

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Menurut penelitian Fadly A. Kurniawan Nst dan Ikhwansyah Isranuri, 2016 penambahan unsur Magnesium (Mg) pada Alumunium (Al), terjadi peningkatan nilai modulus elastisitas pada setiap nilai penambahannya. Penambahan dengan nilai presentase 2% Magnesium (Mg) didapatkan nilai modulus elastis sebesar 443,613 MPa. Penambahan dengan nilai presentase 4% Magnesium (Mg) didapatkan nilai modulus elastis sebesar 4466,039 MPa. Penambahan dengan nilai presentase 6% Magnesium (Mg) didapatkan nilai modulus elastis sebesar 3564,086 MPa. Pada perbandingan diantara presentase 2%, 4%, dan 6% Magnesium (Mg), didapatkan modulus elastis yang terbaik yaitu pada presentase 4% Magnesium (Mg). Semakin besar penambahan unsur Magnesium (Mg) di dalam Alumunium (Al), maka modulus elastisitas yang terjadi akan semakin kecil. Ini menunjukkan bahwa penambahan persen Magnesium (Mg) dapat mengurangi tingkat keliatan paduan Alumunium (Al).

Menurut penelitian Triono A, Triyono T dan Yaningsih I, 2015 penambahan Magnesium (Mg) meningkatkan harga impact seiring penambahan Magnesium (Mg) pada *remelting* piston diesel. Dengan presentase 1%, 1,5%, 2% dan 2,5% penambahan Magnesium (Mg) masing – masing mempunyai harga impact sebesar 0,339 J/mm², 0,385 J/mm², 0,425 J/mm² dan 0,507 J/mm² kenaikan

kekuatan impak dari tanpa Magnesium (Mg) sampai dengan penambahan Magnesium (Mg) 2,5% sebesar 0,49%. Ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan sifat semakin tangguh.

Menurut penelitian M. Muzaki Sholihudin dan Hariyati Purwaningsih, 2013 penambahan unsur Magnesium (Mg) pada Alumunium (Al) akan membentuk fasa solid solution dan menunjukkan adanya pelebaran puncak difraksi. Menaikan intensitas seiring dengan penambahan komposisi berat Magnesium (Mg). Hal ini disebabkan adanya reaksi ikatan antara partikel Alumunium (Al) dan Magnesium (Mg). Mengakibatkan peubahan struktur kristal sehingga membentuk fasa baru solid solution Al-Mg atau disebut fasa alfa α dimana unsur Magnesium (Mg) larut dalam Alumunium (Al). Penambahan unsur Magnesium (Mg) juga meningkatkan nilai kekerasan, mengindikasikan bahwa pengaruh penambahan unsur Magnesium (Mg) pada Alumunium (Al) dapat meningkatkan nilai kekerasan sifat mekanik dari paduan Alumunium (Al).

2.2. Landasan Teori

Adapaun hal yang mendasari penelitian tentang Alumunium (Al) dan logam Magnesium (Mg) yang nantinya akan digunakan sebagai dasar pada pembuatan Swingarm ialah:

2.2.1 Definisi Alumunium (Al)

Alumunium (Al) ditemukan pada tahun 1825 oleh Hans Christian Oersted dan diakui pasti oleh F. Wohler pada tahun 1827. Biji utama dari

unsur ini adalah Bauksit dan sumber unsur ini tidak terdapat bebas. Penggunaan Alumunium (Al) antara lain sebagai pembuatan kabel, kerangka pesawat, mobil dan berbagai produk peralatan rumah tangga. Alumunium (Al) adalah logam yang memiliki kekuatan relatif rendah, lunak, merupakan logam yang ringan serta memiliki ketahanan korosi yang baik serta hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat lainnya.

Tabel 2.1. Aplikasi Alumunium (Al) diberbagai bidang.

Aplikasi Penggunaan	Presentase
Industri Konstruksi	15%
Aplikasi Listrik	15%
Industri Otomotif atau Transportasi	25%
Industri Manufaktur atau Pengemasan	25%
Lainnya	20%

(Sumber : Shandy Putra Pangidoan Sipayung, 2008)

Alumunium (Al) merupakan unsur kimia golongan III A, memiliki nomor atom 13, memiliki berat 26,98 gr/mol. Dalam udara bebas Alumunium (Al) mudah teroksidasi terhadap oksida sehingga membentuk lapisan tipis dengan unsur kimianya Al_2O_3 sehingga tahan terhadap korosi. Aluminuim memiliki nassa atom 27 (1 isotop natural), memiliki densitas 2,7 g/cm³, titik lebur pada Alumunium (Al) sebesar 660 °C. Logam berwarna putih silver ini juga memiliki potensi redoks -1,66 V dengan bilangan oksidasi +3, jari – jari atom sebesar 57 pm dan berat janisnya 2,7 g/cm³.

Kekuatan pada Alumunium (Al) sangat rendah tetapi Alumunium (Al) memiliki sifat strength to weight ratio atau tingkat keringanan yang tinggi.

