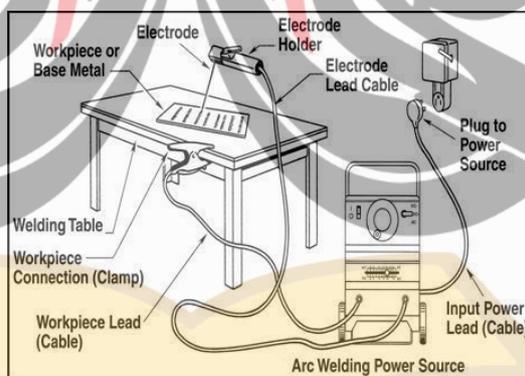


TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelasan SMAW

SMAW (Las Shilded Metal Arc Welding) Proses pengelasan dengan mencairkan material dasar yang menggunakan panas dari listrik antara penutup *metal (elektroda)*. *SMAW* merupakan pekerjaan manual dengan peralatan meliputi *power source*, kabel elektroda (*electrode cable*), kabel kerja (*work cable*), *electrode holder*, *work clamp*, dan elektroda. Elektroda dan system kerja adalah bagian dari rangkaian listrik. Rangkaian dimulai dengan sumber daya listrik dan kabel termasuk pengelasan, pemegang elektroda, sambungan benda kerja, benda kerja (*Weldment*), dan elektroda las. (*Sugestian,2019*)

Salah satu dari dua kabel dari sumber listrik terpasang ke bekerja, selebihnya melekat pada pemegang elektroda, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:

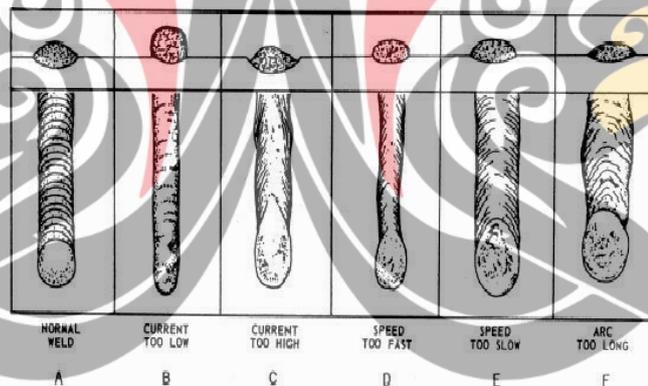


Gambar 2. 1 Meja Kerja Las (*Sugestian,2019*)

Sebagaimana dalam *AWS (American Welding Society)*, prinsip dari *SMAW* adalah menggunakan panas dari busur untuk mencairkan logam dasar dan ujung sebuah *consumable* elektroda tertutup dengan tegangan listrik yang dipakai 23-45 *Volt* dan untuk pencairan digunakan arus listrik hingga 500 *ampere* yang umum digunakan berkisar antara 80-200 *ampere*. Dimana dalam proses *SMAW* dapat

terjadi oksidasi, hal ini perlu dicegah karena oksidasi metal merupakan senyawa yang tidak mempunyai kekuatan mekanis. Adapun untuk mencegah hal tersebut maka bahan penambah las dilindungi dengan selapis zat pelindung yang disebut *flux* atau *slag* yang ikut mencair ketika pengelasan. Tetapi karena berat jenisnya lebih ringan dari bahan metal yang dicairkan, cairan *flux* akan mengapung diatas cairan *metal*, sekaligus mengisolasi *metal* tersebut sehingga tidak beroksidasi dengan udara luar. Sewaktu membeku, *flux* akan ikut membeku dan tetap melindungi *metal* dari reaksi oksidasi. (Sugestian,2019)

Hal-hal yang mempengaruhi hasil pengelasan adalah, sudut elektroda, panjang busur, kecepatan memindahkan busur, tinggi rendah arus yang digunakan. Hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini dimana perbedaan hasil pada pengelasan normal (A), pada arus yang terlalu rendah (B), terlalu tinggi (C), kecepatan memindahkan busur yang terlalu cepat (D), terlalu lambat (E), dan dengan arc yang terlalu panjang (F) :



Gambar 2. 2 Hasil Pengelasan (Sugestian,2019)

2.2 Penjabaran A36

ASTM (American National Standard Institute) A36 adalah jenis baja dengan karbon rendah yang biasa digunakan untuk membangun gedung, jembatan serta pada konstruksi pembangunan atau reparasi kapal. Dimana plat baja ASTM A36 ini memiliki karakteristik material sebagai berikut :

