

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Penyambungan material dengan menggunakan metode las titik telah banyak dilakukan penelitiannya, baik itu penyambungan sejenis ataupun penyambungan tak sejenis. Ada berbagai variasi parameter yang telah diteliti sebelumnya, ada yang meneliti dengan memvariasikan material lasan, waktu penekanan, arus pengelasan, dan sebagainya. Pengelasan titik pada material tidak sejenis merupakan pengelasan yang sangat berperan penting dalam dunia otomotif selain dapat mengurangi beban pada kendaraan, pengelasan dengan cara ini juga dapat mengurangi biaya yang lebih murah, dengan menggabung material berbeda untuk mendapatkan kebutuhan yang diinginkan. Sifat fisik pada sambungan las titik banyak menjadi perhatian peneliti seperti kekuatan geser, kekerasan dan struktur mikro yang menjadi salah satu tolak ukur dalam menentukan kualitas sambungan

Anrinal dan Hendri (2012), melakukan penelitian tentang pengaruh variasi waktu penekanan terhadap kekuatan tarik hasil *spot welding* baja karbon rendah. Parameter waktu penekanan yang digunakan adalah (20, 25 dan 30 detik). Arus pengelasan yang digunakan adalah 70 A dan material ujinya adalah baja karbon rendah ST 37 dengan tebal 1,5 mm. Penelitian ini menggunakan 3 buah sampel untuk masing-masing variasi waktu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengelasan maka diameter nugget yang dihasilkan semakin besar dan gaya tarik yang dibutuhkan juga semakin besar pula. Diameter *nugget* terbesar yang dihasilkan adalah 5,8 mm pada variasi waktu 30 detik, dan tegangan tarik rata-rata terbesar yang dihasilkan adalah $400,82 \text{ N/mm}^2$ juga pada variasi waktu 30 detik.

Handra dan Syafra (2013), juga telah melakukan penelitian tentang studi kekuatan sambungan plat pada pengelasan titik yang ditinjau dari kekuatan tarik dan geser. Penelitian ini menggunakan plat hitam dan plat galvanis dengan ketebalan 1,2 mm sebagai spesimen uji serta parameter yang divariasikan hanya pada waktu penekanannya (2 detik, 2,5 detik, 3 detik dan 3,5 detik). Arus pengelasan yang digunakan sebesar 26 A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengelasan, kekuatan dan diameter *nugget* sambungan yang dihasilkan semakin besar pula, dimana nilai kekuatan tarik rata-rata terbesar dari sambungan plat hitam sebesar $167,30 \text{ N/mm}^2$ dan galvanis sebesar $145,56 \text{ N/mm}^2$.

Handra (2014), juga telah melakukan penelitian yang lain dengan judul pengaruh waktu tekan dan hasil gumpalan terhadap kekuatan geser pada las titik. Penelitian ini menggunakan plat baja dengan tebal 1,5 mm sebagai material uji, serta variasi waktu pengelasan yang digunakan adalah 10, 20 dan 30 detik. Dan arus pada elektroda 70 A, 80 A dan 90 A. Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data yang dilakukan, arus dan waktu penekanan yang paling efektif adalah 70 A dan 30 detik. Hal tersebut dilihat dari besarnya tegangan geser yang diperoleh, yaitu sebesar $511,623 \text{ N/mm}^2$, dimana nilai ini adalah yang paling besar dibandingkan dengan variasi yang lain. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dan pengolahan data diketahui arus elektroda dan waktu tekan yang efektif untuk ukuran pelat 1,5 mm pada titik waktu tekan 10 detik arus 70 A didapat tegangan gesernya sebesar $488,656 \text{ N/mm}^2$, dan waktu tekan pada 20 detik arus 70 A didapat tegangan gesernya sebesar $510,593 \text{ N/mm}^2$, dan pada waktu tekan 30 detik arus 70 A didapat tegangan gesernya sebesar $511,623 \text{ N/mm}^2$, sedangkan pada waktu 10 detik arus 80 A didapat tegangan gesernya $430,106 \text{ N/mm}^2$, dan pada waktu tekan 20 detik arus 80 A didapat penurunan tegangan gesernya sebesar 464 N/mm^2 , dan waktu 30 detik arus 80 A terjadi kenaikan tegangan geser sebesar $471,413 \text{ N/mm}^2$, dikarenakan makin besar arus yang diberikan semakin turun kekuatan gumpalan sehingga mengalami kegetasan atau putus pada gumpalan las.

