

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian *spot TIG welding* terhadap baja galvanis ini masih kurang dikarenakan pengelasan ini masih tergolong baru. Adapun jurnal yang berkaitan dengan *spot TIG welding* ada beberapa, tetapi disini peneliti juga mengambil acuan dari *spot welding*. Diantaranya :

Salah satu teknik pengelasan yang dilakukan yaitu pengelasan titik atau biasa disebut *resistance spot welding* (RSW). Metode pengelasan ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik pada permukaan logam plat yang akan disambung sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi listrik. Keunggulan dari pengelasan titik dibanding dengan pengelasan lain yaitu prosesnya cepat sehingga cocok untuk produksi massal, suplai panas yang diberikan cukup akurat dan regular, sifat mekanik hasil las kompetitif dengan logam induk dan tidak memerlukan kawat las (Anis dkk, 2009).

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; 1 mm dan 1,2 mm sedangkan variasi waktu penekanan yang digunakan yaitu 1 detik; 1,5 detik dan 2 detik. Material pengujian disambung tindh (*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 $0,09 \text{ kg/mm}^2$ dan kekerasan terendah adalah $0,02596 \text{ kg/mm}^2$ pada pengelasan plat 0,8 mm dengan waktu penekanan 1 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 $145,56 \text{ N/mm}^2$.

Amin (2017) Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa Peningkatan arus listrik dari 60 A ke 70 A berdampak pada kenaikan kekuatan tarik. Sedangkan peningkatan arus listrik dari 70 A keP 80 A memperlihatkan penurunan kekuatan tarik. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa kondisi terbaik terjadi pada arus listrik 70 A yang memberikan kekuatan tarik sebesar $190,920 \text{ kN/mm}^2$. Pengamatan struktur mikro pada sambungan las titik logam *dissimilar* antara *stainless steel* dan baja karbon rendah memiliki *fusion zone* yang tidak simetris. Terjadi karena adanya perbedaan konduktivitas thermal bahan logam yang digunakan. Las titik dengan variasi arus listrik 70 A menghasilkan daerah HAZ yang didominasi oleh struktur perlit dengan butiran yang lebih halus dan homogen dibandingkan specimen lainnya.

Fachruddin dkk (2016) juga telah meneliti pengaruh variasi arus listrik pengelasan titik terhadap kekuatan geser, kekerasan dan struktur mikro pada sambungan *dissimilar* baja *stainless steel* AISI 304 dan baja karbon rendah ST 41. Pengelasan tersebut menggunakan tebal plat masing-masing bahan 1 mm, waktu penekanannya 1 detik dan variasi arus yang digunakan adalah 1000 A, 1200 A, 1400 A, 1600 A. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekuatan terbesar yang diperoleh adalah $76,89 \text{ kg/mm}^2$ yaitu pada variasi arus 1000 A, begitu pula dengan kekerasan yang paling baik, terdapat pada variasi pengelasan dengan arus 1000 A, hal ini disebabkan oleh terbentuknya struktur mikro yang didominasi oleh *ferrite acicular* yang mampu menghambat laju perambatan retak.

Anrinal dan Hendri (2012), melakukan penelitian tentang pengaruh variasi waktu penekanan terhadap kekuatan tarik hasil *spot welding* baja karbon rendah. Parameter waktu penekana 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.

Spot TIG welding (STW) merupakan pengelasan terbaru metode pengelasan titik dua material dengan pengelasannya dilakukan hanya di satu sisi material. Pengelasan titik ini berbeda dengan RSW yang menggunakan dua sisi material dalam pengelasannya. Penelitian dengan metode spot TIG welding telah dilakukan oleh Faozi (2015) meneliti tentang 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 arus pengelasan yang digunakan adalah 70A, 80A, 90A, 100A, dan variasi waktu penekannya 6 detik, 7 detik, 8 detik. Setelah dilakukan pengujian hasil lasan, didapat nilai *Tensile Load Bearing Capacity* (TLBC) rata-rata tertinggi sebesar 869,19 N yaitu pada pengelasan dengan parameter arus 100 A, dan waktu penekanan 8 detik. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada arus 70 A dan waktu pengelasan 6 detik yaitu sebesar $\pm 241,30 \text{ HV}$ pada daerah *weld metal* baja SS400. Sedangkan struktur mikro menunjukkan pembesaran ukuran butir pada daerah HAZ baja SS400 dan aluminium AA5083 seiring dengan meningkatnya arus dan waktu pengelasan.