Karakteristik Material *A36 Sheet Plate Carbon steel*

.Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.80 g/cc	0.282 lb/in ³	Typical of ASTM
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
TensileStrength, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi	in 200 mm
TensileStrength, Yield	250 MPa	36300 psi	
Elongation at Break	20 %	20 %	In 50 mm.
Modulus of Elasticity	23 %	23 %	
Bulk Modulus	200 GPa	29000 ksi	Typical for steel
Poissons Ratio	160 GPa	23200 ksi	
Shear Modulus	0.26	0.26	
	79.3 GPa	11500 ksi	
Component Elements	Metric	English	Comments
Carbon, C	0.25 - 0.29 %	0.25 - 0.29 %	
Copper, Cu	0.20 %	0.20 %	
Iron, Fe	98 %	98 %	
Manganese, Mn	1.03 %	1.03 %	
Phosphorous, P	<= 0.040 %	<= 0.040 %	
Silicon, Si	0.28 %	0.28 %	
Sulfur, S	<= 0.050 %	<= 0.050 %	

Karakteristik material *A36 Sheet Plate Carbon steel* adalah material yang mempunyai *Tensile Strength* lebih besar dari material dengan spesifikasi standar SS400. Material ini lebih keras sehingga cocok digunakan dan dipadukan dengan material dan desain struktur baja atau dengan desain yang membutuhkan *Tensile Strength* lebih besar. Selain itu, material dengan spesifikasi *ASTM A36 Sheet Plate Carbon steel* ini bisa juga digunakan sebagai bantalan atau dudukan dengan beban sesuai kapasitasnya. (Fajri, 2018).

2.3 Elektroda

Elektroda adalah konduktor yang dilalui arus listrik dari satu media ke yang lain, biasanya dari sumber listrik ke perangkat atau bahan. *Elektroda* dapat mengambil beberapa bentuk yang berbeda, termasuk kawat, piring, atau tongkat,

dan yang paling sering terbuat dari logam, seperti tembaga, perak, timah, atau seng, tetapi juga dapat dibuat dari bahan *konduktor* listrik non-logam, seperti *grafit*. *Elektroda* digunakan dalam pengelasan, listrik, baterai, obat-obatan, dan industri untuk proses yang melibatkan *elektrolisis*. Kawat *elektroda* las jenis ini memiliki lapisan luar yang banyak mengandung *kalium titania*. Kekuatan tegangan tarik kawat ini 60.000 *psi*. *American Welding Society (AWS)* memiliki *klasifikasi* untuk kawat *elektroda* las dengan kode *elektroda* dinyatakan dengan huruf E dan diikuti dengan empat atau lima digit angka yang artinya adalah sebagai berikut (*Sonawan, et.al, 2003*). Sebagai contoh kawat las E6013, cara membacanya adalah:

- E = *elektroda* untuk jenis las SMAW
- E60 = dua digit pertama (angka 60) menunjukkan kekuatan tariknya dalam *Ksi (kilopound-square-inch)*.
- Angka 60xx berarti kekuatan tariknya 60 ksi, jika angkanya 70 berarti 70 ksi. Kalau dibaca dalam ukuran "*psi (pond square inch)*" sama dengan 7000 *psi*, dimana 1 *Ksi* = 1000 *psi*.
- Exx1x = digit ketiga (angka 1) adalah posisi pengelasan. kode angka 1 – untuk semua posisi kode angka 2 – untuk posisi *flat* dan *horizontal* kode angka 3 – hanya untuk posisi *flat*.
- Exxx6 = digit keempat (angka 6) menunjukkan:
 - Jenis salutan
 - Penetrasi busur
 - Arus las
 - Serbuk besi (%)

2.3.1 E6013

Elektroda jenis E6013 dapat digunakan pada mesin las dengan arus AC maupun DC, dengan segala posisi pengelasan. Kawat *elektroda* las jenis ini memiliki lapisan luar yang banyak mengandung *kalium titania*. Kekuatan tegangan tarik kawat ini 60.000 *psi*. *Elektroda* E6013 berselaput rutil sehingga proses menembusnya sedang, antara *fluks* dengan cairan logam akan susah untuk dilihat