Penelitian yang telah dilakukan Hayat (2010) pada *resistance spot welding* dengan memvariasikan kuat arus untuk mencari tahu pengaruh kuat arus terhadap *heat input, nugget geometry, mechanical and fractural properties*. Kuat arus yang digunakan sebesar 22 kA, 23 kA, 25 kA, 27 kA, 29 kA, 31 kA dan 33 kA pada sambungan material tidak sejenis antara paduan *magnesium AZ31* dengan tebal 1,7 mm dan paduan Aluminium AA1350 dengan tebal 1,5 mm, waktu pengelasan yang digunakan 2 cycle dan tekanan elektrodanya sebesar $5 \times 10^5 \text{ Pa}$. Hasil dari pengelasan menunjukkan bahwa kekerasan memiliki nilai rata-rata $40 \pm 5 \text{ HV}$ untuk permukaan Aluminium sedangkan pada permukaan *Magnesium* sebesar $73,5 \pm 5 \text{ HV}$ dan kekerasan pada *weld metal* atau sambungan las berkisar antara $190 \pm 10 \text{ HV}$. Pada hasil uji tarik didapatkan nilai kapasitas pembebanan atau *tensile shear load bearing capacity* terbaik pada variasi kuat arus 29 kA dengan nilai 2,75 KN, semakin meningkatnya kuat arus maka nilai TLBC (*tensile shear load bearing capacity*) akan semakin meningkat, akan tetapi pada kuat arus diatas 29 kA mengalami penurunan dikarenakan *heat input* yang berlebihan dan sambungan memasuki fase kerapuhan. Hasil struktur mikro menunjukkan bahwa kegagalan bermula dari *micro void* dan *micro crack*. Sedangkan struktur pada *intermetallic compound* bersifat kerapuhan, *low fracture toughness* dan sensitif terhadap *crack*.

Amin (2017) meneliti pengaruh variasi kuat arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada sambungan material tidak sejenis antara baja *stainless steel* dengan baja karbon rendah dengan metode las titik. Kuat arus yang digunakan sebesar 60 A, 70 A, dan 80 A dengan waktu 4 detik. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan kuat arus dari 60 A ke 70 A menunjukkan peningkatan pada kekuatan Tarik/geser yaitu sebesar 150,785 KN/mm² dan 190,920 KN/mm². Akan tetapi kenaikan kuat arus dari 70 A ke 80 A mengalami penurunan nilai kekuatan geser dimana pada kuat arus 80 A nilai kekuatan gesernya sebesar 153,533 KN/mm², dengan meningkatkan arus pengelasan didapatkan kekuatan tarik yang semangkin rendah. Hal ini dikarenakan arus pengelasan yang semangkin besar akan menghasilkan daerah logam las yang lebar serta penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan. Hal ini sesuai dengan diameter logam las (*nugget*) yang terbentuk, dimana seiring dengan meningkatnya arus pengelasan maka diameter *nugget* semakin besar. Semangkin besar arus yang digunakan, maka masukan panas yang terjadi juga semakin besar. Tetapi tidak selamanya sambungan menjadi lebih baik, pada sambungan las titik logam *dissimilar* ada suatu kondisi dimana semakin besar arus tetapi hasil lasnya rusak, hal ini terjadi karena titik lebur pada setiap material berbeda-beda, jika panas yang dihasilkan melebihi titik lebur material yang digunakan, maka hasil pengelasan akan rusak. Pada pengujian struktur mikro, terlihat bahwa struktur yang terbentuk adalah *ferrit* dan *perlit* yang tersebar merata di daerah HAZ.

Waluyo (2013), meneliti tentang sifat fisis, mekanis dan efisiensi panas yang dihasilkan dari pengelasan aluminium dengan metode las titik. Parameter pengujian yang digunakan adalah variasi tebal plat dan waktu penekanan. Variasi tebal plat yang digunakan adalah 0,8 mm; 1mm dan 1,2 mm sedangkan variasi waktu penekanan yang digunakan yaitu 1 detik; 1,5 detik dan 2 detik. Material pengujian disambung tindih (*lap joint*) dengan arus pengelasan sebesar 26 A dan voltase output 1,75 V. Hasil pengujian menunjukkan kekerasan terbesar didapat pada pengelasan menggunakan waktu pengelasan 2 detik dan tebal plat 1,2 mm yaitu sebesar 0,09 kg/mm² dan kekerasan terendah terjadi pada penekanan 1 detik sebesar 0,005 kg/mm² hal ini disebabkan perbedaan heat input. Heat input pada penekanan 2 detik besarnya 90 joule dan pada penekanan 1 detik besarnya 45,5 joule terjadi perbedaan 45,5 joule kurang lebih 50 % bila dibandingkan dengan waktu penekanan 2 detik. Hal ini disebabkan karena waktu penekanan lebih lama menyebabkan heat input yang masuk selama proses pengelasan lebih besar dan pendinginan yang relative sama sehingga menyebabkan besar butir pada struktur mikro dengan waktu penekanan yang lebih lama menjadi lebih kecil bila dibandingkan

dengan waktu penekanan 1 detik. Berdasar metode hyen semakin kecil butiran pada struktur mikro maka kekerasannya semakin besar bila dibandingkan dengan besar butir yang besar.

Fachruuddin, dkk (2016) melakukan penelitian pada las titik dengan memvariasikan kuat arus pengelasan untuk melihat hubungannya terhadap kekuatan geser, kekerasan dan struktur mikro pada sambungan beda material antara SS AISI 304 dengan Baja Karbon Rendah ST41. Dalam penelitian ini kuat arus yang digunakan sebesar 1000 A, 1200 A, 1400 A dan 1600 A dengan waktu pengelasan selama 1 detik, material yang akan disambung memiliki tebal 1 mm. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dengan kenaikan kuat arus akan mengakibatkan penurunan kekuatan geser dan kekerasannya, dan sambungan dengan kekuatan geser terbaik diperoleh pada variasi kuat arus sebesar 1000 A dengan nilai kuat gesernya $76,89 \pm 15,36$ kg/mm². Pada segi uji kekerasan dengan metode *rockwell* diperoleh nilai terbaik pada variasi kuat arus 1000 A dengan nilai sebesar 104 HRB pada logam las Baja SS AISI 304 dan 105,7 HRB pada logam baja karbon ST41, selain itu jika dilihat pada struktur mikronya pada variasi kuat arus 1000 A didominasi oleh *ferrit acicular* selain itu juga ada jenis struktur *ferrit* dan *perlite* dimana kedua fasa tersebut tersebut merata.