Lapisan oksidasi yang melekat pada Alumunium (Al) sangat rapat dan stabil sehingga dapat melindungi bagian yang sangat dalam. Lapisan oksida dalam Alumunium (Al) memiliki tebal 1 nm, namun masih dapat efektif untuk melindungi Alumunium (Al) dari korosi. Selain dapat menjadikan tahan terhadap korosi, lapisan oksidasi juga dapat menyebabkan Alumunium (Al) sukar di las atau di solder. Alumunium (Al) merupakan salah satu logam komersial utama untuk membentuk lapisan oksida penghalang yang terikat terhadap permukaan. Apabila lapisan oksida tersebut rusak, maka dapat terbentuk kembali secara langsung di lingkungan manapun. Sifat penting yang dimiliki Alumunium (Al), diantaranya :

1. Konduktifitas panas tinggi (*high thermal conductivity*).
2. Konduktifitas listrik tinggi (*high electrical conductivity*)
3. Mudah dalam pembentukannya (*easy fabrication*).
4. Ringan (*light in weight*) dan lunak.
5. Tahan korosi.
6. Tidak beracun.
7. Tanggu pada temperatur rendah.
8. Mudah didaur ulang (*recyclability*).
9. Kekuatannya rendah, tetapi dapat ditutupi dengan paduan (*alloy*) dari Alumunium (Al) bisa meningkatkan sifat mekanisnya.

Alumunium (Al) merupakan logam yang banyak digunakan di pabrik sebagai bahan utama untuk kemudian dibentuk menjadi barang – barang yang bermanfaat karena sifat yang mudah difabrikasi. Sifat tersebut membuat Alumunium (Al) dapat di deforming, rolling, stamping, drawing, forging, ekstruding dan lain – lain. Struktur kristal pada Alumunium (Al) adalah struktur kristal FCC, dengan struktur tersebut Alumunium (Al) akan tetap ulet meskipun pada temperatur yang rendah.

Alumunium (Al) berperan penting dalam aplikasi karena mempunyai sifat – sifat yang beraneka ragam membuat Alumunium (Al) menjadi logam yang sesuai serta ekonomis dalam banyak aplikasi dan sebagai logam yang banyak digunkana setelah baja. Sifat amfoter pada Alumunium (Al) ini membuat dapat bereaksi dengan larutan asam basa. Merupakan suatu logam yang secara termodinamika adalah logam yang reaktif. Kelemahan Alumunium (Al) dari segi teknik terdapat pada sifat elastisnya yang sangat rendah, hampir tidak dapat diperbaiki dengan paduan atau heat treatment.

A. Alumunium (Al) dan Paduannya (*Alumunium Alloy*)

Umumnya Alumunium (Al) dipadukan dengan logam lainnya sehingga membentuk Alumunium (Al) paduan. Sifat Alumunium (Al) murni yang sangat lunak dan tidak kuat, dapat dipadukan dengan Magnesium (Mg), Tembaga, Besi, Silikon, Mangan dan unsur – unsur logam lainnya sebagai pembentuk sifat – sifat yang menguntungkan bagi Alumunium (Al).

Paduan sendiri terdiri dari 2 atau lebih jenis logam yang dicampur dan dikombinasi atau bisa merupakan campuran dari 2 struktur kristalin. Memadukan Alumunium (Al) dengan unsur lain ini merupakan cara lain untuk memperbaiki sifat – sifat pada Alumunium (Al). Selain memperbaiki sifat lemah pada Alumunium (Al) sehingga dapat diperbaiki kekuatan dan kekerasannya hingga dua kali lipat. Paduan juga dapat menurunkan sifat juga antara lain menurunkan sifat hantar listrik walaupun sedikit.

Paduan dapat disebut juga sebagai larutan padat dalam logam. Larutan padat mudah terbentuk bila pelarut dan atom yang larut memiliki ukuran yang sama dan struktur elektron yang serupa. Peningkatan kekuatan dan kekerasan logam paduan disebabkan oleh adanya atom – atom yang larut yang menghambat pergerakan dislokasi dalam kristal sewaktu deformasi plastik.

Secara garis besar Alumunium (Al) dibedakan menjadi dua jenis yaitu paduan Alumunium (Al) cor dan paduan Alumunium (Al) tempa. Menurut Alumunium (Al) *Association System* di Amerika, pengelompokan Alumunium (Al) sebagai berikut :

- a. Paduan jenis cor, digunakan sistem penamaan empat angka. Angka pertama menunjukkan kandungan utama paduannya. Dua angka selanjutnya menunjukkan penandaan dari paduannya. Angka terakhir yang dipisahkan dengan tanda desimal merupakan bentuk dari hasil pengecoran.

- b. Paduan tempa menggunakan sistem penamaan empat angka juga tetapi penamaannya berbeda dengan penamaan pada paduan jenis cor. Angka pertama menyatakan kelompok paduan atau kandungan elemen spesifik paduan, angka kedua menunjukkan perlakuan dari paduan asli atau batas kemurnian. Sedangkan dua angka terakhir menunjukkan paduan aluminium atau kemurnian aluminium.

Berikut adalah macam-macam klasifikasi Aluminium (Al) dan paduannya serta kode penamaannya :

Tabel 2.2. Klasifikasi Aluminium (Al) dan paduannya dengan kode penamaannya.

