

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Penelitian tentang penyambungan material dengan metode las titik sudah banyak dikembangkan, terutama pada industri otomotif. Pengelasan titik material sejenis maupun tidak sejenis sudah banyak diteliti dengan menggunakan variasi parameter yaitu kuat arus pengelasan, waktu penekanan, material lasan, dan gas pelindung. Penggunaan las titik dengan material tidak sejenis pada konstruksi mobil sangat baik karena mudah untuk digunakan dan dapat dilakukan dengan waktu yang cepat. Paduan antara *stainless steel 430* dan baja karbon rendah sangat baik untuk konstruksi pada mobil karena dapat mengurangi beban mobil, mengurangi biaya produksi supaya lebih murah, dan lebih kuat serta irit bahan bakar.

Penelitian tentang pengaruh arus dan waktu pengelasan terhadap sifat mekanik sambungan las titik (*spot welding*) logam tak sejenis. Penelitian ini menggunakan material baja karbon rendah dan baja tahan karat austenit tipe 316L dengan tebal masing-masing 0,9 mm. Parameter variasi kuat arus yang digunakan yaitu 5000 A, 6000 A, dan 7000 A, Sedangkan variasi waktu adalah 0,4 dt, 0,5 dt, dan 0,6 dt. Hasil pengujian diperoleh pada kuat arus 5000 A dengan waktu 0,4, 0,5, 0,6 detik memiliki daya beban sebesar 4,857 kN, 4,860 kN, 5,160 kN. Pada kuat arus 6000 A dengan waktu yang sama memiliki daya beban sebesar 4,940 kN, 4,977 kN, 5,313 kN. Sedangkan pada kuat arus 7000 A memiliki daya beban sebesar 5,267 kN, 5,277 kN, 5,323 kN. Nilai kekerasan yang paling optimal pada daerah logam induk adalah pada variasi kuat arus 7000 A dan waktu 0,6 detik dengan material baja karbon rendah terjadi peningkatan rata-rata nilai kekerasan yaitu 3,47 kali yang lebih besar dibanding nilai kekerasan rata-rata pada baja karbon tahan karat yaitu 2,06 kali. Kenaikan nilai daya beban dukung tarik geser dipengaruhi oleh peningkatan dari kuat arus dan waktu

yang digunakan, sedangkan nilai kekerasan dari pengujian kekerasan ini dipengaruhi oleh masukan panas dan pendinginan cepat dilakukan oleh (Hendrawan dan Rusmawan, 2014).

Penelitian dengan judul pengaruh arus dan waktu *spot welding* terhadap sifat mekanik sambungan *dissimilar* AISI 1003 dengan AISI 1025. Pada penelitian ini variasi arus yang dipakai adalah 49 A, 52 A, 55 A, 58 A, 61 A, dan kombinasi waktunya 14, 17, 20, 23, 26 *cycle*. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada variasi 26 *cycle* dan 58 A yaitu sebesar 27,03 kg/mm². Hal ini disebabkan karena pada variasi ini semua mur menyatu ke plat sampai menyebabkan alir rusak. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah las dengan variasi waktu 23 *cycle* dan arus 52 A sebesar 237,7 VHN. Hasil uji struktur mikro menunjukkan pada daerah base metal didominasi oleh struktur *ferrit*, kemudian pada daerah HAZ didominasi oleh *ferrit* dengan sedikit *acicular ferrit* (AF) dan *grain boundary ferrit* (GF), sedangkan pada daerah *weld metal* didominasi oleh *ferrit* dengan sedikit *acicular ferrit* (AF) dan *widmanstatten ferrit* (WF) dipaparkan oleh (Mustakim dkk, 2017).