Beberapa penelitian diatas menunjukkan bahwa penelitian pada sambungan las titik sangat menarik dan masih banyak yang perlu diteliti dari penggunaan material yang berbeda maupun material yang sama atau menggunakan parameter-parameter yang dapat mempengaruhi karakteristik material demi meningkatkan kualitas sambungan. Penelitian pada las titik dengan memvariasikan voltage/amper, waktu penekanan dan kuat arus sangat berpengaruh pada sifat mekaniknya selain itu parameter ini menjadi poin penting dalam menentukan karakteristik yang optimal. Akan tetapi penelitian yang terfokus pada pengaruh variasi kuat arus terhadap karakteristik material dengan metode *spot welding* masih sangat jarang dilakukan terutama untuk penyambungan *dissimilar* antara *stainless steel* 430 dan baja galvanis.

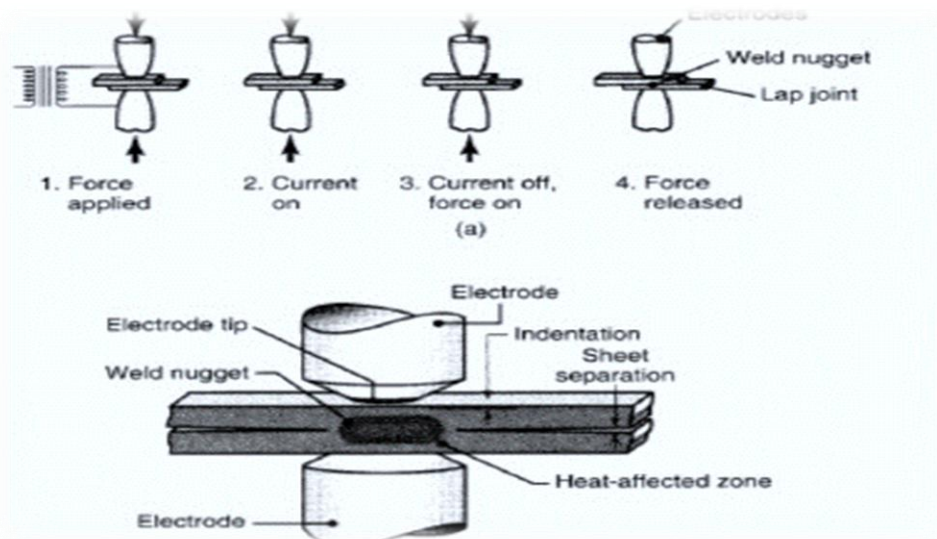
2.2. Dasar teori

Las titik (*spot welding*) las membutuhkan panas yang mana dihasilkan dari resistansi listrik di antara dua bagian yang akan disambungkan. Jenis las ini memiliki kelebihan seperti tidak membutuhkan elektroda, gas shielding, atau flux. Las titik, bisa disebut RSW (*resistance spot welding*) adalah salah satu jenis pengelasan resistansi.

Las titik bekerja dengan menyatukan kedua ujung padatan berbeda (berbentuk silindrik) kedua logam pelat berbeda yang akan disambungkan dan pemanasan resistansi menghasilkan

las titik. Untuk menghasilkan ikatan yang kuat di weld nugget digunakan penekanan (diberi gaya) hingga tegangan listrik dimatikan dan las memadat. Akurasi kontrol dan waktu pemberian tegangan juga besar tekanan harus diperhatikan pada las titik. bentuk dan permukaan ujung elektroda juga perlu untuk diperhatikan. Las titik biasanya digunakan untuk fabrikasi logam pelat.

Ada empat tahap waktu pada las titik, seperti yang di jelaskan pada gambar di bawah. Pertama, gaya diberikan pada elektroda. Kedua, selain gaya diberikan juga aliran tegangan listrik. Ketiga, dengan gaya yang tetap ditahan pada elektroda tegangan listrik dihilangkan, di sini lah proses las itu terjadi. Terakhir, gaya dilepaskan dari elektroda dan terbentuk weld nugget. Semua proses tersebut dilakukan dengan mesin las titik dengan dua benda kerja yang saling ditumpuk dapat dilihat pada (Gambar 2.1).



