BAB II
DASAR TEORI

2.1 Aluminium 6061

Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak.

Gambar 2.1 Aluminium, dipotong setelah dicetak dari tanur tanpa perlakuan fisik maupun termal.

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi,dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat dikerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebautan lain (corrundum, gibbsite, boehmite,diaspore, dan lain-lain) (USGS). Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif. Aluminium tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi. Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Selama 50 tahun terakhir, aluminium telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kekuatan dan ductility yang cukup baik

(aluminium paduan), mudah diproduksi dan cukup ekonomis (aluminium daur ulang).Yang paling terkenal adalah penggunaan aluminium sebagai bahan pembuat pesawat terbang, yang memanfaatkan sifat ringan dan kuatnya.Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dandapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tensil aluminium murni adalah 90 MPa, sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan tensil berkisar 200-600 MPa. Aluminium memiliki berat sekitar satu pertiga baja,mudah ditekuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (drawing), dan diekstrusi. Resistansi terhadap korosi terjadi akibat fenomena pasivasi, yaitu terbentuknya lapisan aluminium oksida ketika aluminium terpapar dengan udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Aluminium paduan dengan tembaga kurang tahan terhadap korosi akibat reaksi galvanik dengan paduan tembaga. Aluminium juga merupakan konduktor panas dan elektrik yang baik. Jika dibandingkan dengan massanya, aluminium memiliki keunggulan dibandingkan dengan tembaga, yang saat ini merupakan logam konduktor panas dan listrik yang cukup baik, namun cukup berat.4

Aluminium murni 100% tidak memiliki kandungan unsur apapun selain aluminium itu sendiri, namun aluminium murni yang dijual di pasaran tidak pernah mengandung 100% aluminium, melainkan selalu ada pengotor yang terkandung di dalamnya. Pengotor yang mungkin berada di dalam aluminium murni biasanya adalah gelembung gas di dalam yang masuk akibat proses peleburan dan pendinginan/pengecoran yang tidak sempurna, material cetakan akibat kualitas cetakan yang tidak baik, atau pengotor lainnya akibat kualitas bahan baku yang tidak baik (misalnya pada proses daur ulang aluminium).Umumnya, aluminium murni yang dijual di pasaran adalah aluminium murni99%, misalnya aluminium foil.

2.1.1 Alumunium memiliki sifat-sifat yang lebih baik dari logam lainnya seperti :

- Ringan : memiliki bobot sekitar 1/3 dari bobot besi dan baja, atau tembaga dan karenanya banyak digunakan dalam industri transportasi seperti angkutan udara.
- Kuat : terutama bila dipadu dengan logam lain. Digunakan untukpembuatan produk yang memerlukan kekuatan tinggi seperti :pesawat terbang, kapal laut, bejana tekan, kendaraan dan lainlain.

- Mudah dibentuk dengan semua proses pengerjaan logam. Mudah dirakit karena dapat disambung dengan logam/material lainnya melalui pengelasan, brazing, solder, adhesmekanis, atau dengan teknik penyambungan lainnya.
- Tahan korosi : sifatnya durabel sehingga baik dipakai untuk lingkungan yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti air, udara, suhu dan unsur-unsur kimia lainnya, baik di ruang angkasa ataubahkan sampai ke dasar laut.
- Konduktor listrik : setiap satu kilogram aluminium dapat menghantarkan arus listrik dua kali lebih besar jika dibandingkan dengan tembaga. Karena aluminium relatif tidak mahal dan ringan, maka aluminium sangat baik untuk kabel-kabel listrik overhead maupun bawah tanah.
- Konduktor panas : sifat ini sangat baik untuk penggunaan pada mesin-mesin/alat-alat pemindah panas sehingga dapat memberikan penghematan energi.
- Memantulkan sinar dan panas : Dapat dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan pantul yang tinggi yaitu sekitar 95% dibandingkan dengan kekuatan pantul sebuah cermin. Sifat pantul ini menjadikan aluminium sangat baik untuk peralatan penahan radiasi panas.
- Non magnetik : dan karenanya sangat baik untuk penggunaan pada peralatan listrik/elektronik, pemancar radio/TV. dan lainlain, dimana diperlukan faktor magnetisasi negatif.
- Tak beracun : dan karenanya sangat baik untuk penggunaan pada industri makanan, minuman, dan obat-obatan, yaitu untuik peti kemas dan pembungkus.
- Memiliki ketangguhan yang baik : dalam keadaan dingin dan tidak seperti logam lainnya yang menjadi getas bila didinginkan. Sifat ini sangat baik untuk penggunaan pada pemrosesan maupun transportasi LNG dimana suhu gas cair LNG ini dapat mencapai dibawah -150oC.