Dika (2019) meneliti *weld metal* baja karbon rendah terjadi perubahan struktur menjadi lebih kasar dan pada *weld metal* aluminium 1100 menunjukkan terbentuknya struktur *columnar dendritic* dan *equiaxed dendritic*. Nilai kekerasan tertinggi daerah sambungan las terdapat pada variasi arus 120 A sebesar $\pm 208 \text{ HV}$ yaitu pada bagian *weld metal* baja karbon rendah. Sedangkan nilai rata-rata kekuatan geser tertinggi terdapat pada variasi arus pengelasan 100 A sebesar $37,65 \text{ N/mm}^2$.

Abbass dkk (2016) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter arus, waktu pengelasan dan tebal plat terhadap gaya geser maksimum dan diameter *nugget*. Bahan yang diteliti adalah baja AISI 304L dengan variasi ketebalan 0,6 mm, 0,8 mm, dan 1 mm, sedangkan variasi waktu yang digunakan yaitu 2 detik, 4 detik dan 6 detik. Variasi arus yang dipakai pada penelitian ini adalah 125, 150 dan 175 Ampere. Metode

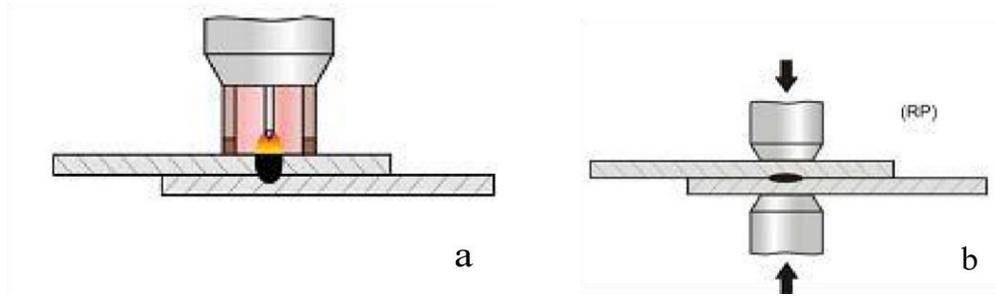
pengujian yang dipakai adalah metode taguchi dengan *array orthogonal L27* dan hasil menunjukkan bahwa gaya geser maksimal akan meningkat seiring meningkatnya arus dan waktu penekanan, kemudian akan turun lagi pada arus yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama. Nilai gaya geser terbesar yang diperoleh yaitu 14000 N pada variasi ketebalan 1 mm serta arus 175 A dan waktu penekanan 6 detik.

Penelitian diatas menunjukkan bahwa pada pengelasan titik masih banyak yang perlu diteliti dari penggunaan material yang sama atau menggunakan material yang berbeda dan pada variasi arus yang digunakan untuk mendapat sambungan las yang berkualitas. Penelitian pada las titik sangat banyak menggunakan variasi dalam arus karena untuk mendapatkan sambungan las yang berkualitas ditentukan oleh arus yang dipilih. Tetapi pada penelitian *spot TIG welding*, terutama *similar* baja galvanis belum ada dilakukan penelitian. Dimana baja galvanis merupakan salah satu baja yang banyak digunakan dibidang otomotif seperti akir-akhir ini banyak digunakan untuk mengcustom motor seperti pada bagian tangki motor, spakbor depan belakang dan bagian body lainnya, oleh karena itu penelitian *spot TIG welding* menjadi penelitian yang sangat perlu dilakukan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Spot TIG Welding

Spot TIG welding merupakan modifikasi dari proses pengelasan TIG biasa. Metode pengelasan titik ini memungkinkan untuk dapat menyambung lembaran logam hanya dari salah satu sisi material induknya saja, berbeda dengan pengelasan *resistance spot welding* yang membutuhkan akses dari kedua sisi material induk yang akan dilas, sehingga pengelasan dengan metode ini lebih mudah pengoprasianya. Adapun perbedaan prinsip antara *rasistance spot welding* dan *spot TIG welding* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