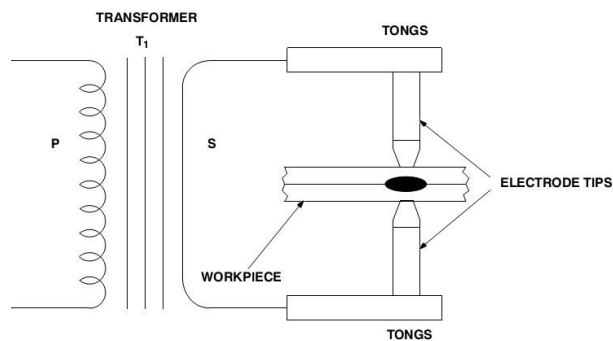
Gambar 2.1. proses waktu pengelasan (Harono 2000)

Weld nugget umumnya berukuran diameter 6-10 mm. Permukaan las titik memiliki identansi yang tipis. Tegangan yang digunakan beragam dari 3000 hingga 40.000 A, tergantung pada material yang akan dilas dan ketebalannya. Elektroda umumnya terbuat dari paduan tembaga dan harus memiliki konduktivitas elektrik yang mencukupi dan ketahanan terhadap panas yang mencukupi untuk menjaga bentuknya.

Las titik adalah jenis las resistansi yang paling mudah dan banyak digunakan. Biasanya hanya digunakan sepasang elektroda dan tekanan yang digunakan berasal dari sumber mekanik ataupun pneumatik. Jenis las titik rocker-am digunakan untuk bagian kecil sementara press untuk bagian yang lebih besar.

2.2.1 Las Resistansi Listrik (*Resistance Welding*)

Las Resistensi Listrik (*Resistance Welding*) adalah metode pengelasan yang paling sering digunakan untuk penyambungan plat (*sheet metal*). Dimana material logam yang akan disambung di tekan satu sama lain pada saat yang bersamaan tegangan listrik yang besar dialirkan oleh kedua elektroda melewati kedua permukaan material yang berhimpit sehingga timbul panas dan mencair karena adanya tahanan/resistensi pada permukaan tersebut. Tekanan diberikan untuk memberikan kontak pada kedua permukaan, setelah tegangan listrik dialirkan dan temperatur yang tinggi telah tercapai maka logam mencair kemudian arus listrik dihentikan sedangkan tekanan tetap diberikan pada kedua permukaan untuk menggabungkan dua buah logam Cara kerja elektroda ditunjukkan pada (Gambar 2.2).

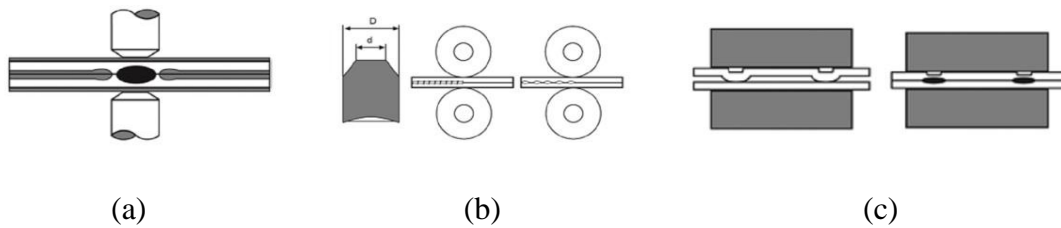


Gambar 2.2. Las Resistensi Listrik (Resistance Welding)

(Miller, 2012)

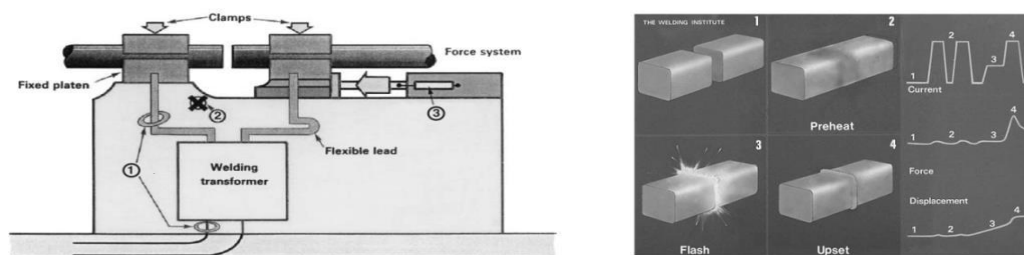
Untuk menghindari panas berlebih pada elektroda terdapat sistem pendingin dalam elektroda yaitu air di alirkan ke dalam elektroda sehingga saat terjadi proses pengelasan panas yang dihasilkan tidak akan melelehkan elektroda. Bahan yang digunakan untuk elektroda harus memiliki sifat konduktor listrik yang baik artinya memiliki tahanan dalam yang rendah dan kuat, seperti tembaga dan paduannya.

Ada dua jenis sambungan dalam Las Resistensi Listrik yaitu sambungan tumpang (*Lap Joint*) untuk pengelasan plat (*sheet metal*) dan sambungan tumpul (*Butt Joint*) untuk pengelasan batang atau pipa. Sambungan tumpang (*Lap Joint*) masih dibagi menjadi dua metode yaitu las titik (*Spot Welding*) dan las garis (*seam welding*) dan las timbul (*projection welding*), seam welding adalah pengelasan dengan elektroda berbentuk roda yang diputar sehingga menghasilkan las yang panjang, sepanjang sambungan pada benda kerja. Dari kedua sambungan las yang dijelaskan dapat dilihat pada (Gambar 2.3).