Pengaruh variasi parameter arus listrik dan waktu pengelasan terhadap sifat fisik dan mekanik sambungan las *spot TIG* material tak sejenis baja SS400 dan paduan aluminium AA5083 dengan tebal masing-masing 1,2 mm dan 2,5 mm. Variasi parameter yang digunakan yaitu arus pengelasan dan waktu pengelasan, dimana kuat arusnya sebesar 70A, 80A, 90A, 100A, dan variasi waktu penekanannya sebesar 6 detik, 7 detik, 8 detik. Dari hasil pengujian didapatkan nilai *Tensile Load Bearing Capacity* (TLBC) rata-rata tertinggi pada kuat arus 100 A disetiap variasi waktu penekanan yaitu pada waktu penekanan 6 detik sebesar 510,25 N, waktu penekanan 7 detik sebesar 691,73 N, dan waktu penekanan 8 detik sebesar 869,19 N. Nilai kekerasan tertinggi berada pada kuat arus 70 A dan waktu pengelasan 6 detik yaitu sebesar ±241,30 HV pada daerah *weld metal* baja SS400 dan nilai kekerasan tertinggi juga berada pada kuat arus 70 A dengan waktu pengelasan 6 detik yaitu sebesar 175,30 HV pada daerah HAZ baja SS400. Sedangkan struktur mikro menunjukkan pembesaran

ukuran butir pada daerah HAZ baja SS400 dan aluminium AA5083 seiring dengan meningkatnya arus dan waktu pengelasan sehingga menghasilkan masukan panas yang tinggi diteliti oleh (Faozi, 2015).

Penelitian tentang las titik dengan judul pengaruh variasi voltase dan waktu penekanan sambungan pengelasan titik (*spot welding*) terhadap kekuatan geser dan kekuatan *peel* baja SPCC. Tebal plat yang digunakan yaitu 1,6 mm, variasi voltase yang digunakan adalah 2,30 V, 2,70 V, 3,20 V dengan waktu penekanan 3 detik, 4 detik, 5 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengujian kekuatan geser nilai tegangan yang tertinggi ada pada voltase 2,30 V pada waktu penekanan 4 detik dan nilai regangan yang tertinggi pada waktu 3 dan 4 detik, pada voltase 2,70 V nilai tegangan tertinggi yaitu pada waktu penekanan 5 detik dan nilai regangan tertinggi pada waktu 3 detik, sedangkan pada voltase 3,20 V nilai tegangan tertinggi pada waktu 5 detik dan nilai regangan tertinggi pada waktu 3 dan 4 detik. Pada pengujian *peel* didapatkan nilai tegangan yang tertinggi pada waktu penekanan yang sama yaitu 5 detik disetiap variasi voltase, untuk nilai regangan tertinggi ada perbedaan dimana pada voltase 2,70 V dan 3,20 V nilai regangan tertinggi diperoleh pada waktu penekanan 3 detik, sedangkan untuk voltase 2,30 V nilai regangan tertinggi terdapat pada waktu penekanan 5 detik. Hasil dari pengujian tegangan geser dan tegangan *peel* dipengaruhi oleh waktu penekanan dan voltase pengelasan yang diberikan, penelitian ini dipaparkan oleh (Febriyanto dan Purwanto, 2018).

Penelitian pada sambungan material tidak sejenis antara baja SS400 dengan paduan Aluminium 5083 dengan metode *Spot TIG Welding* dengan memvariasikan kuat arus dan gas pelindung. Pada proses penyambungan kuat arus yang digunakan sebesar 70 A, 80 A, 90 A, dan 100 A, waktu pengelasan selama 6 detik pada semua penyambungan dan gas pelindung yang digunakan adalah Gas Argon, Gas campuran antara Argon 95% dengan CO₂ 5% dan Gas campuran antara Argon 95% – CO₂ 10%. Hasil menunjukkan bahwa kenaikan pada kuat arus dan kandungan CO₂ pada gas pelindung menyebabkan kenaikan pada *tensile shear load bearing capacity* (TLBC),

nilai *peak load* pada penggunaan gas argon adalah untuk variasi kuat arus 70 A sebesar $\pm 86,7$ N, 80A sebesar $\pm 222,59$ N, 90 A sebesar $\pm 344,88$ N dan untuk 100 A memiliki nilai sebesar $\pm 512,88$ N. Pada gas pelindung campuran (95% Argon dengan 5% CO₂) untuk kuat arus 70 A memiliki nilai sebesar $\pm 123,42$ N, 80 A sebesar 256,9 N, 90 A sebesar 396,34 N dan 100 A memiliki nilai sebesar $\pm 553,42$ N. Sedangkan pada gas pelindung campuran (95% Argon dengan 10% CO₂) memiliki nilai yang lebih besar, untuk kuat arus 70 A dengan nilai sebesar $\pm 158,01$ N, 80 A sebesar $\pm 323,60$ N, 90 A sebesar $\pm 475,30$ N dan 100 A sebesar $\pm 608,22$ N. Hasil dari uji kekerasan menunjukkan bahwa pada semua variasi jenis gas pelindung menunjukkan bahwa kekerasan pada daerah HAZ dan *Weld Metal* cenderung menurun seiring dengan peningkatan kuat arus las dan penggunaan jenis gas argon memiliki nilai kekerasan terbaik. Pada hasil uji mikro didapati bahwa kenaikan kuat arus mengakibatkan sambungan las didominasi oleh struktur *grain boundary ferrit* (GF) dan *ferrit side plate* (FSP) telah diteliti oleh (Aji, 2015).