- Menarik : dan karena itu aluminium sering digunakan tanpa diberi proses pengerjaan akhir. Tampak permukaan aluminium sangat menarik dan karena itu cocok untuk perabot rumah (hiasan), bahan bangunan dan mobil. Disamping itu aluminium dapat diberi surface treatment, dapat dikilapkan, disikat atau dicat dengan berbagai warna, dan juga diberi proses anodisasi. Proses ini menghasilkan lapisan yang juga dapat melindungi logam dari goresan dan jenis abrasi lainnya.

- Mampu diproses ulang guna yaitu dengan mengolahnya kembali melalui proses peleburan dan selanjutnya dibentuk menjadi produk seperti yang diinginkan Proses ulang-guna ini dapat menghemat energi, modal dan bahan baku yang berharga.

2.1.2 Tingkat Kemurnian Aluminium 6061

Aluminium yang diperoleh dalam kondisi padat berupa lonjoran, umumnya memiliki kemurnian 99,85% berat. Dan apabila diektrolisa kembali akan dicapai kemurnian 99,99% . Pada tabel 6.1 dapat dilihat sifat-sifat fisik aluminium.

Tabel 2.1.2 Sifat-sifat fisik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa Jenis (20ºC)	2,6989	2,71
Titik Cair	660,2	653-657
Panas jenis (cal/g.ºC) (100ºC)	0,2226	0,2297
Hantaran Listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temeperatur (º/C)	0,00429	0,0115

Koefisien pemuaian (20-100°C)	23,86 x 10^{-6}	23,5 X 10^{-6}
Jenis kristal, konstanta kisi	Fcc, a=4,013 kX	Fcc,a=4,04 kX

2.1.3 Sifat-sifat Mekanik Aluminium

Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99,0% atau diatasnya dapat dipergunakan pada kondisi udara terbuka dan tahan dalam waktu bertahun-tahun. Hantaran listrik Al, kira-kira hanya 65% kemampuan hantar listrik tembaga, tetapi karena massa jenisnya kira-kira hanya sepertiganya sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangnya. Oleh karena itu aluminium dapat dipergunakan dalam bentuk kabel dan berbagai bentuk lain seperti lembaran tipis (foil). Aluminium yang sering digunakan dengan kemurnian 99,0%.

Tabel 2.1.3 Sifat-sifat mekanik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian			
	99,996		>99,9	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekuatan tarik (kg/mm^2)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mulur (0,2%) (kg/mm^2)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

2.2 Carabiner

Carabiner merupakan sebuah loop logam yang sengaja di desain dalam berbagai macam bentuk dan siap untuk digunakan dengan cepat. Carabiner ini digunakan dalam berbagai kegiatan petualangan seperti arboriculture, mendaki, hingga berlayar. Carabiner ini juga sering digunakan di dalam konstruksi, membersihkan jendela dan melakukan pekerjaan yang lainnya. Carabiner terbuat

dari bahan campuran keras yakni alumunium dan baja. Carabiner sering digunakan dari olahraga yang berat dan olahraga ringan.

Setiap pemanjat tentu sudah mengenal peralatan yang satu ini, CARABINER. Carabiner adalah salah satu alat yang berfungsi untuk mengaitkan tali ke hanger, tali ke tali, dan sebagainya. Dalam dunia panjat fungsi utama dari carabiner adalah sebagai alat untuk menjaga keamanan si pemanjat, dapat juga di fungsikan untuk mempermudah pekerjaan yang berhubungan dengan kait mengait.