Gambar 2.3. Jenis sambungan tumpang : (a) spot welding (b) seam welding (c) projection welding (Ruukki, 2017)

Pada pengelasan jenis sambungan *Butt Joint* terjadi dua fase proses yaitu *flashing phase* dan *upsetting phase*. Dua komponen yang akan disambung (dilas) dicekam oleh dua buah elektroda, salah satu elektroda dapat bebas bergerak/bergeser. Tegangan rendah dan Arus yang tinggi dialirkan melalui kedua komponen yang akan disambung. Panas yang tinggi akibat besarnya arus yang mengalir mengakibatkan ujung komponen yang berhimpit (ujung kontak) akan meleleh dan menyatu dapat dilihat pada (Gambar 2.4).



Gambar 2.4. Skema pengelasan flash butt joint (Ruukki, 2007)

Pada pengelasan resistensi listrik terdapat tiga faktor yang mempengaruhi besarnya energi panas/kalor untuk mencairkan logam. Ketiga faktor tersebut dapat ditinjau dari rumus total heat input yang dihasilkan seperti diketahui pada rumus (2.1).

$$H = I^2 \cdot R \cdot t \dots \dots \dots (2.1)$$

- Dengan : H = Total *heat input* (joule)
- I^2 = Arus listrik (Ampere)
- R = tahanan (ohm)
- t = Waktu pengelasan (detik)

a. Current Welding (Teganga Listrik Pengelasan)

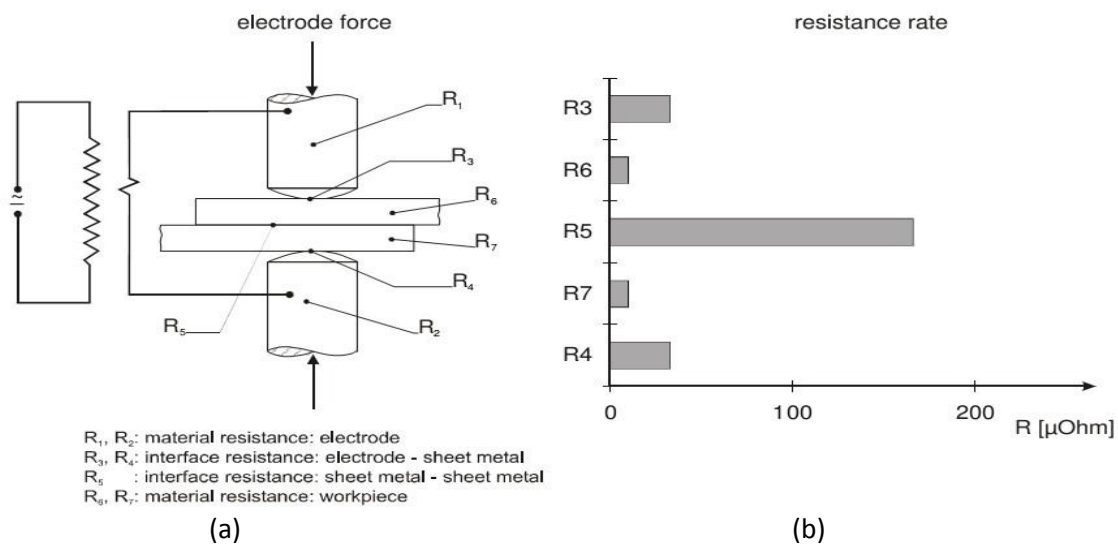
Untuk mengatur besarnya tegangan listrik yang akan digunakan pada mesin pengelasan Resistance Welding biasanya terdapat kontrol tegangan *step-down*, besarnya tegangan diatur oleh banyaknya gulungan coil primer dan sekunder dengan mengubah besarnya tegangan keluaran.

Besarnya tegangan yang digunakan pada pengelasan Spot Welding antara 4-20 V. Besarnya tegangan yang digunakan tergantung pada jenis material yang akan dilas dan ketebalan plat.

b. Resistance (Tahanan Listrik)

tahanan listrik yang terdapat pada sirkuit sistem pengelasan resistance welding adalah jumlah keseluruhan dari :

1. Resistensi material dari elektroda
2. Resistensi interface (elektroda-sheet metal)
3. Resistensi interface (sheet metal-sheet metal)
4. Resistensi material dari benda kerja



Gambar 2.5. Resistnsi pada resistance welding (a) Skema penekanan titik (b) Tekanan titik masing-masing baja.