Penelitian tentang optimasi dan prediksi parameter pengelasan titik dengan mesin TIG pada plat baja *Stainless Steel* AISI 304L, material yang digunakan memiliki tebal 0,6 mm, 0,8 mm, dan 1 mm. Variasi kuat arus yang digunakan pada setiap ketebalan plat berbeda-beda, dimana pada ketebalan plat 0,8 mm dan 1 mm menggunakan kuat arus sebesar 125 A, untuk ketebalan plat 0,6 mm dan 0,8 mm menggunakan kuat arus 150 A, sedangkan untuk ketebalan plat 1 mm menggunakan kuat arus 175 A. Gas pelindung yang digunakan adalah jenis Argon dengan kecepatan 6L/min dan elektroda tungsten yang digunakan tipe EWth2 yang berdiameter 3,25 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang diberikan maka kekuatan tarik gesernya juga meningkat, dimana kekuatan tarik geser tertinggi berada pada variasi kuat arus 175 A dengan nilai sebesar 13200 N (Abbas dkk, 2016).

Penelitian dengan judul pengaruh parameter pengelasan *spot welding* terhadap kekuatan geser pada aluminium dengan tebal material yang digunakan yaitu 1 mm. Pada proses penyambungan tegangan yang digunakan sebesar 1,6 V, 1,79 V, 2,02 V,

2,3 V dan waktu pengelasan yang digunakan sebesar 0,5 detik, 1 detik, 1,5 detik, 2 detik, 2,5 detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tegangan geser tertinggi berada pada voltase 2,3 V dengan waktu pengelasan 2,5 detik yaitu sebesar $14,194 \text{ N/mm}^2$, sedangkan nilai kekuatan tegangan geser terendah berada pada voltase 1,6 dengan waktu 0,5 detik yaitu sebesar $3,471 \text{ N/mm}^2$. Data ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan dan waktu penekanan yang diberikan maka masukan panas yang dihasilkan juga semakin tinggi yang membuat sambungan menjadi lebih kuat dan nilai kekuatan tegangan geser akan mengalami peningkatan telah dilakukan oleh (Silaban dkk, 2016).

Penelitian tentang pengaruh variasi waktu penekanan pengelasan titik terhadap kekuatan Tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada sambungan dissimilar baja tahan karat AISI 304 dengan baja karbon rendah ST 41. Tebal plat yang digunakan masing-masing yaitu 1 mm dengan parameter kuat arus 1200 A dan variasi waktu penekanan 0,5 detik, 1 detik, 1,5 detik, 2 detik. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan Tarik maksimum terdapat pada waktu penekanan 1 detik sebesar $24,6 \text{ Kg/mm}^2$. Nilai kekerasan pada daerah HAZ baja karbon rendah meningkat pada waktu penekanan 1 detik sebesar 84,7-89,7 HRB dibanding pada logam induknya sebesar 55 HRB, sedangkan pada waktu 1,5 detik dan 2 detik nilai kekerasan menjadi turun pada daerah HAZ baja tahan karat sebesar 74 HRB dan 73 HRB. Pada hasil uji struktur mikro fasa yang terbentuk pada daerah HAZ dan lasan didominasi oleh fasa *ferrit*, *perlit*, dan *ferrit widmanstätten* (WF), dimana fasa ini sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan dari daerah lasan dan HAZ (Firmansyah dkk, 2016).