Definisi carabiner adalah lingkaran tertutup yang terbuat dari bahan 'alloy metal' yang dihubungkan dengan pin atau 'gate' (gerbang). Sebagai sebuah peralatan panjat, carabiner dibentuk sedemikian rupa sehingga mudah digunakam dalam kondisi yang sesuai dengan bentuknya. Seorang pemanjat harus mengetahui dan paham betul jenis dan fungsi dari masing-masing bentuk carabiner. Karena jika pemakaian carabiner di lapangan tidak tepat, dapat mengancam keselamatan pemanjat (climber).

Carabiner juga memiliki kekuatan (daya dukung terhadap beban) yang bervariasi. Di ukur dalam satuan KN (kilo newton), biasanya daya dukung carabiner baik secara vertical tersebut. Karena kekuatannya tidak sama, biasakan untuk membaca spesifikasi carabiner sebelum menggunakan. Daya dukung arah memanjang lebih besar dari pada daya dukung arah menyimpang.

2.2.1 Berbagai macam carabiner jika dilihat dari bentuk yang ia miliki, antara lain:

- Carabiner asimetris. Carabiner asimetris ialah salah satu carabiner dengan bentuk tidak sama pada lengkungan bagian bawah dan lengkungan bagian atas. Seringnya lengkungan carabiner di bagian atas jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan lengkungan yang berada di bagian bawah. Dengan bentuknya ini posisi dari carabiner akan miring dan tidak pada tempatnya,

- Carabiner oval. Carabiner oval ialah carabiner dengan bentuk asli sebelum mengalami perubahan. Carabiner oval ini merupakan carabiner yang multifungsi yang bisa digunakan dalam berbagai macam situasi dan juga kondisi. Salah satu kelemahan dari carabiner oval ini ia sering terselip saat dikaitkan webing,
- Carabiner pear. carabiner ini bila di lihat dari samping akan seperti buah pear. Bagian ujung sengaja dibuat lebih menyempit dan dibagian ujung yang lainnya sengaja dibuat melebar. Fungsi yang spesifik dari carabiner pear ini, ia digunakan sebagai belay. Pada bagian yang luas sengaja dikaitkan dengan figur of eight,
- Carabiner dengan tipe D. Carabiner dengan tipe D ini mempunyai bentuk seperti huruf D, carabiner D akan lebih kuat apabila dibandingkan dengan carabiner yang lainnya dengan bahan dan ukuran yang sama. dengan carabiner yang memiliki model D ini, beban nantinya ditransfer pada bagian yang lurus sehingga di titik lemah yang berada di gate tidak akan menanggung beban secara penuh.

(Gambar 2.2.1 Carabiner Oval)

(Gambar 2.2.1 Carabiner Tipe “D”)

Selain terbuat dari berbagai macam bentuk, carabiner juga terbagi lagi menjadi 2 jenis sesuai dengan fungsi yang ia miliki. Pertama, tanpa pengunci. Ada 3 jenis carabiner yang umum, antara lain:

- Bent gerbang. Gerbang yang melengkung akan memungkinkan untuk kliping sehingga lebih mudah masuk dan juga keluar dalam situasi khusus seperti menghubungkan tali ke QuickDraw,
- Gerbang lurus. Gerbang lurus ini lebih populer dibandingkan dengan yang lainnya,
- Gerbang kawat. Gerbang kawat memiliki jenis ringan, ia mempunyai kekuatan yang kurang lebih sama dengan yang lainnya. Gerbang kawat tidak rentan dengan icing up.