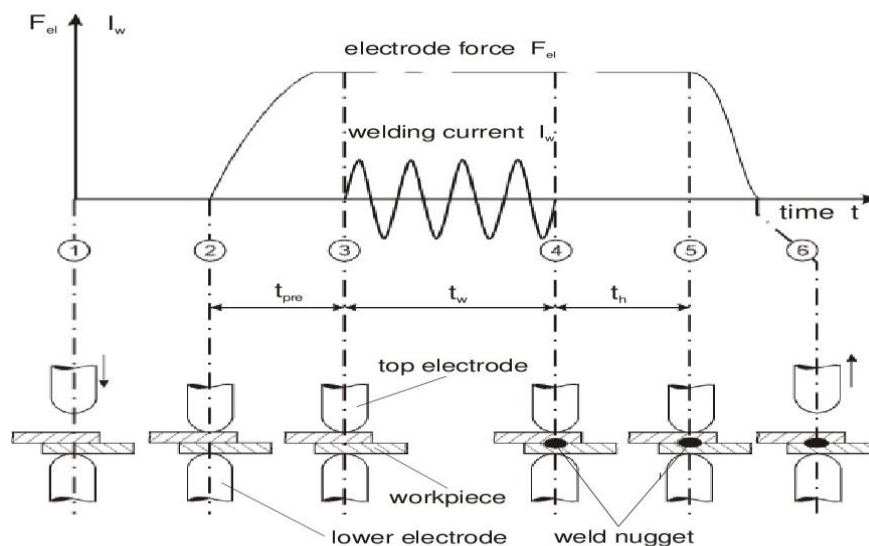
(ISF, Welding and joining institute, 2002)

Tahanan listrik/Resistensi dari material benda kerja ditentukan berdasarkan jenis dari materialnya. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa resistensi paling besar adalah resistensi *interface* antara *sheet metal-sheet metal* kemudian secara berurutan resistensi *interface* antara elektroda-*sheet metal* kemudian resistensi material benda kerja. Untuk resistensi material elektroda sangat kecil hal ini karena material elektroda yang digunakan dipilih dari material yang memiliki sifat konduktivitas listrik yang baik seperti Tembaga dan paduannya.

c. *Welding Time* (Waktu Pengelasan)

Variabel yang dapat diatur (*adjustable variable*) untuk mendapatkan energi panas yang masuk (*Heat Input*) pada pengelasan Resistensi Listrik adalah tegangan yang digunakan (*Voltage Welding*) dan waktu pengelasan (*Welding Time*). Waktu pengelasan biasanya sangat singkat. Waktu pengelasan dalam satuan *cycle* dimana untuk listrik dengan frekuensi 50 Hz, 1 detik = 50 *cycle* maka untuk 1 *cycle* = 0.02 detik dapat dilihat pada gambar 2.6. Waktu pengelasan dalam pengelasan Resistensi Listrik terdiri dari 3 waktu yaitu:

1. *Set-Up Time* (*Pre-welding Squeeze Time*)
2. *Welding Time* (*Voltage Time*)
3. *Holding Time*



Gambar 2.6. Proses pengelasan dan waktu pengelasan

(ISF, Welding and joining institute, 2005)

Set-Up Time (Pre-welding Squeeze Time) berfungsi untuk menekan benda kerja dan menyetel tahanan interface (*setting-up reproducible resistance*) sebelum pengelasan. Akan tetapi *set-up time* tidak memberikan efek terhadap propertis teknis (*technical properties*) dari hasil pengelasan, meski demikian harus diberikan cukup lama agar elektroda memberikan gaya penekanan yang cukup sebelum tegangan listrik dialirkan.

Welding Time (voltage Time) atau waktu pengelasan adalah waktu dimana arus listrik dialirkan saat proses pengelasan. *Welding time* sangat singkat antara 4-50 cycle (0.1-1 detik). Pengaturan *welding time* tergantung dari mesin las resistensi listrik yang digunakan. Pada mesin las sudah tersedia panel pengaturan *welding time* yang ingin dikehendaki, besarnya *welding time* dipengaruhi oleh tebal plat yang dilas dan berhubungan dengan tegangan listrik, artinya sangat memungkinkan jika tegangan yang diberikan besar maka *welding time* lebih singkat, jika tegangan yang diberikan kecil maka *welding time* bisa lebih lama.

Saat menggunakan *welding time* yang terlalu lama maka benda kerja dan elektroda akan menghantarkan panas keluar dari permukaan material yang terhubung (*connecting surface*) dan semakin banyak panas yang terbuang (*Heat Loss*) sehingga *nugget* terlalu kecil, untuk material dengan konduktivitas listrik yang tinggi seperti tembaga dan Aluminium menggunakan *welding time* yang lebih singkat dari pada baja dan paduannya. Penggunaan *welding time* yang lama akan lebih menguntungkan pada pengelasan material yang cenderung keras dan getas karena dengan *welding time* yang lama maka waktu pendinginan juga akan lama.

Holding time adalah waktu dimana setelah *nugget* terbentuk dan tegangan berhenti dialirkan gaya penekanan tetap diberikan untuk mencegah terbentuknya pori-pori dalam *nugget*. *Holding time* diberikan cukup lama saat proses pendinginan (logam cair mengeras kembali) agar mencapai kekuatan yang cukup pada daerah yang dilas. Oleh karena itu semakin tebal plat yang akan dilas maka semakin lama *hold time* yang diberikan. Secara umum lama *hold time* dalam pengelasan *Spot Welding* adalah 10-50 cycles. Waktu *hold time* yang pendek (10-20 cycles) biasanya diberikan pada pengelasan material yang cenderung getas untuk mencegah efek pendinginan dari elektroda pada daerah las.