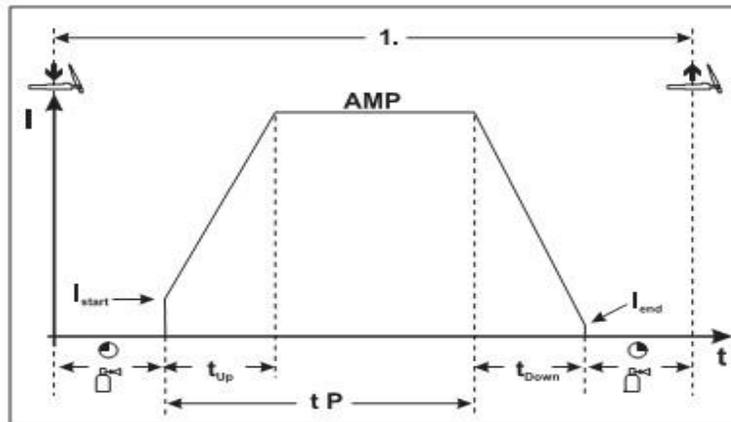


Gambar 2.1 Prinsip pengelasan (a) *spot TIG welding* dan (b) *resistance spot welding* (Faozi, 2015)

Pengelasan ini menggunakan gas argon yang berfungsi untuk memastikan saat proses pengelasan berlangsung, bagian yang akan disambung tidak terkontaminasi dengan udara sekitar dengan tekanan manual dari *gun las spot TIG*.

a. Proses *Spot TIG Welding*

Proses pengelasan spot TIG ini tetap membutuhkan *power supply* las TIG konvensional yang mampu menghasilkan arus DC yang dimulai dari busur *High Frequency* (HF). Langkah kerja proses pengelasan *spot TIG* ini dapat dilihat pada Gambar 2.2. Proses pengelasan *spot TIG* ini dimulai saat pelatuk pada *spot gun* ditekan dan ditahan, proses ini ditunjukkan pada angka (1). Selama pelatuk pada *spot gun* belum dilepas proses pengelasan juga belum selesai. Gas pelindung (argon) akan mengalir tepat sebelum pengelasan dimulai. proses berikutnya adalah penyalaan busur api pada material yang akan dilas karena adanya lompatan pengapian *high frequency* (HF) elektroda yang terbuat dari tungsten ke material lasan. Sedangkan arus pengelasan secara konstan mengalir sesuai nilai arus pengapian (I_{start}) yang telah ditentukan.



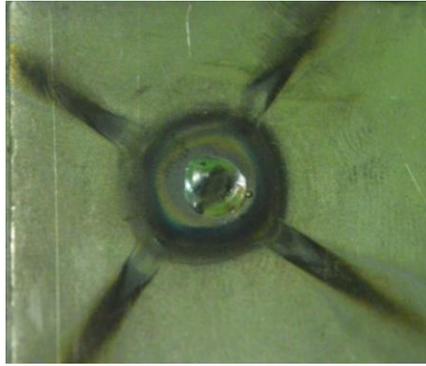
Gambar 2.2 Proses langkah kerja pengelasan *spot TIG* (EWM 351 Tetrix)

b. Pengaturan *Spot TIG Welding*

Sama halnya dengan proses pengelasan yang lain, pengelasan *spot TIG* ini juga memiliki beberapa pengaturan yang harus dilakukan diantaranya meliputi pengaturan arus, waktu penekanan dan laju aliran gas pelindung. Untuk mendapatkan penetrasi dan hasil lasan yang diinginkan, arus dan waktu penekanan diatur sesuai variasi yang akan digunakan. Semakin tinggi arus yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan semakin sedikit, begitu pula sebaliknya. Sedangkan gas pelindung pada *spot TIG* ini berfungsi untuk mencegah lasan terkontaminasi udara luar saat proses pengelasan berlangsung.

c. Pembentukan *nugget* pada *Spot TIG Welding*

Permukaan *nugget* yang dihasilkan dari pengelasan *spot TIG* ini lebih halus jika dibandingkan dengan *resistance spot welding*. *Nugget spot TIG welding* ini dihasilkan karena adanya loncatan arus listrik dari busur listrik atau elektroda tungsten *spot gun* melewati lembaran material pada bagian atas dan kemudian lembaran material yang bawah dilebur ke atasnya. Permukaan *nugget* hasil lasan *spot TIG welding* pada material baja karbon rendah dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Permukaan *nugget* hasil lasan *spot TIG welding* pada material baja galvanis.

