

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Haikal dkk (2013) membahas tentang Studi Literatur Pengaruh Parameter Pengelasan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Pada Las Titik (*Resistance Spot Weldin*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari ketebalan pelat terhadap ukuran diameter *nugget* dan kekuatan tarik hasil las. Pengelasan ini menggunakan pelat baja karbon rendah dengan ketebalan plat 1.25 digabungkan dengan plat ketebalan 2.5 mm. Variasi kuat arus listrik dalam pengelasan antara 7 sampai 13.5 kA, sedangkan waktu pengelasan yaitu 0.2 dan 0.6 s. Kesimpulan yang bisa diperoleh dari pembahasan di atas adalah Pengelasan logam sejenis dengan ketebalan yang sama menghasilkan bentuk *nugget* yang simetris. Sedangkan pengelasan logam tak sejenis dengan ketebalan berbeda menghasilkan bentuk *nugget* tidak simetris (asimetris). Parameter pengelasan seperti arus listrik, lama waktu pengelasan dan acuan standar pengujian untuk logam sejenis tidak bisa digunakan pada pengelasan logam tak sejenis. Acuan yang digunakan dalam pengelasan logam tak sejenis adalah ukuran diameter *nugget*. Semakin besar ukuran diameter *nugget* hasil las semakin meningkat kekuatan gesernya.

Lisa dkk (2011) mekalukan penelitian tentang Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses Las Titik (*Spot Welding*) Terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrostruktur Hasil Las Dari Baja Fasa Ganda (*Ferrite-Martensite*). Dalam hal ini peneliti ingin mengetahui variabel las titik yang sesuai untuk mendapatkan kekuatan tarik maksimum. Tertinggi dari kekuatan tarik disebut sebagai berkualitas baik dari lasan. Plat yang digunakan terbuat dari baja karbon rendah dengan fase ferit dan martensit. Arus pengelasan yang digunakan 0,9 kA, 1,6 kA, Dan 1.85 kA dengan waktu pengelasan yang 0,25, 0,5, 0,75 dan 1 detik. Dari hasil penelitian ini dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa dengan semakin besar kuat arus dan waktu pengelasan pada proses spot welding pada baja fasa ganda maka dihasilkan kekuatan tarik yang semakin besar .

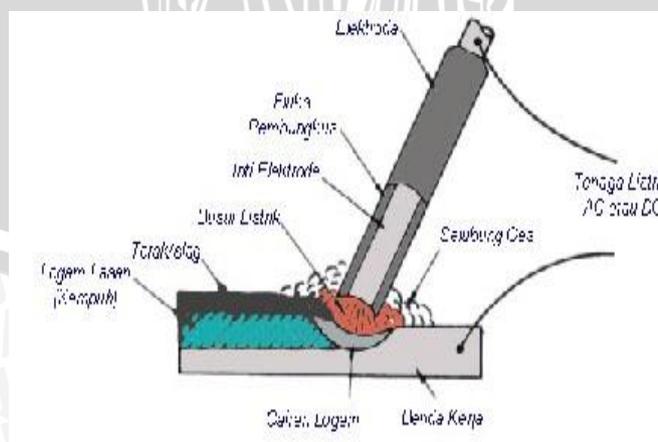
Dari uraian di atas, penulis ingin meneliti pengaruh lama penekanan dan tebal plat terhadap sifat fisis dan mekanis berbahan *aluminium 1100*, dengan memvariasikan waktu tekan 4 detik; 5 detik ; 6 detik dan 7 detik dan ketebalan plat 0,8mm; 1mm; 1,2mm dan 1,4mm.

2.2 Pengertian Pengeelasan

Pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung. Kelebihan sambungan las adalah konstruksi ringan, dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah pelaksanaannya serta ekonomis. Namun kelemahan yang paling utama adalah terjadinya perubahan mikro struktur bahan yang dilas, sehingga terjadi perubahan sifat mekanis dari bahan yang dilas.

Cara lain yang paling utama digunakan untuk memanas logam yang dilas adalah arus listrik. Arus listrik dibangkitkan oleh generator dan dialirkan melalui kabel ke sebuah alat yang menjepit elektroda diujungnya, yaitu suatu logam batangan yang dapat menghantarkan listrik dengan baik. Ketika arus listrik dialirkan, elektroda disentuhkan ke benda kerja dan kemudian ditarik ke belakang sedikit, arus listrik tetap mengalir melalui celah sempit antara ujung elektroda dengan benda kerja. Arus yang mengalir ini dinamakan busur (*arc*) yang dapat mencairkan logam.