2.2.2 Pengelasan Material Beda Jenis (*Dissimilar Metal Welding*)

Pengelasan material tidak sejenis lebih sulit dilakukan dibandingkan material sejenis karena siklus termal yang dimiliki setiap logam berbeda (Amin, 2017). Selain itu pengelasan ini memang banyak sekali kendala seperti pada perbedaan sifat fisik, mekanik, termal, dan metalurgi pada kedua material tersebut terlebih lagi pada konduktivitas panas, perbedaan titik

leleh (*melting point*) dan kelarutan pada masing-masing material yang disambung menjadi poin terpenting pada pengelasan material tidak sejenis dalam menentukan karakteristik material dalam suatu sambungan (Faozi, 2015). Pada penelitian ini material yang akan digunakan dalam proses pengelasan *spot welding* adalah Stainless Steel 430 dengan Baja galvanis.

2.2.3 Baja Tahan Karat (*Stainless Steel*)

Baja tahan karat tipe 430 adalah *low carbon ferritic stainless steel*. Baja tahan karat tipe ini memiliki ketahanan korosi yang cukup baik di lingkungan yang korosif dan ketahanan oksidasi yang cukup baik pada suhu tinggi. Aplikasi baja tipe ini biasanya banyak digunakan dalam reaktor atom, turbin, mesin jet, pesawat terbang, trim otomotif, peralatan dapur, bagian mesin cuci, pipa industri dan peralatan lainnya yang biasa di lingkungan korosif. Baja memiliki kemampuan las yang terbatas dan tidak boleh digunakan dalam kondisi seperti dilas untuk struktur beban dinamis atau impact. Selain itu baja tipe 430 ini lebih murah dibandingkan baja seri 300 dikarenakan baja tipe ini tidak mengandung nikel atau molybdenum.

2.2.4 Baja galvanis

Jenis baja galvanis, umumnya dikembangkan berdasarkan konsep pelapisan (*barrier protection*), yaitu melapisi baja dengan material logam lain yang sangat tahan terhadap korosi, namun ada juga yang dikembangkan dengan metode katoda. Lapisan pelindung berkomposisi umumnya 98% Zinc dan 0.2 Al. Kekuatan dan ketahanan baja ringan, tergantung ukuran ketebalan material dan anti karatnya. Untuk iklim Indonesia, Zinalume /Galvalume dengan pelapisan aluminium zinc minimum 150 gr/m² atau Galvanis dengan pelapisan Zinc minimum 180 gr/m², servis lifenya bisa 25-30 tahun, profil ini memakai baja ringan. G550 sebagai bahan profil rangka. G550 adalah standar awal penggunaan material baja ringan ini dapat diartikan secara teknis daya tahan titik leleh minimum (diakibatkan oleh gaya tarik) adalah 550 MPa (MegaPascal atau KNm) dan tegangan maksimum 550 MPa. Acuan standar awal adalah teknologi yang pertama kali digunakan dan diadopsi dari negara-negara yang sudah maju. Lapisan tersebut ditujukan untuk mencegah korosi galvanik berkarat dan istilah tersebut diambil dari nama seorang ilmuwan berkebangsaan Italia Luigi Galvani. Baja Galvanis ini relative lunak dan lemah akan tetapi baja jenis ini memiliki ketangguhan dan keuletan yang sangat bagus, penggunaannya sangat banyak termasuk pada komponen pada mobil, saluran pipa, bangunan, jembatan dan kaleng.

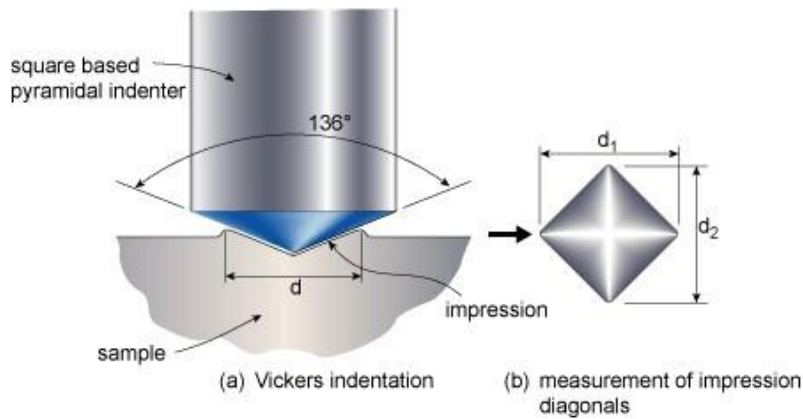
2.2.5 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada permukaan material atau bahan, sehingga dapat mengetahui karakteristik dari spesimen. Pengujian mikro ini digunakan untuk mencari tahu hasil dari pengelasan pada sambungan terutama pada daerah *weld metal* dan HAZ (*heat affected zone*). Pemeriksaan mikro berguna untuk mengetahui informasi yang didapat berupa bentuk struktur, ukuran butir, dan banyaknya bagian struktur yang berbeda untuk mengetahui atau menentukan sifat dan karakteristik dari logam melalui bentuk struktur yang terbentuk pada logam tersebut. Pembesaran pada pengujian mikroskop ini antara 20 – 3000 kali atau bahkan lebih.

