

BAB III

LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang pendahuluan, pemilihan penggunaan sambungan las, hipotesis, metode penelitian dan jadwal penelitian.

3.1. Pendahuluan

Pengelasan adalah proses menyatukan dua logam dengan memanaskannya sehingga membentuk satu kesatuan, yang dalam pengelasan struktural diikuti dengan penambahan logam pengisi dari elektroda. Menurut daftar pustaka, proses pengelasan adalah proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan atau tanpa pemakaian bahan pengisi.

3.1.1. Proses dasar pengelasan

Proses dasar pengelasan ada dua macam yaitu pengelasan oksasi-asetilen dan pengelasan listrik.

1. Pengelasan oksasi-asetilen, yaitu proses pengelasan secara manual dengan pemanasan permukaan logam yang akan dilas atau disambung sampai mencair oleh nyala gas asetilen melalui pembakaran C_2H_2 dengan gas O_2 dengan atau tanpa logam pengisi.

2. Pengelasan listrik, yaitu pengelasan yang menggunakan energi listrik sebagai sumber panas untuk mencairkan logam dasar dan bahan pengisi agar terjadi aliran bahan atau terjadi peleburan .

3.1.2. Jenis sambungan

Jenis sambungan tergantung pada faktor-faktor seperti ukuran dan profil batang yang bertemu di sambungan, jenis pembebanan, besarnya luas sambungan yang tersedia untuk pengelasan, dan biaya relatif dari berbagai jenis las. Sambungan las terdiri dari lima jenis sambungan dasar yaitu sambungan sebidang, sambungan lewatan, sambungan tegak, sambungan sudut dan sambungan sisi.

1. Sambungan sebidang

Sambungan ini dipakai terutama untuk menyambung ujung-ujung plat datar dengan ketebalan yang sama atau hampir sama.

Keuntungan sambungan ini adalah menghilangkan eksentrisitas yang timbul pada sambungan lewatan tunggal. Sedangkan kerugiannya adalah ujung yang akan disambung biasanya harus disiapkan secara khusus yaitu diratakan atau dimiringkan dan dipertemukan secara hati-hati sebelum dilas.

Contoh sambungan jenis ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Sambungan sebidang
(Salmon dan Johnson, 1990 : 185)

2. Sambungan lewatan

Sambungan ini merupakan jenis sambungan las yang paling umum. Sambungan ini mempunyai dua keuntungan utama yaitu, mudah disesuaikan dan mudah disambung.

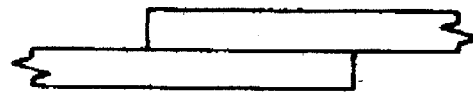
a. Mudah disesuaikan

Potongan yang akan disambung tidak memerlukan ketepatan dalam pembuatannya bila dibandingkan dengan jenis sambungan lain.

b. Mudah disambung

Tepi potongan yang akan disambung tidak memerlukan persiapan yang khusus dan biasanya dipotong dengan nyala (api) atau dengan geseran. Potongan yang akan disambung dalam banyak hal hanya dijepit (klem) tanpa menggunakan alat khusus.

Keuntungan lain dari sambungan ini adalah mudah digunakan untuk menyambung plat yang tebalnya berlainan. Contoh dari sambungan lewatan ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.

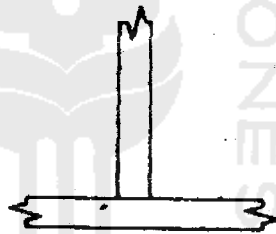


Gambar 3.2. Sambungan lewatan
(Salmon dan Johnson, 1990 : 185)

3. Sambungan tegak

Jenis sambungan ini dipakai untuk membuat penampang bentukan (*built-up*) seperti profil T, profil I, gelagar plat (*plate girder*), pengaku tumpuan/penguat samping (*bearing stiffener*), penggantung, dan konsol (*bracket*). Umumnya potongan yang disambung membentuk sudut tegak lurus.

Sambungan tegak terutama bermanfaat dalam pembuatan penampang yang dibentuk dari plat datar yang disambung dengan las sudut maupun las tumpul. Contoh dari sambungan lewatan ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.