Penelitian dengan judul pengaruh waktu penekanan terhadap struktur mikro dan sifat mekanik pada las titik antara baja karbon rendah dan baja kekuatan tinggi. Material yang digunakan memiliki tebal 1,2 mm untuk baja karbon rendah dan 1,5 mm untuk baja kekuatan tinggi dengan parameter kuat arus 8 kA, tekanan elektroda 3 kN, dan waktu penekanan 0, 2, 5, 10, 15, 30, 50, 70 cycle. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa struktur mikro pada daerah weld metal didominasi oleh fasa

columnar dan pada daerah HAZ baja karbon rendah dan baja kekuatan tinggi didominasi oleh *ferrit* dan *martensite*, sedangkan pada daerah base metal baja karbon rendah dan baja kekuatan tinggi didominasi oleh *ferrit*, karbida dan *martensite*. Nilai kekerasan rata-rata pada daerah weld metal yaitu sebesar 352 HV, pada daerah HAZ dan base metal baja kekuatan tinggi mempunyai nilai lebih tinggi dibandingkan baja karbon rendah yaitu 382 HV dan 223 HV. Nilai beban maksimum mengalami peningkatan seiring waktu penekanan juga naik dimana nilai beban maksimum tertinggi yaitu pada waktu 70 *cycle* sebesar 8,1 kN, dimana mode kegagalan yang terjadi pada penelitian ini yaitu *interface* dan *pullout* dilakukan oleh (Long dkk, 2016).

Penelitian yang berfokus pada pengaruh *holding time* terhadap karakteristik material terutama pada *tensile shear strength* dan *tensile peel strength* dengan menggunakan material *micro-alloyed steel* yang memiliki tebal 1,2 mm. Proses penelitian menggunakan beberapa parameter yaitu gaya tekan elektroda sebesar 6 kN, kuat arus yang digunakan 5 kA hingga 12 kA dengan variasi *holding time* yang digunakan selama proses penelitian 5 *cycle*, 10 *cycle*, 12 *cycle* dan 15 *cycle*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada *tensile shear strength* mengalami peningkatan yang sangat signifikan pada penggunaan kuat arus 5 kA hingga 9 kA selanjutnya diiring dengan peningkatan yang cukup lambat pada kuat arus 9 hingga 12 kA di setiap variasi waktu pengelasannya, dan didapati bahwa *tensile shear strength* tertinggi diperoleh pada penggunaan kuat arus 10 dan 11 kA dengan waktu pengelasannya 12 dan 15 *cycle*. Sedangkan pada hasil *tensile peel strength* hasil tertinggi diraih pada penggunaan kuat arus 10 dan 12 kA dengan nilai maksimum pembebanan sebesar 2900 N dilakukan oleh (Anslanlar dkk, 2007).

Dari penelitian yang sudah dilakukan masih sebagian besar menggunakan metode *resistance spot welding*, sedangkan untuk penyambungan dengan metode *spot TIG welding* masih jarang yang meneliti seperti Faozi (2015) yang melakukan penelitian *spot TIG welding* dengan memvariasikan kuat arus dan waktu pengelasan, Abbas dkk (2016) melakukan penelitian tentang prediksi dan optimalisasi parameter

pengelasan *spot TIG* dan (Aji, 2015) yang melakukan penelitian *spot TIG welding* dengan memvariasikan kuat arus dan gas pelindung pada material tak sejenis. Metode *spot TIG welding* ini masih perlu dilakukan pengembangan penelitian lebih lanjut khususnya pada material tak sejenis supaya didapatkan hasil yang optimal dan bisa diterapkan pada dunia industri seperti metode *resistance spot welding*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya mengenai sifat fisis dan struktur mikro antara sambungan *stainless steel* 430 dan baja karbon rendah dengan metode *spot TIG welding*.