Terkadang dua logam yang disambung dapat menyatu secara langsung, namun terkadang masih diperlukan bahan tambahan lain agar deposit logam lasan terbentuk dengan baik, bahan tersebut disebut bahan tambah (*filler metal*). *Filler metal* biasanya berbentuk batangan, sehingga biasa dinamakan *welding rod* (Elektroda las). Pada proses las, *welding rod* dibenamkan ke dalam cairan logam yang tertampung dalam suatu cekungan yang disebut *welding pool* dan secara bersama-sama membentuk deposit logam lasan, cara seperti ini dinamakan Las Listrik atau SMAW (*Shielded metal Arch welding*), lihat gambar 2.1.

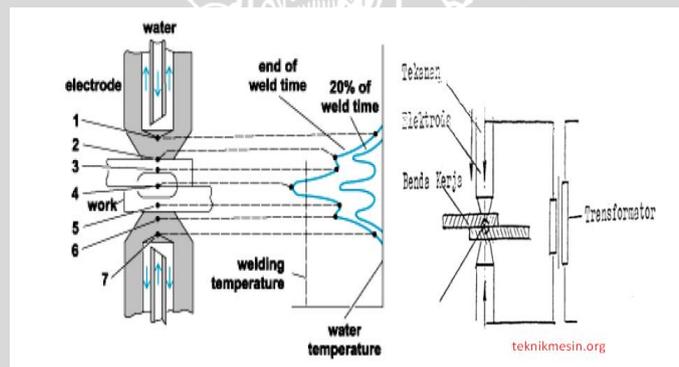


Gambar 2.1 Prinsip kerja las listrik
Sumber : Teori Pengelasan Logam, 2008

Sebagian besar logam akan berkarat (korosi) ketika bersentuhan dengan udara atau uap air, sebagai contoh adalah logam besi mempunyai karat, dan aluminium mempunyai lapisan putih di permukaannya. Pemanasan dapat mempercepat proses korosi tersebut. Jika karat, kotoran, atau material lain ikut tercampur ke dalam cairan logam lasan dapat menyebabkan kekroposan deposit logam lasan yang terbentuk sehingga menyebabkan cacat pada sambungan las.

2.3 Pengelasan Titik

Las titik adalah pengelasan memakai metode resistensi listrik dimana pelat lembaran dijepit dua elektroda. Ketika arus dialirkan maka terjadi sambungan las pada jepitan. Siklus pengelasan titik dimulai ketika dua elektroda menekan pelat dimana arus belum dialirkan. Setelah itu arus dialirkan ke elektroda yang menimbulkan panas pada pelat yang terjepit elektroda sehingga terbentuk sambungan las.



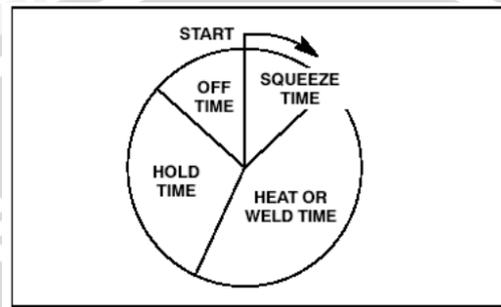
Gambar 2.2 Skema las titik

Sumber : <http://www.teknikmesin.org/las-titik-spot-welding/>

Gambar 2.2 merupakan skema las titik. Cara kerja las titik, transformator yang terdapat dalam mesin las merubah tegangan arus bolak-balik dari 110 volt atau 220 volt menjadi 4 volt sampai 12 volt dan arusnya menjadi cukup besar sehingga dapat menimbulkan panas yang diperlukan kemudian pelat yang dilas dijepit pada tempat sambungan dengan sepasang elektroda dari paduan tembaga dan kemudian dialiri arus listrik yang cukup besar dalam waktu yang singkat, maka pada tempat jepitan timbul panas karena tahanan listrik yang menyebabkan logam di tempat tersebut mencair dan tersambung.