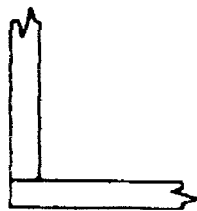


Gambar 3.3. Sambungan tegak

(Salmon dan Johnson, 1990 : 185)

4. Sambungan sudut

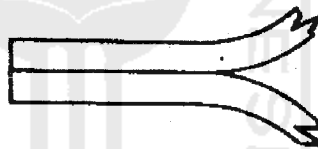
Sambungan ini dipakai terutama untuk membuat penampang berbentuk boks segi empat seperti yang digunakan untuk kolom dan balok yang memikul momen puntir yang besar. Contoh dari sambungan sudut ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Sambungan sudut
(Salmon dan Johnson, 1990 : 185)

5. Sambungan sisi

Sambungan ini umumnya tidak struktural tetapi paling sering dipakai untuk menjaga agar dua atau lebih plat tetap pada bidang tertentu atau untuk mempertahankan kesejajaran (*alignment*) awal. Contoh dari sambungan sisi ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Sambungan sisi
(Salmon dan Johnson, 1990 : 185)

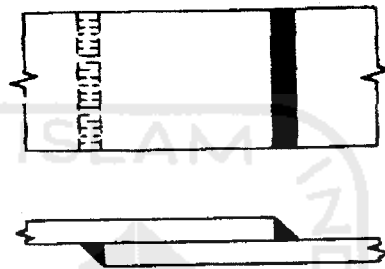
3.1.3. Jenis las

Jenis pengelasan ada empat macam yaitu las sudut, las tumpul, las pasak, dan las baji.

1. Las sudut (*fillet weld*)

Las jenis ini bersifat ekonomis secara keseluruhan, mudah dibuat, dan mampu beradaptasi, serta merupakan jenis las yang banyak dipakai dibandingkan jenis las dasar yang lain. Las ini memerlukan lebih sedikit

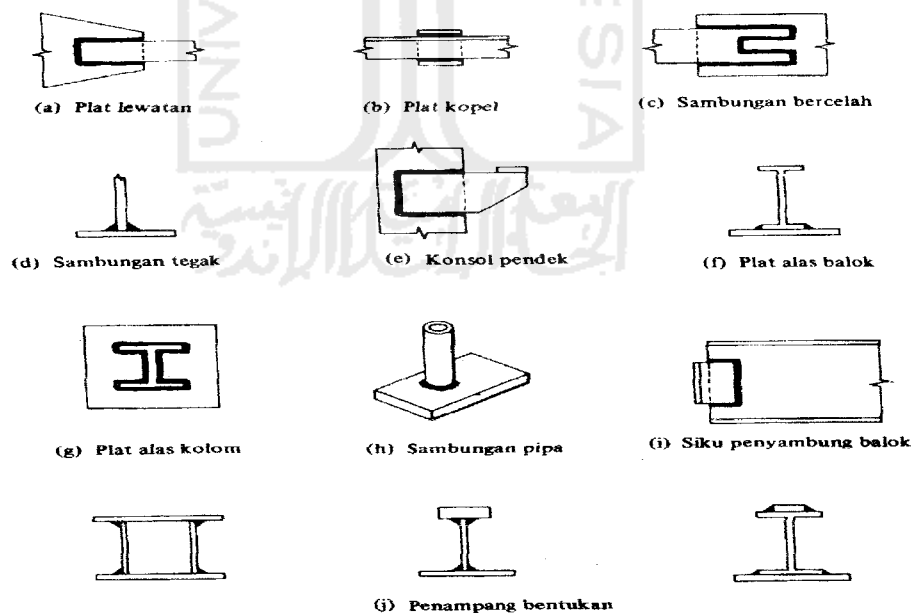
presisi dalam pemasangan karena potongannya saling bertumpang (*overlap*). Las ini menguntungkan untuk pengelasan dilapangan. Selain itu, tepi potongan yang akan disambung jarang memerlukan penyiapan khusus, seperti pemiringan (*beveling*) atau penegakan, karena kondisi tepi dari proses pemotongan nyala (*flame cutting*) atau pemotongan geser umumnya memadai. Contoh gambar las sudut dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Las sudut

(Salmon dan Johnson, 1990 : 187

Beberapa pemakaian las sudut yang umum dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Pemakaian las yang umum

(Salmon. dan Johnson.1990 : 189)