2.2.2 Parameter Pengelasan

Terdapat beberapa parameter pengelasan yang dapat memengaruhi hasil sambungan lasan *spot TIG welding* ini diantaranya arus pengelasan, *holding time* (waktu penekanan), dan gas pelindung.

a. Arus Pengelasan

Besar arus yang digunakan pada pengelasan *spot TIG* ini, berhubungan dengan masukan panas (*heat input*) yang digunakan untuk mencairkan material yang akan dilas. Hal ini pula yang dapat mempengaruhi karakteristik lasan yang dihasilkan diantaranya kekerasan dan kekuatan geser. Apabila arus pengelasan yang digunakan terlalu rendah, maka panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan material sehingga penembusan kurang dalam, sebaliknya bila arus pengelasan terlalu tinggi maka pencairan logam induk terlalu cepat dan penembusan yang dalam atau bisa samapai bolong sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan.

b. Holding Time

Holding atau yang disebut dengan waktu pengelasan *spot TIG welding* ini juga merupakan parameter penentu masukan panas yang digunakan untuk mencairkan material induk yang akan dilas. *Holding time* yang singkat akan menyebabkan material kurang dalam peleburannya, hal ini mengakibatkan *nugget* yang dihasilkan kecil dan pengelasan belum sempurna. Maka penentuan waktu penekanan ini harus

harus tepat, sehingga dapat menghasilkan sambungan dengan kekuatan tarik yang baik.

c. Gas Pelindung

Fungsi gas pelindung pada pengelasan *spot TIG* ini adalah untuk melindungi busur listrik dan material las dari kontaminasi udara luar. Gas pelindung yang digunakan adalah gas mulia jenis argon, gas ini dipilih karena memiliki sifat yang tidak mudah bereaksi dengan unsur lain. Ada beberapa kelebihan mengapa gas argon ini sering digunakan, diantaranya adalah: Penyalaan busur lebih mudah, lebih tenang dan halus. Tegangan busur yang dibutuhkan lebih rendah bila dibandingkan dengan gas pelindung lain semisal helium, gas argon ini masih memiliki kemampuan perlindungan yang lebih tetapi penembusannya dangkal. Meningkatkan volume aliran gas merupakan salah satu solusi yang bisa dilakukan untuk bisa memperdalam penembusan.

2.2.3 Heat input

Masukan panas (*heat input*) adalah besarnya panas yang dikeluarkan dari pengelasan yang berupa nyala api, busur listrik, plasma atau cahaya energi tinggi bergerak terhadap material sehingga dapat melebur material tersebut. Masukan panas dalam proses pengelasan merupakan parameter yang sangat penting karena nilai masukan panas dapat menyatakan hasil penetrasi yang terjadi pada saat pengelasan berlangsung. Nilai masukan panas dapat dicari dengan memperhatikan tegangan dan arus yang digunakan serta lama waktu pengelasan yang dibutuhkan. Mencari nilai masukan panas pada pengelasan dapat dilihat pada persamaan 2.1 dan 2.2 di bawah :

$$P = V.I \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan : P = daya (Watt)
 V = tegangan (volt)
 I = arus (A)

$$H = V.I.t \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan : H = masukan panas (joule)
 V = tegangan listrik (volt)
 I = arus (Ampere)
 t = waktu (detik)