Panas ini juga timbul di tempat kontak antara elektroda dan pelat, tetapi tidak sampai mencairkan logam, karena ujung-ujung elektroda didinginkan dengan air. Ketika aliran listrik dihentikan, logam yang mencair tadi akan menjadi dingin dan terbentuk

sambungan dibawah tekanan gaya elektroda agar tidak terjadi busur antara elektroda dan sambungan. Siklus pengelasan titik dimulai ketika elektroda menekan pelat dimana arus belum dialirkan. Waktu proses ini disebut waktu tekan (*squeeze time*). Setelah itu arus dialirkan ke elektroda sehingga timbul panas pada pelat di posisi elektroda sehingga terbentuk sambungan las. Waktu proses ini disebut waktu pengelasan (*heat or weld time*)



Gambar 2.3 Siklus pengelasan titik
Sumber : Mesin Perkakas Bengkel, 2010

Setelah itu arus dihentikan namun tekanan tetap ada dan proses ini disebut waktu tenggang (*hold time*). Kemudian logam dibiarkan mendingin sampai sambungan menjadi kuat dan tekanan di hilangkan dan plat siap dipindahkan untuk selanjutnya proses pengelasan dimulai lagi untuk titik yang baru.

Peralatan mesin las titik ada tiga jenis yaitu :

- 1) mesin las titik tunggal stasioner
- 2) mesin las titik tunggal yang dapat dipindahkan
- 3) mesin las titik ganda.

Mesin las stasioner dapat dibagi lagi atas jenis lengan ayun dan jenis tekanan langsung. Jenis lengan ayun merupakan jenis yang sederhana dan mempunyai kapasitas kecil. Las titik menggunakan panas dari arus listrik dan besarnya panas dapat dihitung dengan menggunakan rumus : (*Copy of Flash Butt Welding Techniques for Coil Joining of Advanced H*, Katie McMenamin)

$$H = I^2 R t / 4,1868 \quad (2.1)$$

H = panas yang dihasilkan (Kalori)

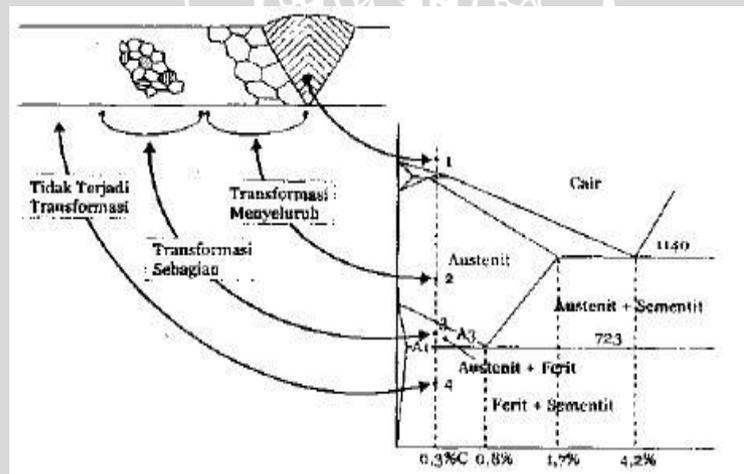
I = kuat arus listrik (*Ampere*)

R = resistansi (ohm)

t = waktu pengelasan (detik)

2.4 Daerah pengaruh panas atau *heat affected zone* (HAZ)

Adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat sehingga daerah ini yang paling kritis dari sambungan las. Secara visual daerah yang dekat dengan garis las maka susunan struktur logamnya semakin kasar. Pada daerah HAZ terdapat 3 titik berbeda, titik 1 dan 2 menunjukkan temperatur pemanasan mencapai daerah berfasa austenite dan ini disebut dengan transformasi menyeluruh yang artinya struktur mikro baja mula – mula ferit + perlit kemudian bertransformasi menjadi austenit 100%. Titik 3 menunjukkan temperatur pemanasan, daerah itu mencapai daerah berfasa ferit dan austenit dan ini yang disebut transformasi sebagian yang artinya struktur mikro baja mula – mula ferit + perlit berubah menjadi ferit dan austenit.



Gambar 2.4 *Heat Affected Zone*

Sumber : Teknologi Pengelasan Logam, 1996

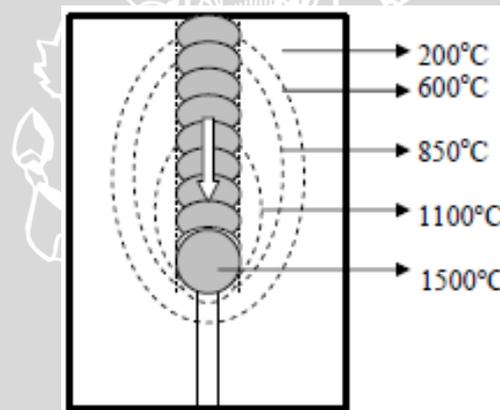
2.5 Perubahan Sifat Logam Setelah Proses Las