Aluminium (Al) paduan untuk dimesin	Paduan jenis tidak dapat diperlakukan panas (non-heat-treatable)	Al murni (seri 1xxx) Paduan Al-Mn (seri 3xxx) Paduan Al-Si (seri 4xxx) Paduan Al-Mg (seri 5xxx)
	Paduan jenis dapat diperlakukan panas (heat-treatable)	Paduan Al-Cu (seri 2xxx) Paduan Al-Mg-Si (seri 6xxx) Paduan Al-Zn (seri 7xxx)
Aluminium (Al) paduan untuk coran	Paduan jenis tidak dapat diperlakukan panas (non-heat-treatable)	Paduan Al-Si (Silium) Paduan Al-Mg (Hydronarium)
	Paduan jenis dapat diperlakukan panas (heat-treatable)	Paduan Al-Cu (Lautal) Paduan Al-Si-Mg (Silium, Lo-ex)

(Sumber : Yudy Surya Irawan)

Silikon, Magnesium (Mg), Tembaga, Seng, Mangan dan lithium adalah elemen paduan umum yang sering dipadukan dengan Alumunium (Al). Penambahan paduan logam hingga konsentrasi tertentu akan menambah kekuatan tensil dan kekerasan serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi batas konsentrasi tersebut, titik lebur akan naik dan meningkatnya kerapuhan pada paduan. Kekuatan paduan ini tidak hanya tergantung pada konsentrasinya, tetapi juga pada bagaimana proses perlakuannya dengan penempaan, perlakuan panas, penyimpanan dan lainnya.

B. Alumunium (Al) Murni

Kandungan dari Alumunium (Al) murni adalah 99,85% tanpa tambahan logam paduan apapun serta dicetak dalam keadaan biasa. Memiliki kekatan tensil sebesar 90 Mpa, kekuatan sebesar itu terlalu lunak untuk logam dengan penggunaan yang luas. Kmurnian Alumunium (Al) dapat ditingkat menjadi 99,99% dengan mengelektrolisa kembali.

Tabel 2.3. Sifat – sifat fisik Alumunium (Al).

Sifat – sifat	Kemurnian Alumunium (Al) (%)	
	99,996	>99,0
Massa Jenis (20 °C)	2,6968	2,71
Titik Cair	660,2	653 – 657
Panas Jenis (cal/gr.°C) (100 °C)	0,2226	0,2297

Tahanan Listrik (%)	64,94	59
Hantaran Listrik Koefisien Temperatur (/°C)	0,00429	0,0115
Koefisien Pemuaian (20 – 100 °C)	23,86 x10 ⁻⁶	23,5 x10 ⁻⁶
Jenis Kristal, Konstanta Kisi	fcc,a = 4,013 kX	fcc,a = 4,04 kX

Tabel 2.4. Sifat – sifat Mekanik Alumunium (Al).

Sifat – sifat	Kemurnian Alumunium (Al) (%)			
	99,996		>99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	75% dirol dingin
Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	9,3	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

Tabel 2.3. menunjukkan sifat-sifat fisik Al dan Tabel 2.4. menunjukkan sifat- sifat mekaniknya. Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99,0 % atau di atasnya dapat

dipergunakan di udara tahan dalam bertahun-tahun. Hantaran listrik Al, kira-kira 65 % dari hantaran listrik tembaga, tetapi masa jenisnya kira-kira sepertiganya sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangnya. Oleh karena itu dapat dipergunakan untuk kabel tenaga dan dalam berbagai bentuk umpamanya sebagai lembaran tipis (*foil*). Dalam hal ini dipergunakan Al dengan kemurnian 99,0%. Untuk reflektor yang memerlukan reflektifitas yang tinggi juga untuk kondensor elektronik dipergunakan aluminium dengan kemurnian 99,99%.

C. Paduan Al – Si

Paduan Al-Si termasuk jenis yang tidak dapat diperlakukan. Jenis ini dalam keadaan cair mempunyai sifat mampu alir yang baik dan dalam proses pembekuannya hampir tidak terjadi retak. Karena sifat-sifatnya, maka paduan jenis Al-Si banyak digunakan sebagai bahan atau logam las dalam pengelasan paduan aluminium baik paduan cor atau tempa.

Aluminium (Al) dengan Silikon 15% dapat memberikan kekerasan dan kekuatan tensil cukup besar sampai 525 Mpa. Jika lebih tinggi dari presentase tersebut, tingkat kerapuhan meningkat secara drastis.

D. Paduan Al – Mg

Magnesium (Mg) merupakan paduan utama dari komposisi sekitar 5%. Jenis ini mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi oleh air laut dan sifat mampu lasnya. Paduan ini juga

digunakan untuk sheet metal work, biasanya digunakan untuk komponen bus, truk, dan untuk aplikasi kelautan.

Aluminium (Al) dengan Magnesium (Mg) sebesar 15,35% dapat menurunkan titik lebur yang cukup banyak dari 660 °C turun hingga 45 °C. Pada temperatur yang rendah keberadaan Magnesium (Mg) pada paduan ini juga menjadikan logam dapat bekerja dengan baik yang akan mengalami failure pada temperatur tersebut.

E. Paduan Al – Cu

Elemen paduan utama pada seri ini adalah copper, tetapi Magnesium (Mg) dan sejumlah kecil elemen lain juga ditambahkan untuk kebanyakan paduan jenis ini. Jenis paduan Al-Cu adalah jenis yang dapat di heat treatment.

Dengan pengerasan endap atau penyepuhan, sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, tetapi daya tahan korosinya rendah bila dibandingkan dengan jenis paduan yang lainnya. Sifat mampu lasnya juga kurang baik, karena itu paduan jenis ini biasanya digunakan pada konstruksi keling dan banyak sekali digunakan dalam konstruksi pesawat terbang seperti duralumin (2017) dan super duralumin (2024).

