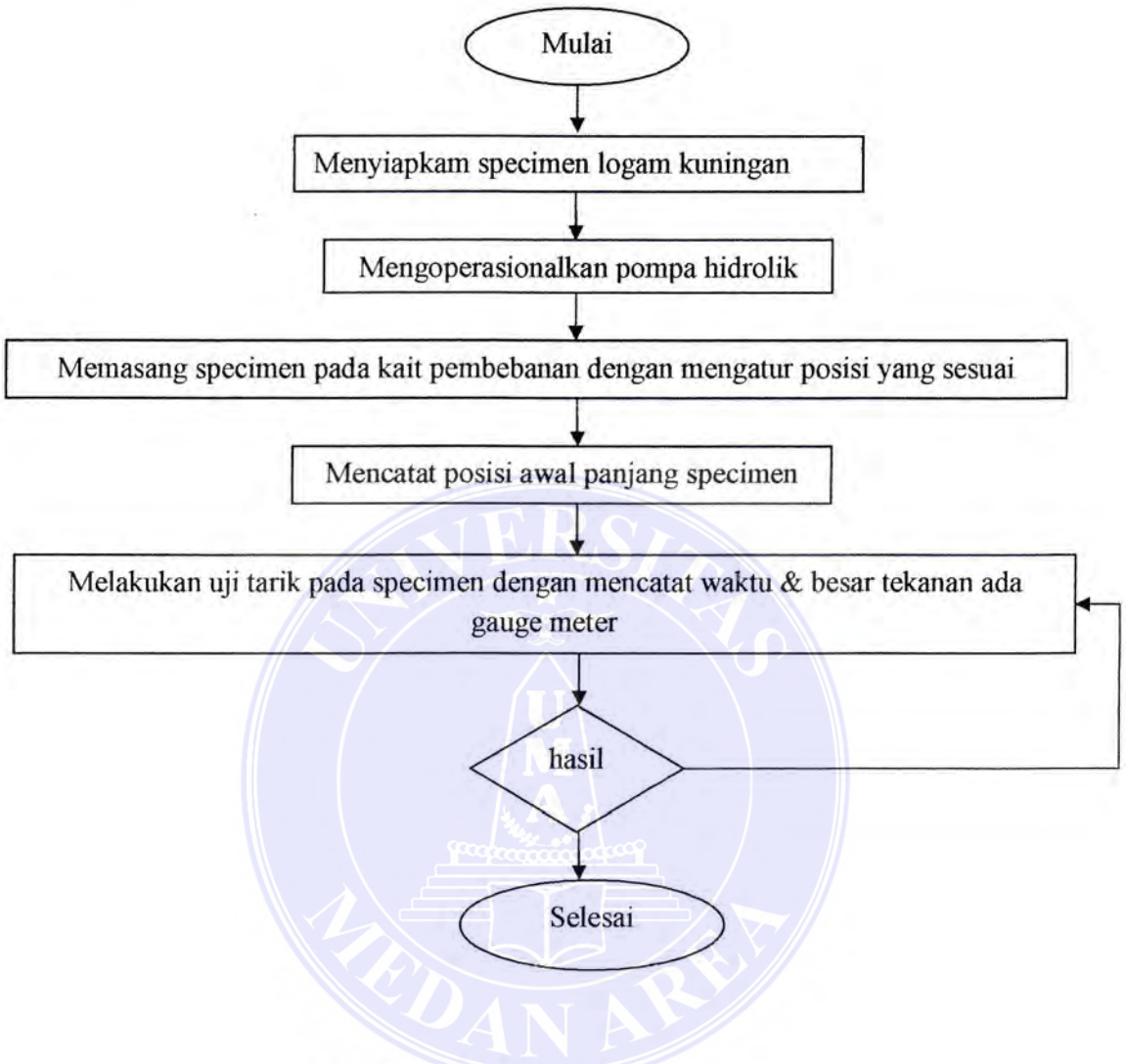
Set-up pengujian:

1. Mengoperasionalkan pompa hidrolik
2. Memasang spesimen pada kait pembebanan dengan mengatur posisi yang sesuai
3. Mencatat posisi awal panjang spesimen
4. Melakukan uji tarik pada spesimen dengan mencatat waktu dan besar tekanan ada gauge meter.