Pencairan logam pada waktu proses las mengakibatkan terjadinya perubahan fasa logam dari padat menjadi cair. Ketika terjadi pembekuan pada logam cair yang diakibatkan pendinginan cepat, maka struktur mikro akan berubah dalam deposit logam las dan logam dasar yang terkena pengaruh panas atau *Heat affected zone* (HAZ). Bentuk *columnar* biasa ditemukan dalam struktur mikro logam lasan, sedangkan perubahan yang bervariasi sering terjadi dalam daerah HAZ. Contohnya, bentuk butiran

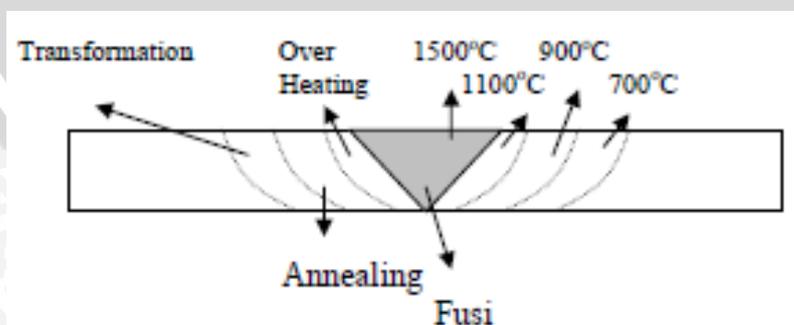
perlit yang terjadi pada pengelasan karbon tinggi, bisa saja tidak hanya perlit struktur mikronya.

Namun juga ada *bainite* dan *martensite* (Gambar 2.3). Perubahan ini juga mengakibatkan perubahan sifat-sifat logam sebelumnya. Struktur mikro *pearlite* memiliki sifat yang ulet, sebaliknya *martensite* mempunyai sifat yang getas. Keretakan – keretakan yang terjadi pada sambungan las biasa ditemui pada struktur mikro ini.

Gambar 2.4 menunjukkan variasi persebaran temperatur pada logam dasar yang menyebabkan macam – macam perlakuan panas pada daerah HAZ logam tersebut. Logam lasan mengalami pemanasan hingga temperatur 1500° C dan daerah HAZ bervariasi mulai 200° C hingga 1100° C (Gambar 2.4). Temperatur 1500° C pada logam lasan menyebabkan pencairan dan ketika membeku membentuk struktur mikro *columnar*. Temperatur 200° C hingga 1100° C pada logam lasan menyebabkan perubahan struktur mikro baik bentuk maupun ukurannya.



Gambar 2.5 Distribusi Temperatur Saat Pengelasan
Sumber : *Welding processes handbook*, 2003

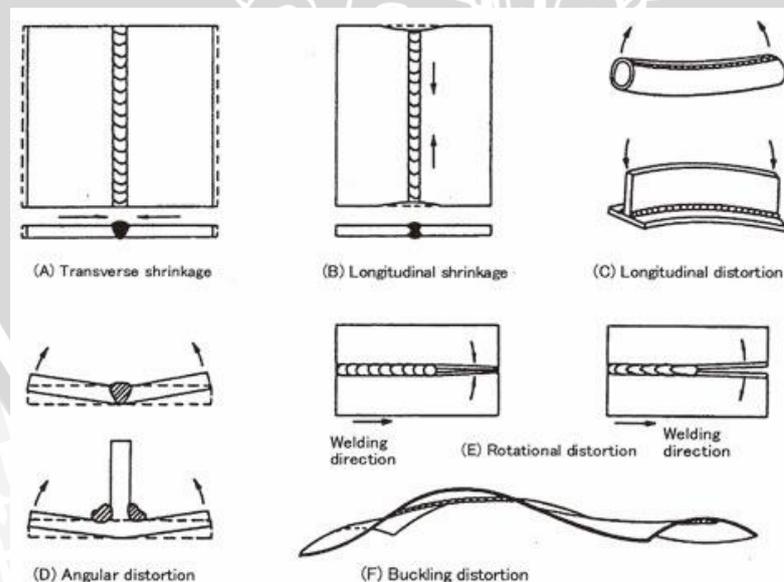


Gambar 2.6 Perlakuan Panas Logam Las
Sumber : *Welding processes handbook*, 2003

2.6 Distorsi Pada Sambungan Las

Pada proses pengelasan, tegangan sisa dan distorsi merupakan kejadian yang saling berhubungan. Ketika siklus pemanasan dan pendinginan yang berlangsung dalam proses pengelasan, regangan panas muncul diantara logam lasan dan logam dasar pada daerah yang dekat dengan manik las. Peregangan ini menimbulkan suatu tegangan dalam yang terdapat didalam material dan bisa menyebabkan terjadinya *bending*, *buckling* dan rotasi. Deformasi inilah yang disebut dengan distorsi. Distorsi terjadi jika logam las dibiarkan bergerak leluasa selama proses pendinginan. Jadi distorsi terjadi karena adanya pemuaian dan penyusutan yang bebas akibat siklus termal las.