Paduan ini dapat menghasilkan sifat yang keras dan kuat namun rapuh. Konsentrasi Tembaga sendiri tidak boleh lebih dari 5,6% yang dapat menjadikan logam lebih rapuh.

F. Paduan Al – Mn

Manganesee merupakan elemen paduan utama seri ini. Paduan ini adalah jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan, sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin pada proses pembuatannya. Bila dibandingkan dengan jenis Alumunium (Al) murni, paduan ini mempunyai sifat yang sama dalam hal ketahanan terhadap korosi, mampu potong dan sifat mampu lasnya, sedangkan dalam hal kekuatannya, jenis paduan ini jauh lebih unggul.

Paduan ini akan menghasilkan sifat dapat dilakukan pengerasan tegangan (work-hardening) sehingga didapatkan paduan dengan kekuatan tensil yang tinggi dan tidak terlalu rapuh serta akan meningkatkan titik lebur pada Alumunium (Al).

G. Paduan Alumunium (Al) – Seng (Al-Zn)

Paduan ini termasuk jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Biasanya ke dalam paduan pokok Al-Zn ditambahkan Mg, Cu dan Cr. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih dari 504 Mpa, sehingga paduan ini dinamakan juga ultra duralumin yang sering digunakan untuk struktur rangka pesawat. Berlawanan dengan kekuatan tariknya, sifat mampu las dan daya tahannya terhadap korosi kurang menguntungkan. Akhir- akhir ini paduan Al-Zn-Mg mulai banyak digunakan dalam kontruksi las, karena jenis ini mempunyai sifat mampu las dan daya tahan korosi yang lebih baik daripada paduan dasar Al-Zn.

Paduan ini menghasilkan kekuatan tertinggi diantara paduan lainnya, 5,5% Seng dapat menghasilkan kekuatan tensil sebesar 580 Mpa, elongasi sebesar 11% dalam setiap 50 mm bahan.

H. Paduan Alumunium (Al) – Lithium

Pada paduan ini Alumunium (Al) mengalami pengurangan massa jenis dan peningkatan modulus elastisitas hingga konsentrasi Lithium sebesar 4%. Setiap penambahan Lithium 1% akan mengurangi massa jenis sebesar 3% dan peningkatan modulus elastisitas sebesar 5%.

I. Paduan Alumunium (Al) – Skandium

Paduan ini pada Alumunium (Al) membatasi pemuaian yang terjadi pada paduan, baik itu pada saat pengelasan maupun ditempat dengan suhu yang panas (Zaki, 2003 dan Schwarz, 2004).

J. Paduan Alumunium (Al) – Besi

Paduan ini berpengaruh pada Alumunium (Al) dengan berkurangnya kekuatan tensil secara signifikan diikuti dengan penambahan kekerasan dalam jumlah yang kecil (Zaki, 2003 dan Schwarz, 2004).

K. Paduan Al – Mg – Si

Elemen paduan seri 6xxx adalah Magnesium (Mg) dan silicon. Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat diperlaku-panaskan dan mempunyai sifat mampu potong dan daya tahan korosi yang cukup. Sifat yang kurang baik dari paduan ini adalah terjadinya pelunakan pada daerah

las sebagai akibat dari panas pengelasan yang timbul. Paduan jenis ini banyak digunakan untuk tujuan struktur rangka.

2.2.2 Definisi Magnesium (Mg)

Magnesium (Mg) sangat melimpah dan ditemukan dalam bentuk mineral di dalam bebatuan, antara lain dolomit, magnetit, dan olivin. Ditemukan juga dalam air laut, air asin bawah tanah dan lapisan asin. Magnesium (Mg) merupakan logam struktural ketiga yang paling melimpah pada kerak bumi, hanya dilampaui oleh Aluminium (Al) dan besi. Pemasok utama logam ini di dunia secara umum Amerika Serikat dan memasok 45% dari produksi dunia. Negara – negara seperti Cina, Turki, Korea Utara, Slowakia, Austria, Rusia dan Yunani, dolomit dan magnesit ditambang sampai sebatas 10 juta ton pertahun pada tahun 1995. Senyawa Magnesium (Mg) digunakan sebagai bahan tahan api dalam lapisan dapur api untuk menghasilkan logam (besi dan baja, logam non ferrous), kaca dan semen.

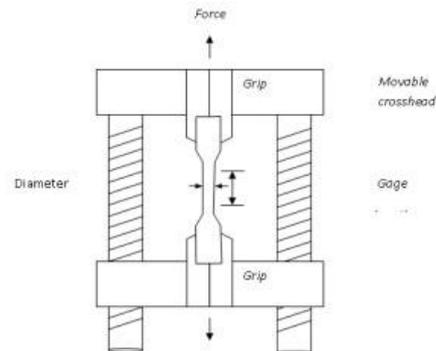
Magnesium (Mg) memiliki kepadatan hanya dua pertiga dari Aluminium (Al) serta memiliki banyak kegunaan kimia dan sifat metalurgi yang baik, sehingga membuatnya sesuai untuk berbagai aplikasi non-struktural lainnya. Magnesium (Mg) banyak digunakan dalam industri dan pertanian, kegunaan lainnya meliputi; penghapusan bentuk belerang besi dan baja, plat photoengraved dalam industri percetakan, mengurangi agen

untuk produksi uranium murni dan logam lainnya dari garamnya, fotografi senter, flare dan kembang api.