2.2 Dasar Teori

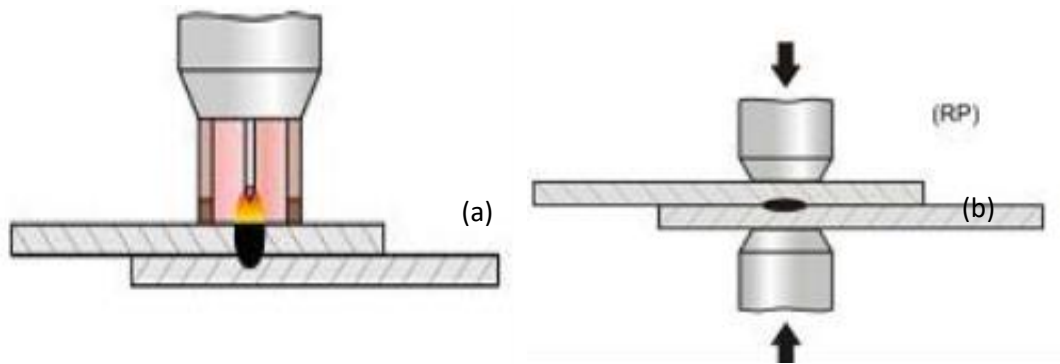
Pengelasan adalah cara penyambungan dua material atau lebih, tanpa menggunakan atau dengan menggunakan bahan tambah dengan cara memanasi benda kerja tersebut sampai titik cair dan menyatu menjadi satu, sehingga membentuk suatu sambungan/kampuh. Kelebihan sambungan las adalah konstruksi ringan, dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah pelaksanaannya, serta cukup ekonomis. Namun kelemahan yang paling utama adalah terjadinya perubahan struktur mikro bahan yang dilas, sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas.

2.3 Las Titik (*Spot Welding*)

Las titik (*spot welding*) merupakan salah satu cara pengelasan yang dialiri arus listrik, dimana dua atau lebih lembaran material dijepit antara dua buah elektroda yang dialiri arus listrik tinggi sehingga mencapai titik leleh dari material tersebut yang mengakibatkan dua buah plat menyatu. Seiring perkembangan teknologi, pengelasan ini dapat menekan biaya produksi yang lebih murah dan membuat sambungan yang lebih ringan dengan proses yang sederhana (Handra & Syafr, 2013).

2.4 Spot TIG Welding

Spot TIG Welding merupakan pengembangan dari proses pengelasan TIG. Dimana metode ini menggunakan satu sisi untuk menyambung dua material secara bersamaan. Metode *Spot TIG Welding* ini hampir sama proses pengelasannya dengan *Resistance Spot Welding (RSW)* dimana cara penyambungannya yaitu ditekan pada kedua sisi permukaan material. Ilustrasi perbedaan prinsip proses pengelasan metode *Spot TIG Welding* dan *Resistance Spot Welding* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



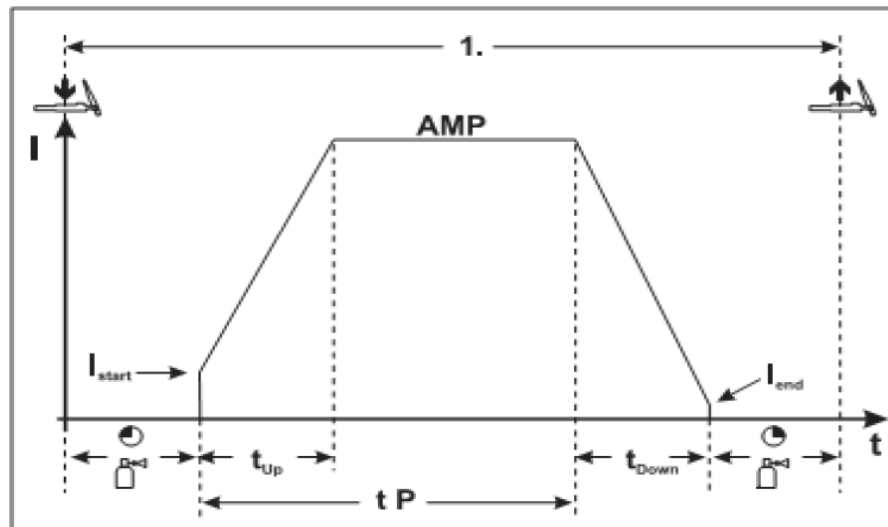
Gambar 2. 1 Prinsip pengelasan (a) *spot TIG* (Lorenz dan Mundersbach, 2006), (b) *resistance spot welding* (Faozi, 2015)

Proses pengelasan *Spot TIG* ini hampir sama dengan proses pengelasan TIG manual, dimana waktu pengelasan (*holding time*) pada pengelasan *Spot TIG* diatur menggunakan *timer* pada *power supply* untuk menggantikan pengelasan TIG yang masih manual. Pada pengelasan *spot TIG*, gas argon digunakan untuk melindungi elektroda tungsten dari kontak langsung dengan udara sekitar pada saat proses pengelasan.