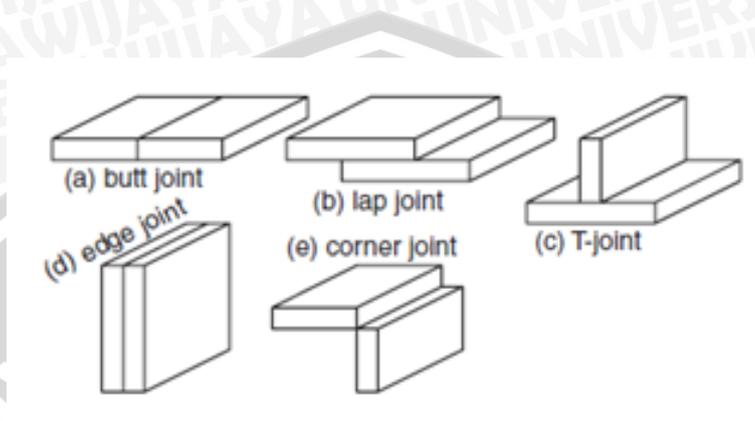
Distorsi akan menyebabkan bentuk akhir tidak memenuhi syarat baik keindahan maupun letak, dapat menjadi bagian terlemah, mengganggu distribusi gaya. Distorsi dikategorikan menjadi tiga macam, yaitu: 1) distorsi longitudinal, 2) distorsi transfersal, dan 3) distorsi angular. Distorsi longitudinal terjadi akibat adanya ekspansi dan kontraksi deposit logam las di sepanjang jalur las yang menyebabkan tarikan dan dorongan pada logam dasar yang dilas. Distorsi transfersal terjadi tegak lurus terhadap jalur las yang dapat mengakibatkan tarikan ke arah sumbu tegak jalur las. Distorsi angular menyebabkan efek gerakan sayap burung yang biasanya terjadi karena pengelasan di satu sisi logam dasar.



Gambar 2.7 macam-macam distorsi yang terjadi pada pengelasan
Sumber : AWS Vol 1, 1996

2.7 macam-macam sambungan las

Ada beberapa bentuk dasar sambungan las yang biasa dilakukan dalam penyambungan logam, bentuk tersebut adalah *butt joint*, *fillet joint*, *lap joint*, *edge joint*, dan *out-side corner joint*. Berbagai bentuk dasar sambungan ini dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 macam-macam sambungan las
Sumber : Teori Pengelasan Logam, 2008

2.8 Klasifikasi Baja Karbon

Baja merupakan paduan yang sebagian besar terdiri dari unsur besi dan karbon 0,2%-2,1% (Choudhury et al., 2001). Selain itu juga mengandung unsur-unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya. Namun unsur-unsur ini hanya dalam presentase kecil. Sifat baja karbon dipengaruhi oleh presentase karbon dan struktur mikro. Sedangkan struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan campuran unsur lain dalam baja dapat meningkatkan nilai kekerasan, tahan gores dan tahan suhu. Unsur paduan utama baja adalah karbon, dengan ini baja dapat digolongkan menjadi tiga yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi (Amanto, 1999). Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

2.8.1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja kurang dari 0,3%C. Baja ini tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit.

2.8.2 Baja karbon sedang

Baja karbon sedang (*medium carbon steel*) mengandung karbon 0,3%C - 0,6%C. Dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan melalui proses perlakuan panas yang sesuai. Baja ini lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah.

2.8.3 Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,6%C - 1,5%C dan memiliki kekerasan yang lebih tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal karena terlalu banyaknya martensit, sehingga membuat baja menjadi getas (Amanto, 1999). Sedangkan untuk baja paduan terdiri dari:

1. Baja Paduan Rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 2,5% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

2. Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya 2,5% - 10% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

3. Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 10% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain (Amanto, 1999).