Magnesium (Mg) adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Mg dan nomor atom 12 serta presentase atom 24,31. Magnesium (Mg) merupakan elemen terbanyak kedelapanyang membentuk 2% presentase kulit bumi dan merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. Unsur kimia ini digunakan sebagai zat paduan (alloy atau bisa disebut salah satu bahan logam paduan. Magnesium (Mg) merupakan salah satu jenis logam ringan dengan karakteristik hampir menyerupai Alumunium (Al) tetapi Magnesium (Mg) memiliki titik cair yang lebih rendah daripada Alumunium (Al). Magnesium (Mg) juga mudah bersenyawa dengan udara dan memiliki struktur permukaan yang kropos yang disebabkan oleh serangan kelembapan udara karena oxid film yang terbentuk pada permukaan sehingga hanya mampu melindungi dari udara kering.

2.2.3 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat mekanis material logam dan paduannya, komposit, kramik dan polimer,. Pengujian ini sangat sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian dan studi mengenai kekuatan material.

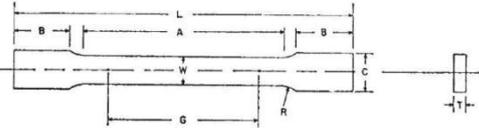


Gambar 2.1. Alat Uji Tarik

(Sumber : <https://sersasih.wordpress.com/2011/07/21/laporan-material-teknik-uji-tarik/>)

Benda uji disiapkan secara khusus sesuai dengan ukuran dan bentuk menurut standar dan jenis material yang diuji. Biasanya untuk benda uji pada pengujian tarik berbentuk bulat pada baguian tengahnya, memiliki diameter lebih kecil d_0 dan panjang ukur L_0 . Benda uji dijepit pada ujung mesin Uji Tarik Universal dan beban aksial dikenakan pada benda uji dengan sistem pembebanan mekanis ataupun hidrolis.

 E 8M - 04



Nominal Width	Dimensions, mm		Subsize Specimen
	Plate-Type 40 mm	Sheet-Type 12.5 mm	
G— Gage length (Note 1 and Note 2)	200.0 ± 0.2	50.0 ± 0.1	25.0 ± 0.1
W— Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0	12.5 ± 0.2	6.0 ± 0.1
T— Thickness (Note 5)		thickness of material	
R— Radius of fillet, min (Note 6)	25	12.5	6
L— Overall length, (Note 2, Note 7 and Note 8)	450	200	100
A— Length of reduced section, min	225	57	32
B— Length of grip section, (Note 8)	75	50	30
C— Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)	50	20	10

Gambar 2.2. Ukuran Spesime Uji Tarik Sesuai Standar ASTM.

(Sumber : <https://sersasih.wordpress.com/2011/07/21/laporan-material-teknik-uji-tarik/>)

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan – pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami oleh benda uji. Hasil dari pengujian menunjukkan kurva tegangan – regangan. Tegangan yang digunakan adalah tegangan membujur rata – rata dan dapat diperoleh dengan membagi beban (P) dengan luas penampang mula (A_0) dari benda uji.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ N/mm}^2 \quad 2.1$$

Dimana :

σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A_0 = Luas penampang awal
(mm²)

Regangan yang dipergunakan adalah regangan linier rata – rata yang diperoleh dengan membagi perubahan panjang ukur (ΔL) dengan panjang mula (L_0) benda uji. Regangan dapat dihitung dengan rumus :

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \text{ (hasil dalam \%)} \quad 2.2$$

Dimana :

E = Regangan

ΔL = Pertambahan panjang
(mm)

L_o = Panjang awal (mm)

L_i = Panjang akhir (mm)

Bentuk kurva tegangan – regangan suatu material logam tergantung pada komposisi, perlakuan panas (heat treatment). Deformasi plastis dan elastis terjadi saat benda uji ditarik dalam keadaan terbebani, maka timbul regangan (elongation) dan tegangan (strain). Informasi penting yang didapat dari kurva regangan – tegangan suatu material adalah parameter kekuatan (kekuatan tarik dan kekuatan saat luluh/yield) dan juga parameter yang dapat dilihat yaitu keliatan dari suatu material (elongation dan contraction).

Pengecilan penampang atau kontraksi terjadiantara kekuatan maksimal dan kekuatan patah. Karena patah bahan meregang dengan sangat cepat dan secara simultan bertambah kecil sehingga beban patah sebenarnya terdistribusikan sepanjang luas terkecil. Kontraksi dapat dihitung dengan rumus :

$$A = \frac{\Delta A}{A_o} = \frac{A_o - A_i}{A_o} \times 100\% \text{ (hasil dalam \%)} \quad 2.3$$

Batas elastis adalah tegangan terbesar yang masih dapat ditahan oleh material tanpa terjadi regangan atau belum terjadinya regangan pada benda uji, apabila ketika ditarik telah mengalami perpanjangan atau meregang maka benda uji melewati batas elastis dan terjadi deformasi plastis (perubahan bentuk tetap dan permanen). Tegangan Luluh (yield stress)

adalah tegangan di mana material mulai berubah bentuk tanpa beban berubah.