2.2.2 Untuk carabiner yang memiliki pengunci, berikut carabinernya. Seperti:

- Carabiner pengunci pegas. Pegas mempunyai lengan keamanan yang harus Anda putar secara manual agar dapat melepaskan diri. Keuntungan dari carabiner pengunci pegas ini, mekanisme yang mereka miliki menjadi lebih kompleks, carabiner pengunci pegas juga sulit dilepaskan apabila kita menggunakan sarung tangan,
- Carabiner pengunci sekrup. Carabiner dengan pengunci sekrup mempunyai bagian yang bergerak jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan carabiner lain, selain itu cara pelepasan pengait pun juga bisa menggunakan satu tangan.

(Gambar 2.2.2 Carabiner pengunci pegas)

(Gambar 2.2.2 Carabiner pengunci skrup)

Jika Anda sudah menemukan salah satu dari berbagai macam pilihan carabiner, Anda bisa segera membelinya. Carabiner memiliki harga yang tidak terlalu mahal, namun karena carabiner terbuat dari besi dan alumunium, Anda harus menjaganya dari goncangan atau gesekan. Jika carabiner sering dijatuhkan, komponen besi yang berada di dalamnya bisa cepat mengalami kerusakan, padahal carabiner ini sangat berpengaruh bagi keselamatan kita.

2.3 Proses Bending

Bending adalah salah satu operasi yang paling umum Metalworking. Bagian yang dibuat dengan menekuk lembar saham dan lentur juga merupakan komponen dari lembaran logam yang lebih kompleks membentuk operatins. Membungkuk adalah deformasi plastik logam sekitar sumbu linier disebut sumbu lentur dengan sedikit perubahan atau tidak ada dalam luas permukaan. Ketika benda beberapa dibuat secara simultan menggunakan mati, proses ini kadang-kadang disebut membentuk. Apa yang membedakan lentur adalah bahwa sumbu tikungan adalah linear dan independen. Kemerdekaan berarti bahwa sekitar satu sumbu lentur tidak berpengaruh pada lentur pada sumbu lainnya. Sebagai contoh, sebuah kosong dengan empat tag terpisah di sepanjang tepi bagian persegi panjang bisa ditekuk ke dalam kotak dengan menekuk setiap tab terpisah. Sebaliknya, membentuk sebuah kotak persegi panjang atau panci dari lembaran empat persegi panjang dengan menggunakan punch dan mati adalah disebut operasi menggambar. Sudut panci terbentuk secara bersamaan dan deformasi sekitar sudut ditentukan oleh kedua tepi dan bagaimana mereka berinteraksi di pojok jalan. Jika sumbu deformasi yang tidak linear atau tidak independen, proses menjadi gambar dan / atau peregangan, tidak membungkuk.

Proses bending tidak hanya digunakan untuk membentuk bagian seperti bagian sudut, flensa, jahitan, dan corrugations, tetapi juga untuk memberikan

kekakuan ke bagian tersebut dengan meningkatkan momen inersia. Seringkali perubahan bentuk penampang dapat menyebabkan kekakuan bagian meningkatkan tanpa penambahan bahan.

Kekhawatiran utama dalam membungkuk springback, panjang minimum dari benda kerja yang diperlukan untuk membentuk bentuk yang kompleks, minimum radius tikungan mungkin kekuatan yang diperlukan. Dalam tutorial ini, kita pertama menyajikan gambaran deformasi lentur dikenakan dengan contoh pergeseran sumbu netral dan dampaknya pada dimensi bagian membungkuk. Kami kemudian menentukan strain diberlakukan di lentur karena kuantitas ini diperlukan untuk menjelaskan rincian dari proses. Dengan definisi ketegangan dan kondisi kegagalan material kita dapat menentukan minimum radius tikungan. Akhirnya, masalah springback di lentur dibahas dan strategi untuk mengimbangi springback disajikan.

2.3.1 Jenis Bendingan :

- **Bendingan Lurus**

  Bendingan Lurus adalah Bendingan yang hasil bendingnya berbentuk garis atau lurus.

- **Bendingan Radius**

  Bendingan Radius adalah Bendingan yang hasil bendingnya berbentuk Radius.

  Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum proses bending :

  1. Material yang dibending harus mampu bending

  2. Tebal Material yang dibending masih dalam kapasitas alat bending.

  3. Bendingan bisa diproses dengan peralatan yang ada atau tidak.

  4. Periksalah terlebih dahulu deis atau sepatu pembentuk,sudut pembengkokan yang diinginkan.

  5. Tandailah sisi bagian tepi plat yang akan dibengkokan.

  6. Posisi tanda pembengkokan ini harus sejajar dengan dies pembengkok.

  7. Penjepit plat harus kuat

8. Atur sudut pembengokan sesuai dengan sudut pembengkokan yang dikehendaki.

9. Sesuaikan dies landasan dengan pembengkok yang diinginkan.

10. Mulailah proses pembengkokan dengan memperhatikan sisi-sisi yang akan dibengkokan, hal ini untuk menjaga agar lebih dahulu mngerjakan posisi yang mudah.

11. Jika ingin melakukan pembengkokan dengan jumlah yang banyak buatlah jig atau alat bantu untuk memudahkan proses pembengkokan. Jig ini bertujuan untuk memudahkan pekerjan sehingga menghasilkan bentuk pembengkok yang sama

2.3.2 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Bending

1. Ketebalan

Proses bending akan mengakibatkan penarikan pada sisi luar dan pengkerutan pada sisi dalam diameter kelengkungan. Ketebalan plat akan berpengaruh pada radius bending dapat dibentuk dan kemampuan material untuk dapat mengalami peregangan tanpa terjadi distorsi.

2. Metode Bending

Prosedur atau metode yang tepat proses bending yang dilakukan sangat berpengaruh pada kualitas produk yang dihasilkan.

3. Ukuran Material

Material dengan ukuran besar apabila dilengkungkan dengan radius yang kecil akan mudah mengalami distorsi dibandingkan material dengan ukuran kecil dan radius bending yang besar

4. Peralatan Pendukung

Peralatan yang digunakan meliputi cetakan, clamp dan mandrel

5. Pelumasan

Pelumasan diperlukan untuk mengurangi efek gesekan dan meningkatkan efisiensi proses pembentukan.

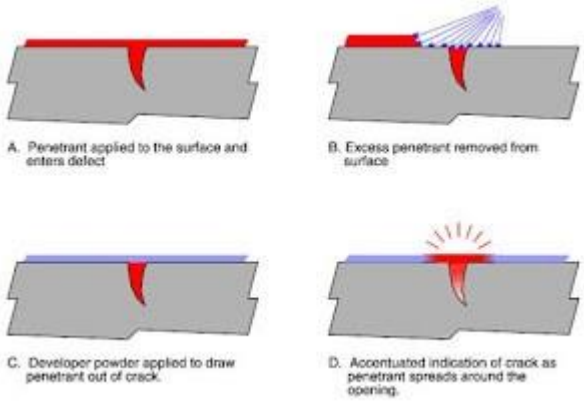
2.4 Uji Non Destructive Test (NDT)

Metode Liquid Penetrant Test merupakan metode NDT yang paling sederhana. Metode ini digunakan untuk menemukan cacat di permukaan terbuka dari komponen solid, baik logam maupun non logam, seperti keramik dan plastik fiber. Melalui metode ini, cacat pada material akan terlihat lebih jelas. Caranya adalah dengan memberikan cairan berwarna terang pada permukaan yang diinspeksi. Cairan ini harus memiliki daya penetrasi yang baik dan viskousitas yang rendah agar dapat masuk pada cacat dipermukaan material. Selanjutnya, penetrant yang tersisa di permukaan material disingkirkan. Cacat akan nampak jelas jika perbedaan warna penetrant dengan latar belakang cukup kontras. Seusai inspeksi, penetrant yang tertinggal dibersihkan dengan penerapan developer.

Kelemahan dari metode ini antara lain adalah bahwa metode ini hanya bisa diterapkan pada permukaan terbuka. Metode ini tidak dapat diterapkan pada komponen dengan permukaan kasar, berpelapis, atau berpori.