2.2.6 Pengujian Kekerasan Vickers

Pengujian kekerasan adalah salah satu pengujian untuk menentukan sifat mekanik suatu bahan atau material, pengujian kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu bahan atau material dalam menerima beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Pengujian kekerasan *Vickers* merupakan salah satu metode pengujian kekerasan dari tiga jenis pengujian kekerasan yang ada, pengujian kekerasan *Vickers* ini merupakan pengujian yang banyak digunakan karena bekas penekanan kecil, pengukurannya teliti, dan range ukurannya besar.

Pengujian kekerasan *Vickers* memiliki indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4. Beban yang diberikan pada pengujian ini lebih kecil dibandingkan kedua jenis pengujian kekerasan yang lain antara 1 sampai 1000 gram. Angka kekerasan vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (P) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indenter (diagonalnya) yang dikalikan dengan $\sin(136^\circ/2)$ di tunjukan pada (Gambar 2.7).



Gambar 2.7. bentuk indenter pengujian kekerasan vickers (a) Indentasi Vickers
 (b) pengukuran diagonal cetakan. (The Welding Institute, 2016)

Besar sudut itu digunakan karena merupakan perkiraan rasio terideal indentasi diameter bola pada uji Brinell. Besar beban indenter bervariasi antara 1 kg sampai 120 kg sesuai dengan tingkat kekerasan material spesimen. Prinsip dari uji kekerasan Vickers adalah besar beban dibagi dengan luas daerah indentasi. Persamaan dalam menentukan nilai kekerasan dengan metode Vickers ini dapat dituliskan, pada tabel berikut:

$$HV = \frac{1,854 P}{d^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

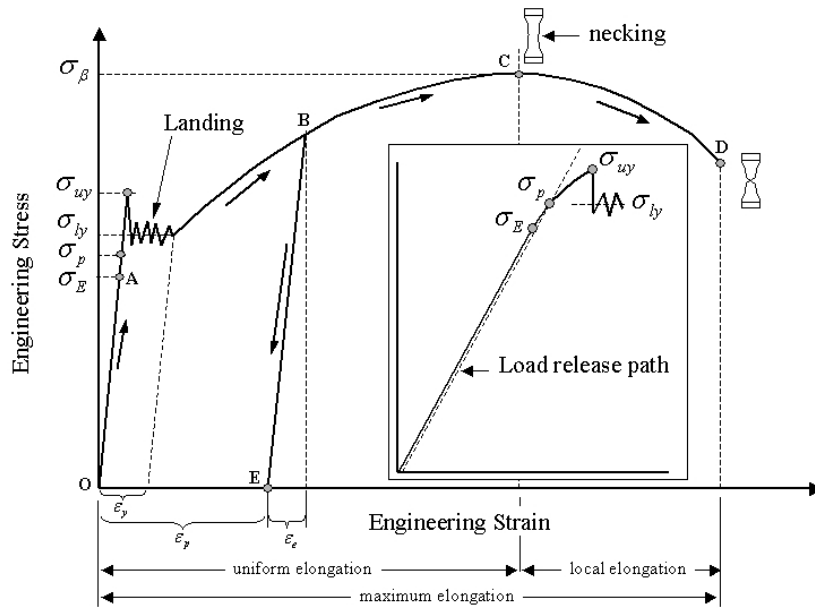
Dengan : HV = Angka kekerasan Vickers

P = Beban (Kg)

d = Diagonal rata-rata ukuran dari bekas injakan d_1 dan d_2 (mm)

2.2.7 Pengujian Tarik dan tegangan Geser

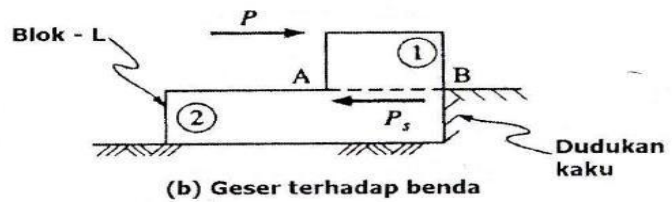
Pengujian Tarik adalah salah satu pengujian untuk menentukan sifat mekanik dari material, pengujian ini sangat umum digunakan untuk menentukan karakteristik material bahkan sampai untuk mendesain sesuatu. Pada pengujian ini benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji (Faozi, 2015). Secara umum biasanya data yang diperoleh melalui pengujian ada 2 jenis yaitu: kurva tegangan-regangan (a) dan kurva gaya-perpanjangan (*extension*) (b) dapat ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Grafik hasil pengujian tarik (Zienkiewicz 1968)

Hasil dari grafik atau kurva ini tergantung pada suatu material atau bahan yang akan di uji, dilihat dari beberapa faktor seperti komposisi, perlakuan panas, cacat pada spesimen, dan temperatur.

Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang dan tidak segaris dengan batang yang diberikan. Tegangan ini banyak terjadi pada konstruksi. Misalny: sambungan keling, gunting, baut, dan sambunga baja di tunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. contoh gaya geser

(Annual book of ASME IX standart)

Gaya geser terdistribusi merata kurang lebih sama seperti yang terjadi pada gaya tarik atau tekan yang terdistribusi merata. Pada kasus ini, gaya geser yang dihitung dari rumus (2.3).

$$S_s = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan = P = Gaya tarik (kg)

A = Luas penampang geser (cm²)

Ss = shear stres/tegangan geser (N/m²)