Tegangan luluh ini hanya ditemukan pada material yang ulet. Nilai tegangan luluh ini amat penting dalam perancangan bagian – bagian mesin. Untuk material ulet tegangan luluh dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_o} \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)} \quad 2.4$$

Untuk material ngetas/rapuh/tidak liat tegangan luluh dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_y = \frac{P_{(\text{offset regangan } 0,002)}}{A_o} \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)} \quad 2.5$$

Untuk beberapa logam non-fero dan baja, yield point sukar diteliti. Oleh karena itu, kekuatan mulurnya biasanya ditetapkan dengan metode pergeseran, metode ini berupa penarikan garis sejajar ke garis singgung awal kurva tegangan – regangan. Garis ini dimulai dari pergeseran sembarang besarnya 0,2% P offset regangan 0,002 artinya pada saat beban ditiadakan maka benda uji akan bertambah panjang 0,2%.

Tegangan maksimum (maximum stress) adalah beban maksimum dibagi dengan luas penampang benda uji dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{P_{\text{maksimum}}}{A_o} \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)} \quad 2.6$$

Pada tegangan maksimum mulai terjadi deformasi plastis secara lokal sehingga penampang lintangnya menurun, sehingga sesaat setelah

deformasi benda uji mengalami perpatahan pada titik patah. Tegangan patah (break stress) adalah tegangan yang diterima benda uji hingga putus (terjadi deformasi plastis). Pada contoh gambar di bawah ditunjukkan titik luluh, titik maksimal dan titik patah dari sebuah hasil uji tarik berupa grafik tegangan – regangan.

Tegangan patah ditentukan dengan membagi beban patah dengan penampang benda uji mula – mula yang persamaannya sebagai berikut :

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{P_{\text{break}}}{A_0} \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)} \quad 2.7$$

Modulus elastis (E) merupakan ukuran kekakuan suatu material, makin besar modulus elastisnya makin kecil regangan elastis yang dihasilkan akibat pembebanan. Modulus elastisitas dapat diubah dengan cara penambahan unsur paduan, perlakuan panas (*heat treatment*) atau pengerjaan dingin.

$$E = \frac{\sigma_y}{\epsilon} \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)} \quad 2.8$$

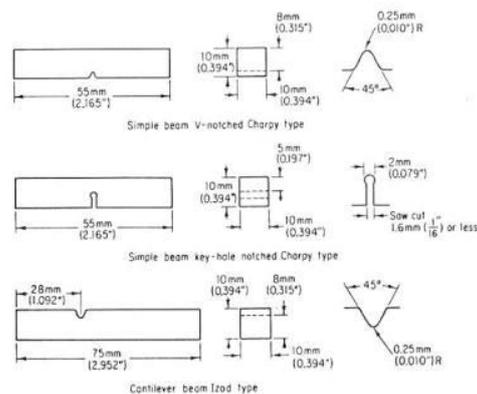
Bentuk permukaan patah pengujian tarik. Perpatahan tarik dapat diklasifikasikan menurut bentuk tekstur dan warna. Jenis – jenis perpatahan mengenai adalah simetri, kerucut mangkok (*cup cone*), rata dan tidak teratur. Berbagai – macam diskripsi tekstur adalah Silky (seperti sutra), butir halus, butir kasar atau granular, berserat (*fibrous*), kristalin (seperti kristal), glassy (seperti gelas) dan pudar atau buram.

Bentuk permukaan patah material uji tertentu secara efektif dapat diidentifikasi dengan mudah, sebagai contoh pada baja tempa dalam bentuk benda uji silinder standar biasanya mempunyai jenis patahan cup cone dengan tekstur seperti kaca. Besi tempa mempunyai bentuk patahan berserat atau fibrous sedangkan jenis patahan besi cor bercorak abu – abu, rata dan granular (berisi butiran – butiran kecil). Pemeriksaan bentuk permukaan patah dapat memberikan petunjuk nilai kekuatan dan keuletan benda uji atau material uji.

Pembebanan tidak simetri akan menyebabkan jenis perpatahan tidak simetris. Ketidaksimetrisan ini mungkin disebabkan oleh ketidakhomogenan material atau macam – macam cacat seperti segregasi, lubang udara, inklusi benda – benda asing seperti terak. Pada permukaan patahan material logam yang dikerjakan dingin atau mempunyai kondisi tegangan dalam karena perlakuan panas atau heat treatment tertentu.

2.2.4 Pengujian Impak

Material mungkin mempunyai kekuatan tarik tinggi tetapi tidak tahan dengan beban kejut. Untuk menentukannya perlu diadakan pengujian impak. Ketahanan impak biasanya diukur dengan metode Charpy atau Izood yang bertakik maupun tidak bertakik. Beban diayun dari ketinggian tertentu untuk memukul benda uji, yang kemudian diukur energi yang diserap oleh perpisahannya



Gambar 2.3. Ukuran Spesimen Uji Impak ASTM E23.

(Sumber : <https://sersasih.wordpress.com/2011/07/21/laporan-material-teknik-uji-impak/>)

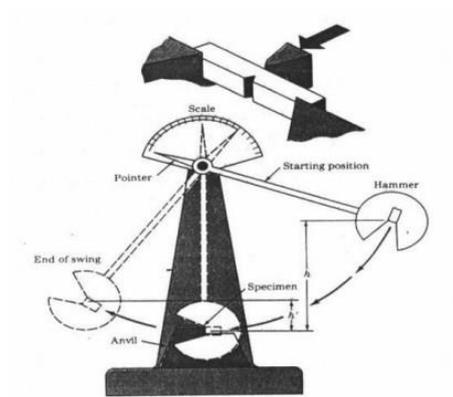
Pengujian ketangguhan bahan dapat dilakukan dengan *Impact test*. Pengujian menggunakan batang uji yang betakik (*notch*) dipukul dengan sebuah bandul. Ada dua cara pengujian yang dapat digunakan yaitu :

1. Metode *Charpy*, batang uji diletakan mendatar dan ujung – ujungnya ditahan mendatar penahan yang berjarak 40 mm. Bandul yang berayun

akan memukul batang uji tepat mesin di mana suatu batang uji tepat di belakang takikan. Untuk pengujian ini digunakan sebuah mesin di mana suatu batang dapat berayun dengan bebas. Pada ujung batang ini dipasang pemukul yang diberi pemberat. Batang uji diletakan pada bagian bawah mesin dan takikan tepat berada pada bidang lintasan pemukul.