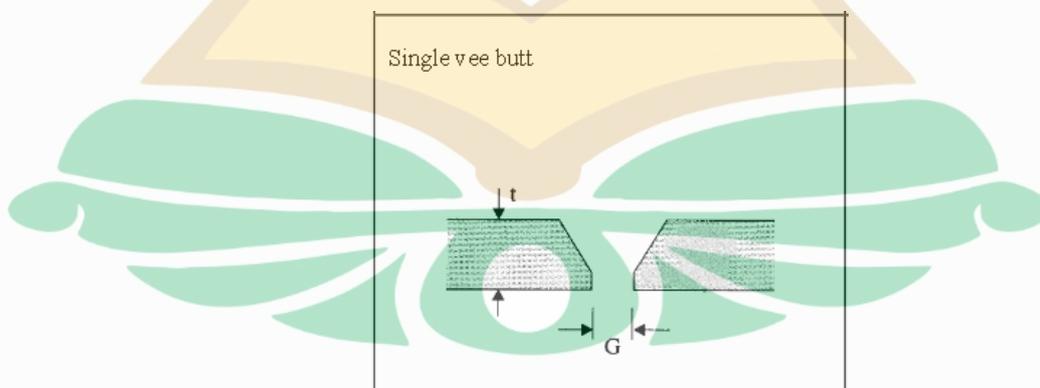
maka dari itu tingkat porositas akan lebih tinggi, jadi kemungkinan untuk terak terperangkap dalam logam las akan lebih tinggi. (Shomad, Mushfi, 2017)

2.3.2 E7018

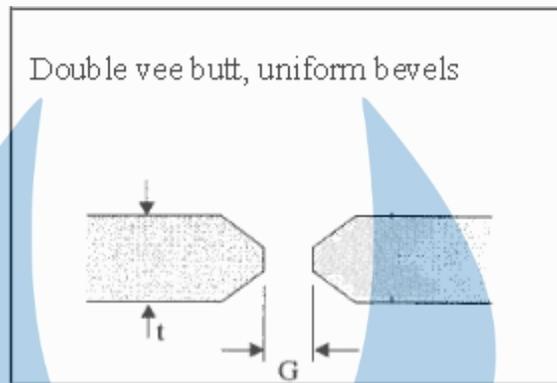
Kawat *elektroda* las dengan kode E7018 masuk dalam kategori kawat las rendah hidrogen dan diperuntukan untuk pengelasan pada baja dengan kandungan karbon rendah sampai sedang. *Elektroda* dengan lapisan selubung yang mengandung serbuk besi ini memiliki sifat mekanika yang baik, yaitu ulet, tahan retak, dan bersantandar las X-ray. Kekurangan dari kawat las ini adalah memiliki tingkat penetrasi yang tidak terlalu tinggi dan terak yang tebal namun masih mudah untuk dibersihkan. Biasanya digunakan untuk mengelas lambung kapal, pipa, boiler, bejana bertekanan, fabrikasi, dan masih banyak lagi. Kawat las ini bisa digunakan untuk pengelasan semua posisi serta pada mesin las dengan arus AC dan DC. Elektroda E7018 terjadi nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan yang lainnya, hal ini disebabkan kandungan dalam elektroda E7018 adalah *low hydrogen* sehingga mempengaruhi proses pendinginan logam las, karena elektroda E7018 mempunyai *hydrogen* yang rendah maka proses pendinginan akan lebih cepat sehingga logam las akan menjadi lebih keras. (Shomad, Mushfi, 2017)

2.4 Persiapan Tepi Plat Butt Weld Tipikal (Pengelasan Manual dan Pengelasan Semi-Otomatis) untuk Referensi

Sambungan las pada pengelasan *Single Vee Butt 60°* dan *Double Vee Butt Uniform Bevels 60°*. (Shipbuilding and Repair Quality Standard, 1996)



Gambar 2. 3 Single Vee Butt (Shipbuilding and Repair Quality



Gambar 2. 4 Double Vee Butt Uniform Bevels (*Shipbuilding and Repair Quality Standard, 1996*)

2.5 Proses pengerjaan spesimen uji tarik

Pada proses pengerjaan spesimen uji tarik ini dilakukan beberapa tahapan hingga spesimen uji tarik itu menjadi sesuai bentuk atau gambar yang di inginkan. Berikut langkah-langkah pengerjaan:

2.5.1 Proses Plat ASTM A36

- Pemilihan plat baja *ASTM A36*
- Pemotongan plat menggunakan *straight line 1 torch gas cutting machine (cutting rell)*
- Proses penghalusan menggunakan grinda, dari sisa proses pemotongan pada plat
- Pembentukan benda kerja menggunakan mesin frais
 - a. Pada bagian atau area yang akan dilakukan proses pengelasan diratakan menggunakan mesin frais (benda kerja dijepit menggunakan ragum lalu diratakan/dihaluskan pada area pengelasan)
 - b. Proses pembentukan sudut 60° pada spesimen
 - Merubah kepala frais dari 0° ke 30° kearah depan atau sumbu Z mesin frais.
 - Lakukan proses pengefraisan hingga mencapai ukuran yang