2. Las tumpul (*groove weld*)

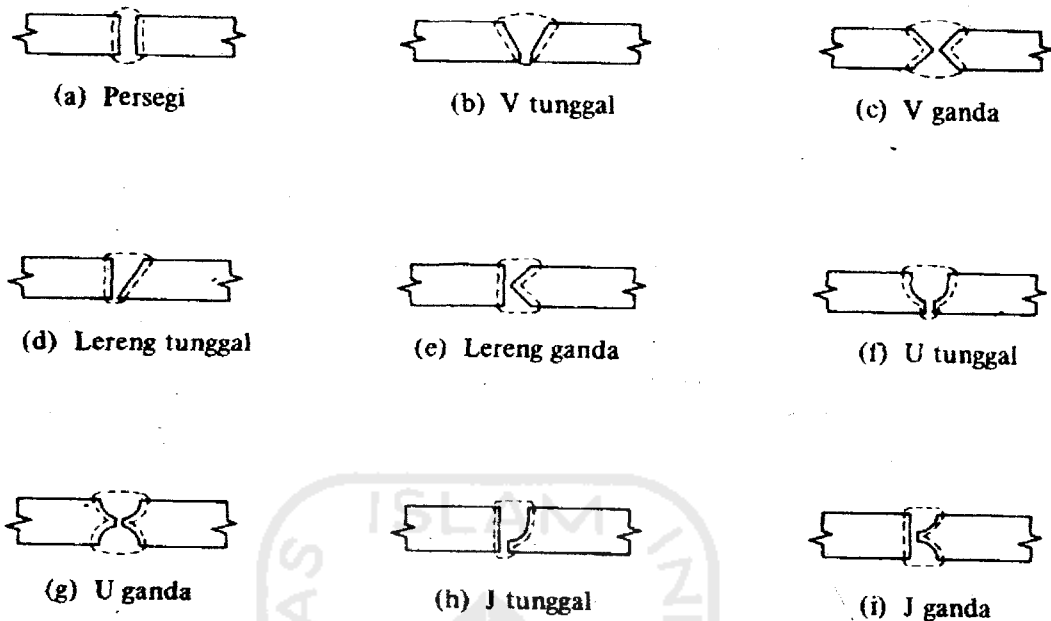
Las ini terutama dipakai untuk menyambung batang struktural yang bertemu dalam satu bidang. Las ini biasanya ditujukan untuk menyalurkan semua beban batang yang disambungnya, sehingga las ini harus mempunyai kekuatan yang sama seperti potongan yang disambungnya. Las ini memerlukan penyiapan tepi tertentu. Pemilihan las ini tergantung pada proses pengelasan yang digunakan, biaya penyiapan tepi, dan biaya pembuatan las. Gambar 3.8. menunjukkan contoh gambar las tumpul.



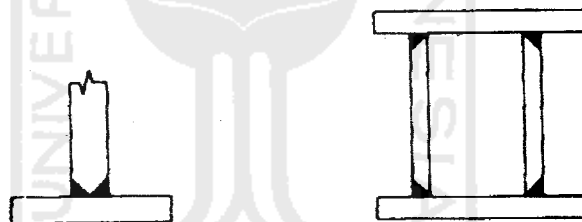
Gambar 3.8. Las tumpul
(Salmon dan Johnson, 1990 : 187)

Banyak variasi las tumpul dapat dibuat dan masing-masing dibedakan menurut bentuknya, dan disebut menurut jenis penyiapan yang dilakukan. Gambar 3.9 memperlihatkan jenis las tumpul yang umum dan menunjukkan penyiapan alur (*groove*) yang diperlukan.

Salah satu pemakaian las tumpul adalah pada sambungan tegak seperti diperlihatkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.9. Jenis las tumpul
(Salmon dan Johnson, 1990 : 188)

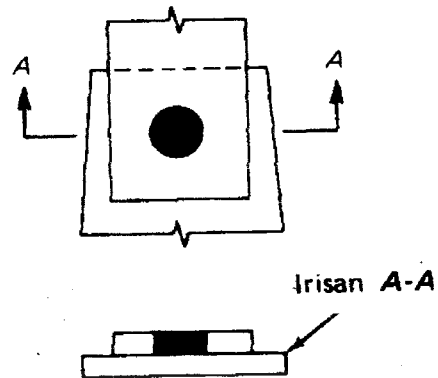


Gambar 3.10. Pemakaian las tumpul pada sambungan tegak
(Salmon dan Johnson, 1990 : 189)