2.9 Aluminium

Aluminium adalah salah satu logam ringan (*light metal*) dan mempunyai sifat – sifat fisis dan mekanis yang baik, misal kekuatan tarik cukup tinggi, ringan, tahan korosi, formability yang baik dan sebagai penghantar panas/listrik yang baik sehingga banyak digunakan di bidang teknik misal bahan pada struktur pesawat. Aluminium menempati urutan ke-3 dari unsur – unsur dalam kerak bumi (*crustal abundance*) setelah oksigen dan silikon.

2.9.1 Kandungan Atom/ Unsur dan Ikatan

Aluminium biasa dilambangkan dengan Al, dan dalam tabel periodik unsur, aluminium dinomorkan 13. Dalam bauksit, yang merupakan bahan utama aluminium memiliki kandungan aluminium dalam jumlah yang bervariasi, tetapi biasanya di atas

40% dalam berat. Senyawa aluminium yang terkandung dalam bauksit yaitu Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$, dan $\alpha\text{-AlO}(\text{OH})$.

Isotop aluminium di alam yaitu isotop ^{27}Al , dengan presentase sebesar 99,9%. Selain itu dengan jumlah yang sangat kecil Isotop ^{26}Al juga terdapat di alam. Isotop ^{26}Al merupakan radioaktif dengan kisaran waktu kurang lebih 720000 tahun. Isotop aluminium yang telah ditemukan sekarang yaitu aluminium dengan berat atom relatif antara 23 hingga 30, dan isotop yang paling stabil adalah isotop aluminium ^{27}Al .

Difusi atom di tentukan dengan jenis atom, namun pada umumnya sangat lambat pada temperatur biasa dengan pencelupan dingin kekosongan atom tetap ada, jadi seiring berjalannya waktu struktur atom bisa berubah, yang menghasilkan perubahan sifat-sifatnya. Perubahan sifat-sifat seiring berjalannya waktu biasanya disebut penuaan. Apabila proses ini terjadi pada temperatur ruangan atau kamar disebut penuaan ilmiah, apabila proses ini terjadi pada temperatur yang lebih tinggi dibandingkan temperatur ruangan disebut penuaan buatan.

Tabel 2.1 tabel aluminium

Nama, Simbol, dan Nomor	Aluminium, Al, 13
Sifat Fisik	
Wujud	Padat
Massa jenis	2,70 gram/cm ³
Massa jenis pada wujud cair	2,375 gram/cm ³
Titik lebur	933,47 K, 660,32 °C, 1220,58 °F
Titik didih	2792 K, 2519 °C, 4566 °F
Kalor jenis (25 °C)	24,2 J/mol K
Resistansi listrik (20 °C)	28.2 nΩ m
Konduktivitas termal (300 K)	237 W/m K
Pemuaian termal (25 °C)	23.1 μm/m K
Modulus Young	70 Gpa
Modulus geser	26 Gpa
Poisson ratio	0,35
Kekerasan skala Mohs	2,75
Kekerasan skala Vickers	167 Mpa
Kekerasan skala Brinell	245 Mpa

Kekerasan bahan aluminium murni sangatlah kecil, yaitu sekitar 65 skala Brinell, sehingga dengan sedikit gaya saja dapat mengubah bentuk logam. Untuk kebutuhan aplikasi yang membutuhkan kekerasan, aluminium perlu dipadukan dengan logam lain dan/atau diberi perlakuan termal atau fisik.

Kekuatan tensil pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah, yaitu sekitar 90 MPa, sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan *tensil* yang tinggi, aluminium perlu dipadukan. Dengan dipadukan dengan logam lain, ditambah dengan berbagai perlakuan termal, aluminium paduan akan memiliki kekuatan *tensil* hingga 580 Mpa (paduan 7075).

Ductility didefinisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menerangkan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara plastis tanpa terjadinya retakan. Aluminium murni memiliki *ductility* yang tinggi. Aluminium paduan memiliki *ductility* yang bervariasi, tergantung konsentrasinya, namun pada umumnya memiliki *ductility* yang lebih rendah dari pada aluminium murni, karena *ductility* berbanding terbalik dengan kekuatan *tensil*, serta hampir semua aluminium paduan memiliki kekuatan tensil yang lebih tinggi dari pada aluminium murni.