a. Proses *spot TIG welding*

Proses pengelasan *Spot TIG* ini membutuhkan *power supply* las TIG konvensional yang mampu menghasilkan arus DC yang dimulai dari busur *High Frequency (HF)*. Langkah kerja dari pengelasan *Spot TIG* ditunjukkan pada Gambar 2.2 dan proses pengelasan dari *Spot TIG* dapat dilihat pada gambar dibawah yang

ditunjukkan pada angka (1). Selama waktu yang sudah ditentukan pelatuk *spot gun* ditekan dan ditahan, saat itu juga proses pengelasan berlangsung. Pada saat pelatuk *spot gun* ditekan dan ditahan gas pelindung (argon) mengalir tepat sebelum busur api menyala. Proses selanjutnya pengapian busur dengan *High Frequency* yang melewati elektroda yang terbuat dari *tungsten* ke material yang akan disambung sehingga busur api menyala (I_{start}). Kemudian setelah dilakukan pengapian dengan *High Frequency* arus pengelasan mengalir secara konstan sesuai nilai arus pengapian yang telah ditentukan (AMP). Proses pengelasan selesai pada saat waktu pengelasan yang sudah ditentukan sudah dicapai atau saat pelatuk *spot gun* dilepaskan (I_{down}). Supaya didapatkan hasil yang efektif permukaan pelatuk spot gun harus menempel rata dengan permukaan material.



Gambar 2. 2 Proses langkah kerja pengelasan *spot TIG* (*Manual Operating instructions EWM tetrix 351,2011*)

b. Pengaturan *spot TIG welding*

Pengaturan yang digunakan pada pengelasan *spot TIG* ini meliputi pengaturan kuat arus, waktu pengelasan dan laju aliran dari gas pelindung. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan pengaturan kuat arus dan waktu pengelasan diatur sesuai dengan variasi yang akan digunakan. Laju aliran gas pelindung berfungsi sebagai pelindung dari hasil lasan supaya tidak terkontaminasi udara luar.

c. Pembentukan *nugget* pada *spot TIG welding*

Nugget yang terbentuk pada pengelasan *spot TIG* ini terjadi saat loncatan busur listrik dari elektroda *tungsten* yang melewati lembaran material pada bagian atas dan material pada bagian bawah dilebur ke atasnya. Permukaan *nugget* yang terbentuk pada pengelasan *Spot TIG* memiliki bentuk datar dan halus yang lebih baik dari hasil *resistance spot welding*. Permukaan hasil pengelasan *spot TIG* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Permukaan nugget hasil lasan *spot TIG welding* pada sisi bagian material baja karbon rendah.

2.5 Parameter Pengelasan

Ada beberapa parameter pengelasan yang dapat mempengaruhi hasil sambungan lasan pada *spot TIG welding* antara lain arus pengelasan, waktu pengelasan (*holding time*), dan gas pelindung.

1. Arus pengelasan

Pengaturan besar arus pengelasan yang digunakan sangat penting karena akan berpengaruh terhadap karakteristik dari hasil lasan. Besar kuat arus diatur tergantung

tergantung dari bahan dan ukuran dari lasan, geometri sambungan, posisi pengelasan, jenis elektroda dan diameter inti elektroda.

2. Waktu Pengelasan (*welding time*)

Welding time merupakan waktu pengelasan pada saat proses pengelasan *spot TIG*, waktu pengelasan sangat berpengaruh terhadap masukan panas (*heat input*) yang diberikan kepada benda kerja. Waktu pengelasan juga berpengaruh terhadap kekuatan tarik dari sambungan las, dimana ketika waktu pengelasan yang diberikan terlalu cepat akan membuat kekuatan tarik menurun karena diameter yang dihasilkan kecil dan sambungannya belum sempurna. Sehingga waktu pengelasan yang diberikan harus tepat supaya mendapatkan hasil kekuatan tarik yang baik.