### 3.5 Diagram Alur



Gambar 3.21 Diagram Alur

## BAB V

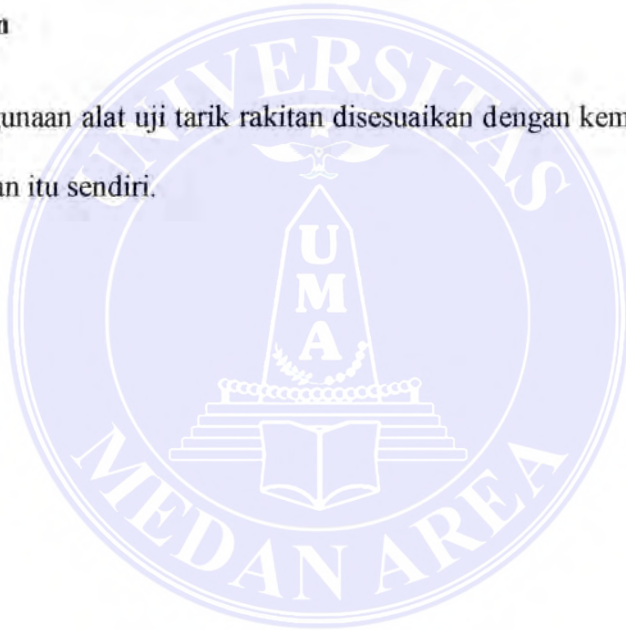
### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Tegangan tarik yang diperoleh menggunakan alat uji tarik rakitan dengan bahan kuningan. Panjang ( $L$ ) adalah 0,039, Diameter ( $D$ ) adalah 0,6. Selanjutnya tegangan tarik yang diperoleh menggunakan alat uji tarik rakitan diperoleh ( $\tau_{max} = 30 \times 10^4 \text{Kg.f/m}^2$ ) dan Persentase Poison Rasio, adalah 0,065.

#### 5.2 Saran

Penggunaan alat uji tarik rakitan disesuaikan dengan kemampuan dari alat uji tarik rakitan itu sendiri.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ASM team, 2000, "ASM Metal Handbook Volume 8 Mechanical testing and Evaluation", American Society for Metals, Formerly Ninth Edition, The United States of America.
- [2]. ASM team, 2004, "ASM Metal Handbook Volume 9 Metallographic and Microstructures 2004", American Society for Metals, Formerly Ninth Edition, The United States of America.
- [3]. Benner, B.J.M.1985. Ilmu pengetahuan bahan, Jakarta: Bhatara Karya Aksara.
- [4]. Callister, William D., (1994), Material Science and Engineering and Introduction, Third Edition, New York: Jhon Whilley and Sons.
- [5]. Ferdinand L, Kekuatan Bahan, Erlangga, 1985
- [6]. <http://wikipedia/> 2015.
- [7]. Heinz Tschaetsch, Metal Forming Practise, Sringer, 2005
- [8]. Ny. Sriati Djaprie, Ilmu dan Teknologi Bahan, Erlangga Jakarta, 1983.
- [9]. Sriati Djaprie, Metalurgi Mekanik, Erlangga,
- [10]. Surdia Tata dan Shinroku Saito, Pengetahuan Bahan Teknik, Pradnya Paramita, Jakarta, 1999.
- [11]. Timoshenko, Teori Elastisitas, Erlangga, 1986
- [12]. Untung Nugroho, Pengaruh Struktur Mikro dan Kandungan Karbon Pada Kekerasan Coran Kuningan, Fakultas Industri, Jurusan Teknik Mesin.

[blend.2010@yahoo.com](mailto:blend.2010@yahoo.com)