2.9.2 Sifat Mampu Las pada Aluminium

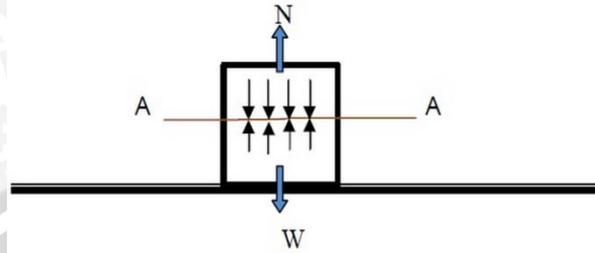
Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang mempunyai kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik. Logam ini dipakai secara luas dalam bidang kimia, listrik, bangunan, transportasi dan alat – alat penyimpanan. Kemajuan akhir – akhir ini dalam beberapa teknik pengelasan menyebabkan pengelasan aluminium dan paduannya menjadi sederhana dan dapat dipercaya. Karena hal ini maka penggunaan aluminium dan paduannya di dalam banyak bidang telah berkembang.

Jenis Al – murni teknik (seri 1000) Yaitu aluminium dengan kemurnian antara 99,0% lan 99,9%. Aluminium dalam seri ini di samping sifatnya yang baik dalam tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik juga memiliki sifat yang memuaskan dalam mampu las dan mampu potong.

2.10 Definisi dan macam tegangan

Hubungan antara aksi dan reaksi yang ada pada hukum newton I, bila sebuah balok terletak di atas lantai, balok akan memberikan aksi pada lantai, demikian pula sebaliknya lantai akan memberikan reaksi yang sama, sehingga benda dalam keadaan setimbang. Gaya aksi sepusat (F) dan gaya reaksi (F'') dari bawah akan bekerja pada setiap penampang balok tersebut. Jika kita ambil penampang A-A dari balok, gaya sepusat (F) yang arahnya ke bawah, dan di bawah penampang bekerja gaya reaksinya

(F'') yang arahnya ke atas. Pada bidang penampang tersebut, molekul-molekul di atas dan di bawah bidang penampang A-A saling tekan menekan, maka setiap satuan luas penampang menerima beban sebesar: F/A



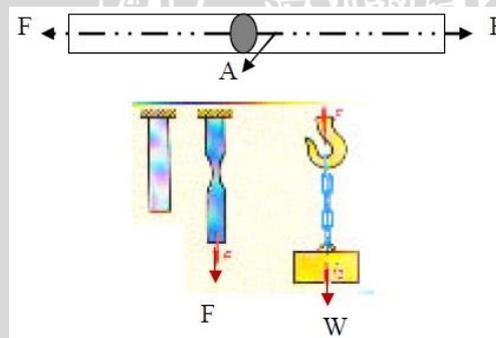
Gambar 2.9 Tegangan yang timbul pada penampang A-A
Sumber : Fisika 2, 2009

2.10.1 Macam-macam Tegangan

Tegangan timbul akibat adanya suatu reaksi seperti tarikan, tekanan, bengkakan dan juga pembebanan – pembebanan.

a. Tegangan Tarik

Tegangan tarik biasa terjadi pada rantai, paku keling, tali, kabel dan sebagainya. Rantai yang diberi beban W akan mengalami tegangan tarik sesuai dengan berat bebannya itu sendiri.



Gambar 2.10 Tegangan tarik pada batang penampang luas A
Sumber : Fisika 2, 2009

Persamaan tegangan tarik dapat dituliskan :

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F_a}{A} \quad (2.4)$$

F = Gaya tarik

A = Luas penampang

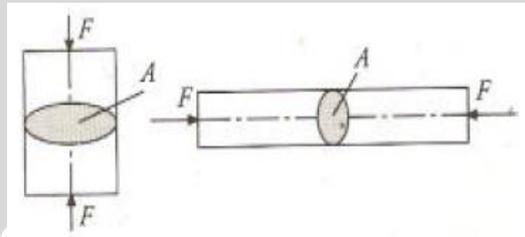
b. Tegangan Tekan

Apabila suatu batang terletak pada satu sumbu gaya dan diberi gaya F yang arah gayanya saling mendekati maka akan menimbulkan tegangan tekan. Tegangan tekan sering terjadi pada tiang bangunan yang belum mengalami tekukan, batang torak dan poros sepeda. Tegangan tekan dapat ditulis :

$$\sigma_D = \frac{F_a}{A} = \frac{F}{A} \quad (2.5)$$

F = Gaya tarik

A = Luas penampang

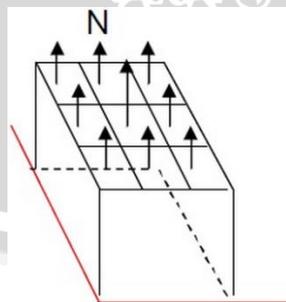


Gambar 2.11 Tegangan Tekan

Sumber : Fisika 2 , 2009

c. Tegangan Normal

Reaksi – reaksi yang diberikan pada benda mengakibatkan adanya tegangan normal. Apabila gaya dalam dihitung N , lalu luas penampang m^2 , Jadi satuan tegangan yaitu N/m^2 atau $dyne/cm^2$