3. Gas Pelindung

Gas pelindung ini berfungsi sebagai pelindung dari hasil lasan supaya tidak terkontaminasi udara luar. Gas pelindung yang digunakan adalah gas mulia jenis argon, pemilihan jenis gas ini karena mempunyai sifat yang stabil dan tidak mudah bereaksi dengan unsur lainnya. Terdapat beberapa kelebihan dari gas ini sehingga sering digunakan, diantaranya:

- Busur yang mudah dinyalakan, lebih tenang, dan halus.
- Hanya membutuhkan tegangan busur yang rendah bila dibandingkan dengan gas yang lain.

Perlindungan gas argon memiliki kemampuan lebih baik jika dibandingkan dengan gas helium tetapi kedalaman penetrasinya cukup dangkal. Meningkatkan kecepatan volume alir gas dapat membantu untuk memperdalam penetrasi sehingga tekanan yang didapat meningkat.

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

Pengelasan material tidak sejenis ini masih sering menemui kendala yaitu benda kerja yang dilas seringkali tidak menempel dengan kuat. Kendala yang terjadi

disebabkan oleh variasi kuat arus dan waktu penekanan belum mendapatkan pengaturan yang sesuai, mungkin karena variasi kuat arus dan waktu penekanan yang dipilih terlalu kecil atau terlalu besar (Mustakim, 2017). Sedangkan menurut (Faozi, 2015) Kendala yang terjadi pada hasil lasan dipengaruhi oleh beberapa faktor 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. Pada penelitian ini material yang akan disambung menggunakan *Spot TIG Welding* adalah adalah *Stainless Steel 430* dengan Baja Karbon Rendah.

2.7 Baja Karbon Rendah (*Low-Carbon Steels*)

Baja karbon rendah adalah material yang dalam penggunaannya kebanyakan sebagai bahan dari konstruksi umum. Pada umumnya baja ini dipakai sebagai bahan untuk membuat balok, plat untuk gedung-gedung, neraca timbangan, jembatan dan kapal. Kandungan karbon pada baja karbon rendah ini antara 0,05 sampai 0,25 % C sehingga baja karbon rendah ini mempunyai keuletan dan ketangguhan lebih kuat, namun kekerasannya rendah/lunak, tidak tahan aus, dan kemampuan regangnya kurang. Dengan kandungan karbon yang rendah ini menyebabkan struktur yang dimiliki oleh baja karbon rendah didominasi struktur ferrit dan perlite.

2.8 Baja Tahan Karat Tipe 430 (*Stainless Steel 430*)

Baja tahan karat tipe 430 ini termasuk *Grade Ferritik* dan telah banyak dikembangkan. Baja tipe ini memiliki sifat tahan terhadap korosi dan oksidasi yang cukup baik pada suhu tinggi, selain itu baja tahan karat juga memiliki sifat ketangguhan yang tinggi, mudah dibentuk, dan sangat tahan terhadap *stress corrosion cracking*. Baja ini bersifat magnetis dan tidak dapat dikeraskan dengan perlakuan panas. Penggunaan

baja tipe ini biasanya pada peralatan dapur, otomotif, bagian mesin cuci, pipa industri dan peralatan lainnya yang berada pada lingkungan korosif dan suhu tinggi. Baja memiliki kemampuan las yang terbatas dan tidak boleh digunakan dalam kondisi seperti dilas untuk struktur beban dinamis atau impak.

2.9 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro ini dilakukan untuk melihat fasa dari sebuah material logam dan paduannya, sehingga dapat diketahui sifat dan karakteristik dari material logam tersebut. Material uji diamati dengan perbesaran antara 20 sampai 3000 kali atau lebih. Pemeriksaan mikro dapat memberi informasi yang berupa bentuk struktur, ukuran butir, dan banyaknya bagian struktur yang berbeda.

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro diantaranya pemotongan spesimen, kemudian spesimen diletakkan kedalam cetakan dan isi dengan resin supaya dalam pengamplasan dan penghalusan lebih mudah. Proses pengamplasan dilakukan secara bertahap mulai dari yang paling kasar sampai yang paling halus, selanjutnya permukaan spesimen dipoles menggunakan autosol agar permukaan spesimen mengkilat. Langkah terakhir dalam pengujian ini adalah melakukan mengetsa pada permukaan material supaya struktur logam terlihat dengan jelas.