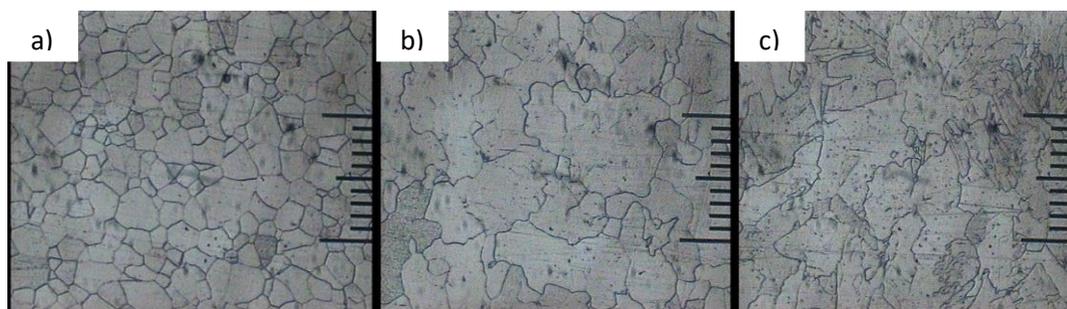
2.2.4 Baja Galvanis

Baja galvanis merupakan baja yang dilapisi seng pelindung (Zn) mencapai 95%+ yang bertujuan untuk melindungi dari karat dan korosi sehingga penggunaannya akan lebih tahan lama. Baja galvanis juga merupakan baja yang kadar karbonnya rendah, dimana struktur mikronya biasanya terdiri dari ferit dan perlit.

2.2.5 Metalurgi Pengelasan

Metalurgi dalam pengelasan, dalam arti yang sempit dapat dibatasi hanya pada logam las dan daerah yang dipengaruhi panas atau HAZ (*Heat Affected Zone*). Untuk alasan ini secara singkat dan umum, latar belakang prinsip-prinsip metalurgi juga diperlukan sebelum membicarakan sifa-sifat las dan HAZ yang berdekatan. Karena dengan mengetahui metalurgi las, memungkinkan meramalkan sifat-sifat dari logam las. Aspek-aspek yang timbul selama dan sesudah pengelasan harus benar-benar diperhitungkan sebelumnya, karena perencanaan yang kurang tepat dapat mengakibatkan kualitas hasil las yang kurang baik. Dengan demikian pengetahuan metalurgi las dan ditambah dengan keahlian dalam operasi pengelasan dapat ditentukan prosedur pengelasan yang baik untuk menjamin hasil las-lasan yang baik (Siswanto, 2018)

Pada setiap penyambungan dengan las, selalu dijumpai daerah-daerah atau bagian-bagian dari sambungan las seperti yang terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 a) daerah induk, b) daerah HAZ dan c) daerah las baja karbon rendah (Wisnujati & Kartika, 2017)

Daerah lasan terdiri dari empat bagian yaitu :

- a. Logam lasan (*weld metal*), adalah daerah endapan las (*weld deposit*) dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Endapan las (*weld deposit*) berasal dari logam pengisi (*filler metal*).
- b. Garis gabungan (*fusion line*), adalah garis gabungan antara logam lasan dan HAZ, dapat dilihat dengan mengetsa penampang las. Daerah ini adalah batas bagian cair dan padat dari sambungan las.
- c. HAZ (*Heat Affected Zone*), adalah daerah pengaruh panas atau daerah dimana logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama pengelasan mengalami siklus termal atau pemanasan dan pendinginan dengan cepat. Penyebaran panas pada logam induk dipengaruhi oleh temperatur panas dari logam cair dan kecepatan dari pengelasan. Pada batas HAZ dan logam cair temperatur naik sangat cepat sampai batas pencairan logam dan temperatur turun sangat cepat juga setelah proses pengelasan selesai. Hal ini dapat disebut juga sebagai efek *quenching*. Pada daerah ini biasanya terjadi transformasi struktur mikro. Struktur mikro menjadi austenit ketika temperatur naik (panas) dan menjadi martensit ketika temperatur turun (dingin). Daerah yang terletak dekat garis fusi ukuran butirnya akan cenderung besar yang disebabkan oleh adanya temperatur tinggi, menyebabkan austenit mempunyai kesempatan besar untuk menjadi homogen. Karena dengan keadaan homogen menyebabkan ukuran butir menjadi lebih besar. Sedangkan daerah yang semakin menjauhi garis fusi ukuran butirnya semakin mengecil. Hal ini disebabkan oleh temperatur yang tidak begitu tinggi menyebabkan austenit tidak mempunyai waktu yang banyak untuk menjadi lebih homogen. Transformasi struktur mikro yang terjadi akibat perubahan temperatur menyebabkan daerah HAZ sangat berpotensi terjadinya retak (*crack*) dan hal ini sangat penting untuk diperhatikan untuk mendapatkan hasil lasan yang baik.
- d. Logam induk (*base metal*), adalah bagian logam yang tidak terpengaruh oleh pemanasan karena proses pengelasan dan temperatur yang disebabkan selama proses pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat-

sifat dari logam induk. Hal ini disebabkan karena temperatur atau suhu yang terjadi di logam induk belum mencapai temperatur kritis.