2. Metode *Izord*, batang uji diletakan dibagian bawah mesin, pada posisi vertikal dengan salah satu ujung dijepit oleh anvil. Akikan yang berjarak 28 mm dari ujung bebas sebidang dengan permukaan anvil dan menghadap ke bandul. Bandul yang berayun akan memukul batang uji pada titik yang berjarak 6 mm dari ujung bebas.

Prinsip pengujian impak ini adalah menghitung energy yang diberikan oleh beban(pendulum) dan menghitung energi yang diserap oleh spesimen. Pada saat beban dinaikkan pada ketinggian tertentu, beban memiliki energi potensial maksimum, kemudian saat akan menumbuk spesimen energi kinetik mencapai maksimum. Energi kinetik maksimum tersebut akan diserap sebagian oleh spesimen hingga specimen tersebut patah.



Gambar 2.4. Pengujian Impak

(Sumber : : <https://sersasih.wordpress.com/2011/07/21/laporan-material-teknik-uji-impak/>)

Bandul pemukul dinaikan sampai ketinggian tertentu sebesar H_0 . Pada posisi ini pemukul memiliki energi potensial sebesar WH kemudian dilepaskan dan berayun bebas, memukul batang uji hingga patah dan pemukul masih terus berayun sampai ketinggian H_1 . Pada posisi ini sisa energi potensial adalah WH_1 . Selisih antara energi awal dengan energi akhir adalah banyaknya energi yang digunakan untuk mematahkan batang uji dinamakan energi patah dengan simbol rumus E , dirumuskan sebagai berikut :

$$E = WH_0 - WH_1 = W.R. (\cos\beta - \cos\alpha) \text{ Joule} \quad 2.9$$

$$\text{Ketangguhan Impak} = \frac{E}{\text{Luas Penampang}} \text{ J/mm}^2 \quad 2.10$$

Dimana :

W = Berat bandul pemukul (N)

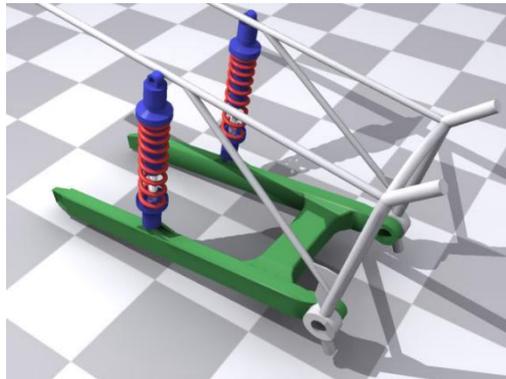
H	=	Ketinggian bandul pemukul (m)
R	=	Jari – jari bandul ayunan (m)
α	=	Sudut bandul pada posisi awal
β	=	Sudut bandul setelah mengenai benda uji

2.2.5 Swing Arm

Pada awal sepeda motor lahir, rangka yang terbentuk awal mulanya yaitu rangka rigid atau rangka kaku. Era ini bertahan hingga tahun 1800-an, dengan survei dari berbagai masyarakat mengenai kenyamanan sampai keluhan berkendara menggunakan rangka rigid ini mulai pabrikan – pabrikan motor besar mulai mengembangkan. Perkembangan pada model swingarm dari tahun 1800-an sampai dengan saat ini semakin canggih dan banyak keuntungannya. Menurut perkembangannya, Swingarm terdiri dari berbagai jenis dengan masing – masing keuntungannya.

1. Suspensi Dual Shockbreaker (Twin-Shock, Regular Swingarm)

Swing arm jenis ini banya digunakan pada motor bebek yang digunakan untuk keseharian. Pada jenis ini terdapat dua shock breaker pada sisi kanan dan kiri. Bentuk swing arm ini umumnya berbentuk huruf H besar. Swing arm ini cenderung lebih kuat untuk menompang beban tetapi dengan seiringnya waktu dan perkembangan teknologi pada kendaraan, swing arm jenis ini semakin berkurang penggunaannya.



Gambar 2.5. Suspensi Dual Shockbreaker (Twin-Shock, Regular Swingarm).

(Sumber : <https://trexton.wordpress.com/2012/12/25/macam-macam-swingarm-pada-motor/>)

Jenis ini juga memiliki beberapa kelebihan serta kekurang, yaitu :

Keuntungan :

- a. Mampu menahan beban berat dengan lebih optimal dan berimbang
- b. Mampu mengurangi beban yang harus ditanggung chasis.
- c. Memiliki kemampuan redam yang lebih baik dan maksimal.
- d. Biaya perawatan dan pemeliharannya lebih murah.