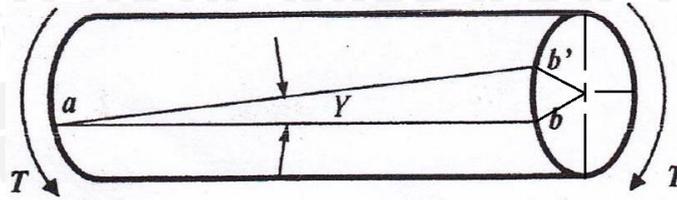


Gambar 2.12 Tegangan Normal

Sumber : Fisika 2 , 2009

d. Tegangan Puntir

Gaya putar dapat menyebabkan tegangan puntir. Tegangan puntir seringkali ditemui di batang torsi pada mobil, pada poros roda gigi serta saat proses pengeboran.



Gambar 2.13 Tegangan Puntir
Sumber : Fisika 2, 2009

Tegangan geser akibat puntiran akan timbul pada benda yang diberi beban puntir, tegangan puntirnya sebesar :

$$\tau_p = \frac{M_p}{W_p} \quad (2.6)$$

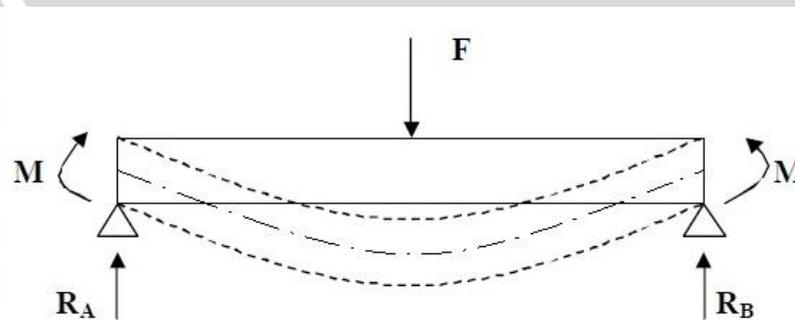
τ_p = tegangan geser akibat puntir (kg/cm²)

M_p = momen puntir / torsi (kg.cm)

W_p = momen tahanan polar (cm³)

e. Tegangan Bending

Ketika material dibebani dengan beban sesuai gambar, maka akan menghasilkan bending stress. Bending stress merupakan tipe dari normal stress akan tetapi sedikit lebih spesifik. Tegangan pada arah horizontal adalah nol.



Gambar 2.14 Tegangan Bending
Sumber : Fisika 2, 2009

$$F = R_A + R_B \text{ dan } \sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \quad (2.7)$$

σ_b = tegangan bending

M_b = momen bending

W_b = momen tahanan bending

2.11 Kekuatan Geser

2.11.1 Pengertian Tegangan Geser

Tegangan geser adalah tegangan yang diakibatkan oleh gaya yang arahnya sejajar dengan luasan permukaan (gaya tangensial). Luas penampang (A) yang menahan beban (P), tegangan yang terjadi pada luasan (A) disebut tegangan geser (τ).

2.11.2 Prinsip Tegangan Geser

Sifat-sifat suatu bahan dalam keadaan geser dapat ditentukan secara eksperimental dalam pengujian geser langsung (*direct shear*) atau puntiran (*torsion*). Pengujian kemudian dilakukan dengan memuntir pipa-pipa berongga, sehingga menghasilkan tegangan geser.

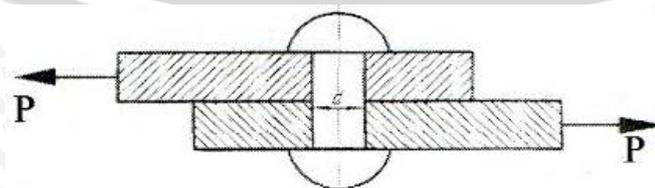
Sebagai contoh dapat dilihat pada sambungan keling. Tegangan geser pada keling diciptakan oleh aksi langsung dari gaya-gaya yang mengiris bahan.

$$\tau = \frac{P}{A} \quad (2.8)$$

τ = tegangan geser

P = gaya geser

A = luas bidang geser



Gambar 2.15 Tegangan geser sambungan keling

Sumber : <https://grisamesin.wordpress.com/2012/04/16/sambungan-keling-2/>