2.2.6 Proses pengujian

1. Pengujian tarik

Pengujian tarik merupakan pengujian yang banyak dilakukan untuk mengetahui beberapa sifat mekanik suatu material yang berguna dalam suatu konstruksi. Bentuk spesimen pada uji tarik ini berbentuk plat, pipa silinder, dan juga pejal. Pada penelitian ini, pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan geser dari hasil sambungan plat yang dilakukan. Proses pengujian ini dilakukan dengan menjepit kedua ujung material uji dimana salah satu penjepit dihubungkan dengan perangkat pengukur beban yang ada pada mesin uji dan ujung yang lain dihubungkan dengan perangkat peregang. Spesimen uji kemudian diberikan beban gaya tarik secara kontinyu dengan kecepatan 5 mm/menit, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan perubahan panjang yang terjadi hingga benda uji mengalami patahan. Data yang didapat dari pengujian ini berupa kurva tegangan regangan atau bisa berupa kurva beban perpanjangan.

Untuk menggambar kurva tegangan regangan atau beban perpanjangan, diperlukan beberapa parameter yaitu kekuatan tarik, titik luluh / kekuatan luluh, persen perpanjangan, dan pengurangan luas. Komposisi material, perlakuan panas, deformasi plastis, laju regangan, suhu, dan keadaan tegangan selama pengujian, akan memengaruhi bentuk dari kurva yang diperoleh. Tegangan geser sendiri dapat dihitung dengan membagi nilai beban yang didapat dengan luas penampang, dimana pada penelitian ini luas penampangnya berupa lingkaran (*nugget*) yang terbentuk dari pengelasan.

2. Pengujian kekerasan *Vickers*

Pengujian Vickers merupakan salah satu pengujian mekanik yang dilakukan untuk mengetahui kekerasan dari suatu material atau bisa diartikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan). Pengujian kekerasan ini perlu dilakukan terutama pada material yang pada penggunaannya akan mengalami pergesekan dan deformasi plastis. Pengujian

dengan metode vickers ini banyak dilakukan karena beban yang diberikan lebih kecil dibanding pengujian yang lain yaitu 1 sampai 1000 gram dan bekas dari pengujian kecil. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tekanan dengan beban (F) pada permukaan material yang akan diuji menggunakan indenter intan yang cukup kecil berbentuk piramida.

Untuk menghitung nilai kekerasan dengan metode Vickers ini dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

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

Dengan : HV = Angka kekerasan *Vickers*

P = Beban (Kg)

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

3. Pengujian struktur mikro

Pengujian mikro dilakukan untuk melihat fasa dari material logam dan paduannya sehingga dapat diketahui sifat dan karakteristik dari material uji tersebut dengan menggunakan mikroskop. Terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan sebelum pemeriksaan ini dapat dilakukan, diantaranya pemotongan spesimen, pengamplasan dan penghalusan spesimen. Pengamplasan sendiri dilakukan dengan menggunakan amplas halus secara bertahap, dimana sebelum pengamplasan dilakukan, spesimen diberi resin terlebih dahulu yang bertujuan sebagai penopang/dudukan spesimen. Langkah selanjutnya pemolesan dengan autosol yang akan menghasilkan permukaan spesimen yang mengkilat. Hal terakhir yang dilakukan sebelum pengujian struktur mikro dilakukan adalah dengan mengetsa permukaan material uji supaya struktur material logam bisa terlihat jelas. Hasil pemeriksaan ini berupa informasi tentang bentuk struktur, dan banyaknya bagian struktur yang terdapat pada spesimen uji tersebut.