Gambar 2.4 Cairan Magnafluck

2.4.1 Prinsip Kerja



Gambar 2.4.1 Prinsip Kerja Dye Penetrant Test

Prinsip kerja dari metode Dye Penetrent Test adalah menggunakan cairan penetrant dengan memanfaatkan kemampuannya yang bisa meleweati celah discontinouity serta kerja developer untuk mengangkat kembali cairan yang meresap pada retakan, dengan begitu cacat pada material dapat terdeteksi.

2.4.2 Tujuan NDT (Non Destructive Test)

Tujuannya adanya aktifitas NDT diantaranya yaitu mendeteksi cacat/distcontinuity (di atas permukaan, di bawah permukaan, dan di dalam suatu material), untuk mengukur geometri benda, dan menentukan komposisi kimia material.

Bagi para pekerja industri kegiatan NDT sangat penting dikarenakan beberapa faktor antara lain untuk meyakinkan kehandalan produk, mencagah kecelakaan, memberi keuntungan bagi pengguna, meyakinkan kepuasan pelanggan, membantu dalam merancang produk agar lebih baik, meningkatkan reputasi permanufaktur, menghemat biaya manufaktur, mempertahankan keseragaman tingkat kualitas dan meyakinkan kesiapan operasi.

2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan Dye Penetrant Test

Kelebihan :

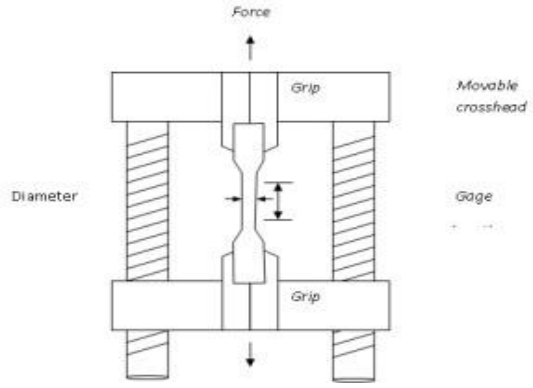
- Mudah Diaplikasikan
- Murah dalam pembiayaan
- Tidak dipengaruhi oleh sifat kemagnetan material dan komposisi kimianya
- Jangkauan pemeriksaan cukup luas

Kekurangan :

- Tidak dapat dilakukan pada benda berpori atau material produk *powder metallurgy*. Hal tersebut akan menyebabkan terserapnya cairan penetrant secara berlebihan sehingga dapat mengindikasikan cacat palsu.

2.5 Uji Tarik

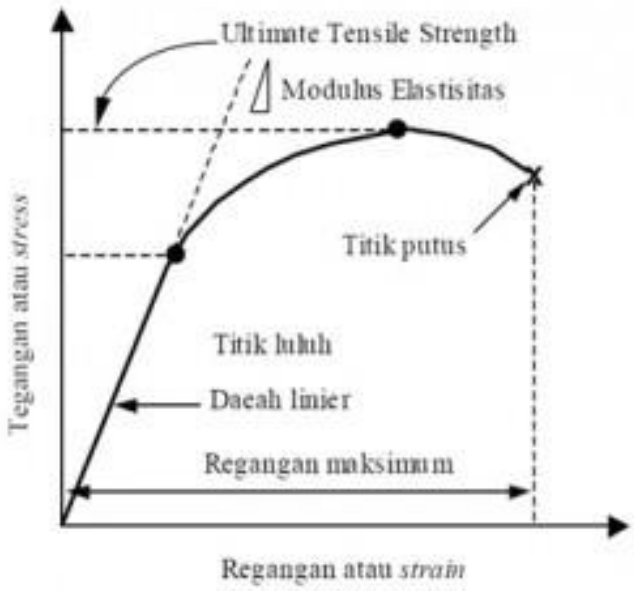
Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu [Askeland, 1985]. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena mengahsilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.



Gambar 2.5 Mesin uji tarik dilengkapi spesimen ukuran standar.

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

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



Gambar 2.5 Grafik uji tarik