2.10 Pengujian Kekerasan *Vickers*

Pengujian kekerasan *vickers* merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu material. Pengujian kekerasan juga dapat diartikan sebagai kemampuan suatu material untuk menerima beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Material yang akan digunakan perlu dilakukan pengujian kekerasan karena dalam pengaplikasiannya yang akan mengalami gesekan dan deformasi plastis. Metode pengujian kekerasan *vickers* lebih banyak digunakan dibandingkan

dengan metode pengujian kekerasan yang lain karena bekas penekanan kecil, pengukurannya teliti, dan range ukurannya besar.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu material dalam menerima beban terhadap indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Beban yang diberikan jauh lebih kecil dibandingkan dengan pengujian kekerasan yang lain yaitu antara 1 sampai 1000 gram. Angka kekerasan *vickers* (HV) dapat didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (P) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indenter (diagonalnya) yang dikalikan dengan $\sin(136^\circ/2)$.



Gambar 2. 4 Pengujian *Vickers* dan bentuk indenter *Vickers* (Callister,2006)

Nilai kekerasan dari metode *Vickers* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1, sebagai berikut:

$$HV = 1,854 \frac{P}{d^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan: HV = Angka kekerasan *Vickers*

P = Beban (Kg)

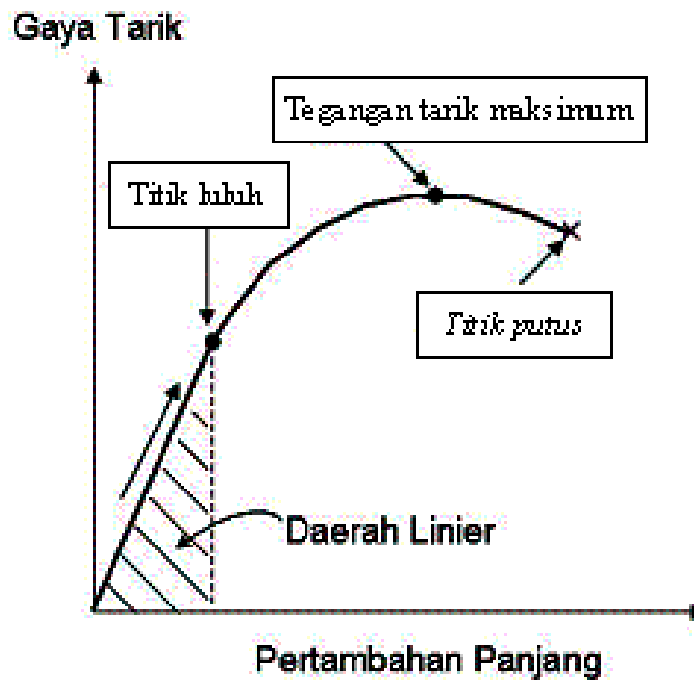
d = Diagonal, rata-rata ukuran dari bekas injakan d_1 dan d_2 (mm)

2.11 Pengujian Tarik

Pengujian mekanik berikutnya yaitu pengujian tarik. Pengujian ini perlu dilakukan karena berfungsi untuk menentukan sifat mekanik dari suatu material, selain untuk mengetahui sifat mekanik pengujian ini juga digunakan untuk mengetahui kekuatan dari sambungan lasan dalam menahan beban yang diberikan (Hendrawan &

Rusmawan, 2014). Beban yang diberikan pada pengujian ini berupa gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Faozi, 2015). Data yang diperoleh dari pengujian ini berupa kurva gaya-perpanjangan (*extension*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Dalam membuat grafik kurva tegangan regangan atau gaya perpanjangan diperlukan beberapa parameter yaitu kekuatan tarik, titik luluh/kekuatan luluh, perpanjangan, dan pengurangan luas. Bentuk kurva yang diperoleh juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya komposisi material, perlakuan panas, deformasi plastis, dan temperatur.



Gambar 2. 5 Grafik hasil pengujian tarik berupa kurva gaya-perpanjangan (Rifai, 2015)

Dari Gambar 2.5 ada tiga parameter yang dapat dilihat yaitu titik luluh, tegangan maksimum dan titik putus. Titik luluh merupakan batas antara perilaku elastis

dan awal dari perilaku plastis. Tegangan maksimum merupakan batas tegangan atau kekuatan material yang mampu ditahan sebelum mengalami patah. Sedangkan titik putus merupakan sebuah proses dimana material mengalami perpatahan.