- Bersihkan sisa tatal dari proses pengefraisan menggunakan kikir

2.5.2 Proses Pengelasan Material

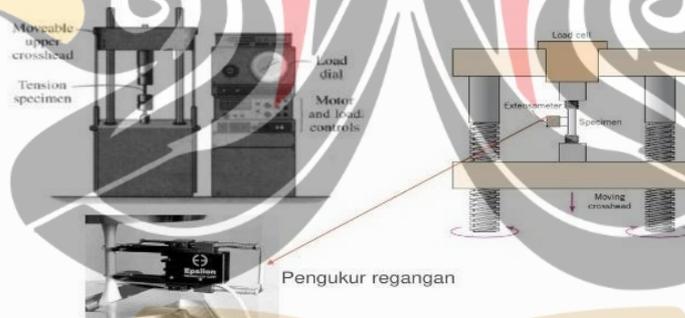
- Bersihkan benda kerja menggunakan *cleaner* hingga tidak ada lagi *chemical* (*oli, solar, coolen dll*) yang menempel pada benda kerja
- Setelah dibersihkan, *setting* benda kerja dengan jarak 3 mm
- Lakukan sedikit pengelasan pada kedua ujung benda kerja, agar ukuran/*settingan* yang telah ditentukan tidak berubah dengan arus *ampere* untuk elektroda E 6013 (75-150) ampere dan untuk arus *ampere* elektroda E 7018 (90-155) *ampere*
- Lakukan proses pengelasan menggunakan Teknik 1G dengan langkah awal yaitu proses pengerutan dilanjutkan dengan penggerindaan untuk menghilangkan terak pada proses pengerutan awal dan langkah selanjutnya proses kepping dilakukan pada proses *filler* (pengisian) dan *capping* (penutup) secara bersamaan, dikarenakan plat baja yang hanya memiliki ketebalan 12 mm
- Setelah pengelasan, benda kerja didiamkan hingga dingin (10° - 50°) menggunakan *thermometer infrared digital*
- Bersihkan area pengelasan dari *terak* dan *spatter* (partikel logam yang dihasilkan selama proses pengelasan) menggunakan grinda tangan dengan mata grinda *wire brush*

2.6 Uji Tarik

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan

teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur. Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering diperlukan dalam kegiatan *engineering* untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu material. Mesin uji tarik terdiri dari beberapa bagian pendukung utama, diantaranya :kerangka, mekanisme pencekam spesimen, sistem penarik dan mekanisme, serta sistem pengukur. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara *kontiniu*, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Seperti terlihat pada Gambar 2.1. (Poeng, Soukota, Salindeho, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi).