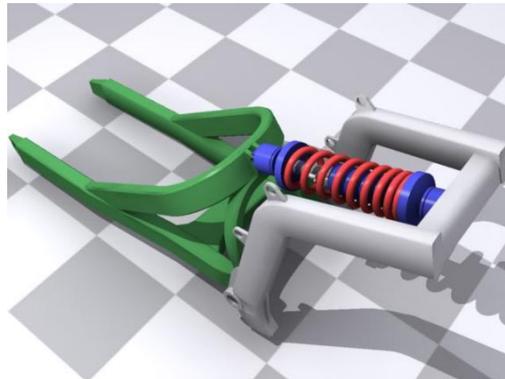
Kekurangan :

- a. Saat menikung dengan kecepatan tinggi terasa kurang mumpuni.
- b. Jika dipacu dengan kecepatan tinggi kurang stabil.
- c. Seringkali mendapat kesulitan ketika mensetting atau pengaturan

yang pas dikedua shocknya.

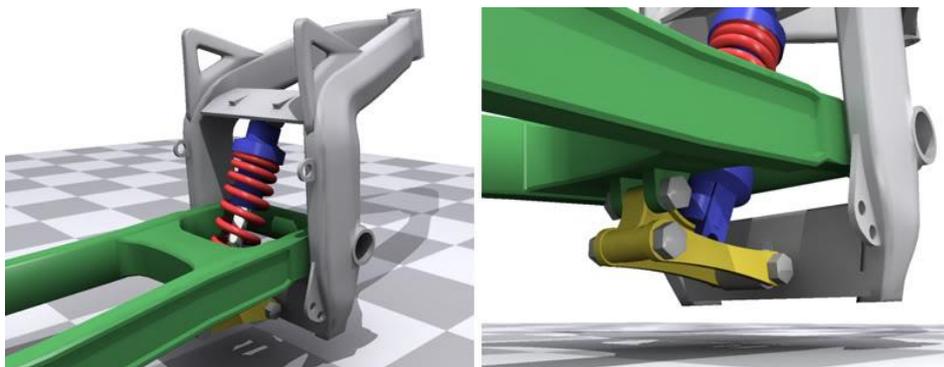
2. Monoshock, Regular Swing Arm

Jenis ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1930 dan baru diaplikasikan dalam dunia balap secara umum pada tahun 1970-an.



Gambar 2.6. Monoshock, Regular Swing Arm Generasi 1.
(Sumber : <https://trexton.wordpress.com/2012/12/25/macam-macam-swingarm-pada-motor/>)

Swing Arm model ini dikembangkan kembali dengan model yang cukup rumit. Perkembangan tersebut juga menggunakan sistem yang menghubungkan antara swing arm dan shockbreaker. Sistem ini sudah berkembang dengan berbagai macam sebutan sesuai dengan jenisnya yaitu pro-link, unitrack, monocross dan lainnya.



Gambar 2.7. Monoshock, Regular Swing Arm Generasi 2.
(Sumber : <https://trexton.wordpress.com/2012/12/25/macam-macam-swingarm-pada-motor/>)

Kelebihan Monoshock Regular Swing Arm :

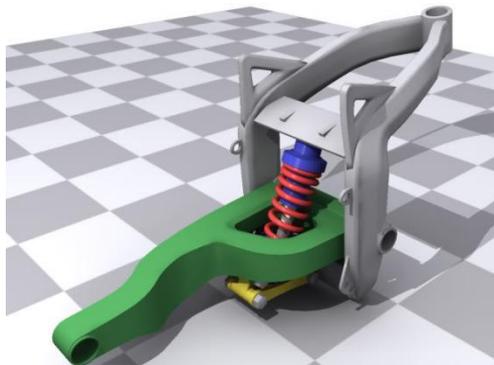
- a. Motor tetap stabil dalam keadaan menyingkung pada kecepatan tinggi.
- b. Kemampuan handling yang baik pada motor.
- c. Lebih mudah melakukan pengaturan atau mensettnyaa.
- d. Mempunyai jarak main yang lebih besar.

Kekurangan Monoshock Regular Swing Arm :

- a. Tidak efektif untuk digunakan membawa beban yang berat.
- b. Umur pemakaian biasanya lebih pendek.
- c. Biaya perawatan yang lebih mahal.

3. Single Swing Arm atau Mono Arm

Perkembangan di dunia otomotif khususnya pada motor semakin berkembang. Banyak tangan – tangan kreatif juga menciptakan hal yang baru sehingga digunakan pada dunia industri motor. Perkembangan ini juga berpengaruh terhadap jenis – jenis swing arm sebagai hal terpenting untuk menompang motor. Tangan – tangan kreatif ini semakin berkembang sehingga menciptakan swing arm jenis Single Swing Arm atau Mono Arm.



Gambar 2.8. Mono Arm atau Single Swing Arm
(Sumber : <https://trexton.wordpress.com/2012/12/25/macam-macam-swingarm-pada-motor/>)

Single Swing Arm ini merupakan perkembangan dari gaya swing arm jenis sebelumnya. Pada dunia balap model swing arm ini belum banyak digunakan, menggunakan swing arm model ini lebih banyak digunakan pada dunia modifikasi. Single Swing Arm memiliki desain atau bentuk yang cukup padat di salah satu sisi. Sisi tersebut sekaligus bagian swing arm yang memegang roda sehingga mempermudah memasang dan mencopor rodabelakang. Dengan satu sisi penompang, penampang pada swing arm ini dibuat lebih kuat, kaku dan besar dibandingkan dengan model H atau A.