Mesin Uji Tarik

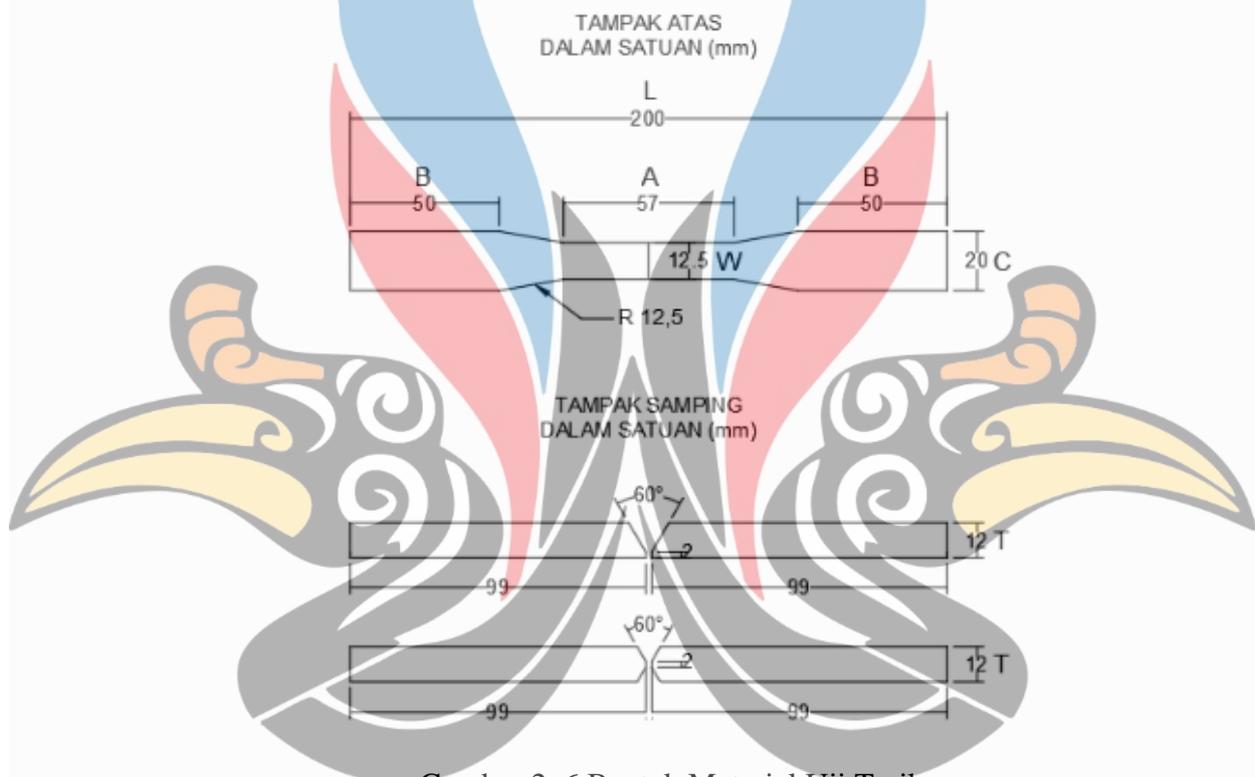


Gambar 2. 5 Mesin Uji Tarik (Poeng, Soukota, Salindeho, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi).

2.6.1 Bentuk spesimen

Sebelum dilakukan proses pengelasan pada spesimen, rancangan spesimen dibuat dengan ukuran L (Panjang) 200 mm, C (lebar) 20 mm, dan T (tebal) 12 mm, area A 50 mm, area B 50 mm, area W 12,5 dan untuk R (Radius) 12,5 mm. Dalam penelitian ini spesimen menggunakan Teknik 1G. Sebelum dibentuk menjadi spesimen uji tarik, dilakukan proses pengelasan menggunakan las SMAW dengan

elektroda E6013 berdiameter 3,2 mm dengan arus (75-150) ampere pada sudut pengelasan 60° menggunakan variasi sudut single bevel butt dan double bevel butt, pada elektroda E7018 berdiameter 3,2 mm dengan arus (90-155) ampere pada sudut 60° menggunakan variasi sudut single bevel butt dan duble bevel butt. Rancangan spesimen ini mengikuti standar pengujian tarik dari ASTM A36. Gambar 2.1 di bawah ini menunjukkan rancangan spesimen yang akan dilakukan uji tarik dalam penelitian.



Gambar 2. 6 Bentuk Material Uji Tarik

2.7 Comparison chart/diagram uji tariknya dengan diagram performa

Singkatnya, bagan perbandingan memberikan representasi visual dari berbagai opsi yang dapat dibandingkan satu sama lain. Ini dapat memiliki pro, kontra, fitur utama, dll. Yang akan menggambarkan perbedaan penting antara entitas (atau pilihan) ini. Karena tidak ada aturan praktis dengan bagan perbandingan, grafik tersebut dapat menggambarkan karakteristik kuantitatif dan kualitatif. Sebagian besar, bagan perbandingan mudah dibuat dan dapat membantu kita dalam tujuan pendidikan atau membuat keputusan berdasarkan data.

Misalnya, perhatikan contoh di mana model telepon yang berbeda dibandingkan satu sama lain. Dalam hal ini, tabel dibuat dengan parameter kunci untuk setiap model telepon. Ini akan membantu pembaca mengetahui perbedaan di antara model ponsel dan mereka dapat memilih perangkat yang ingin mereka beli. Oleh karena itu, bagan perbandingan ini akan berguna dalam fitur pendidikan dan pengambilan keputusan. Karena konsep membandingkan hal-hal bukanlah hal baru, sejarah grafik perbandingan dapat ditelusuri kembali ke abad ke-18. Salah satu grafik perbandingan besar pertama dibuat oleh William Faden tentang perbandingan profil pantai. Meskipun, itu adalah bagan perbandingan ketinggian dan pegunungan Charles Smith, itu mulai mendapatkan penerimaan yang lebih luas.

Saat ini, konsep tersebut telah berkembang dan digunakan untuk membandingkan tidak hanya bangunan atau gunung, tetapi juga keputusan eksekutif dan bahkan digunakan dalam metodologi penelitian. Untuk membandingkan entitas yang berbeda, tabel, matriks, grafik, batang, skala, gelembung, dan semua jenis vektor digunakan.