3. Las pasak (*plug weld*)

Las ini dapat dipakai secara tersendiri atau dipakai secara bersama-sama dengan las sudut. Manfaat utama las ini adalah menyalurkan gaya geser pada sambungan lewatan bila ukuran sambungan membatasi panjang yang tersedia untuk las sudut atau las sisi lainnya. Las ini juga berguna untuk mencegah

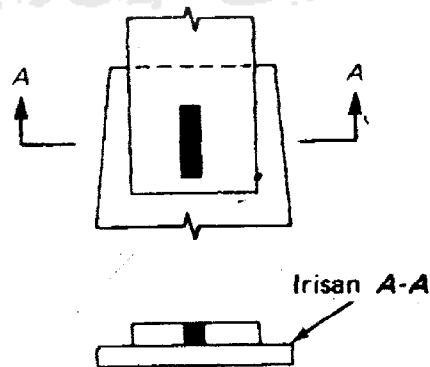
terjadinya tekuk pada bagian yang saling bertumpang. Contoh gambar las pasak dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Las pasak
(Salmon dan Johnson, 1990 : 187)

4. Las baji (*slot weld*)

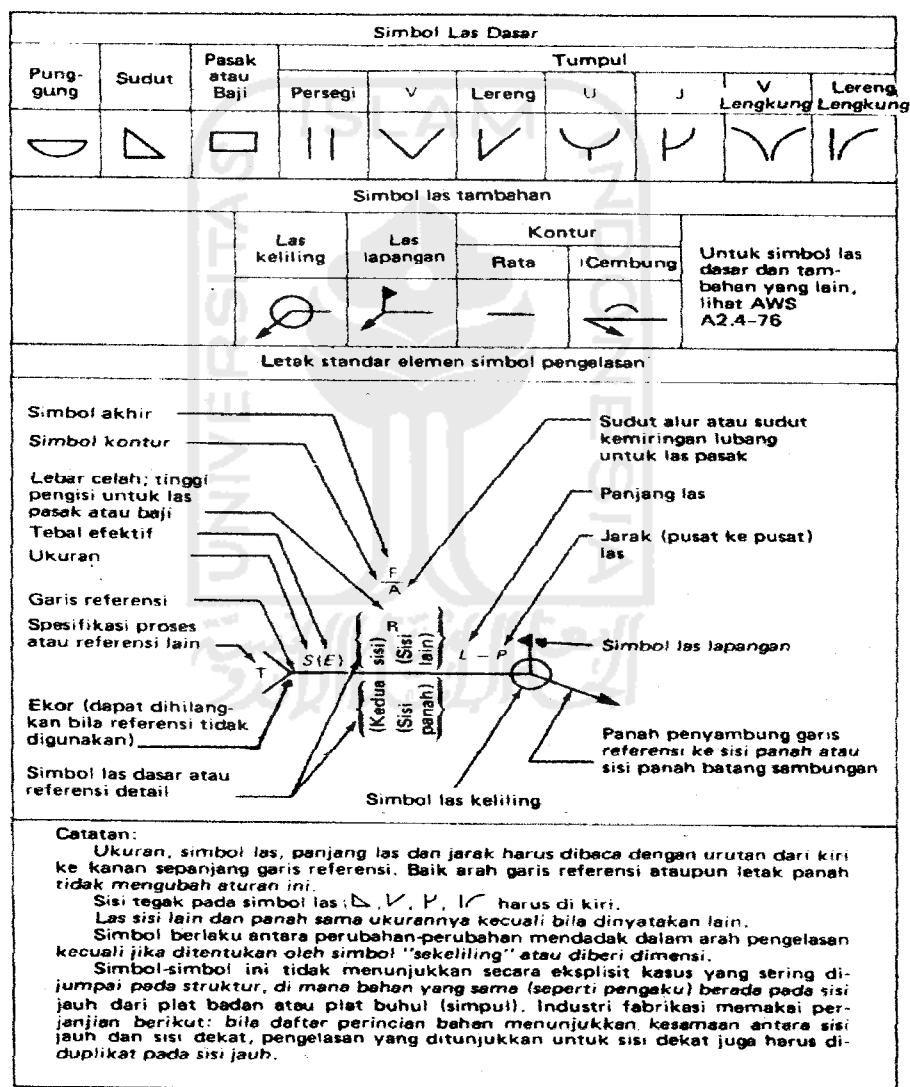
Las ini sama seperti las pasak, yaitu dapat dipakai secara tersendiri ataupun bersama-sama dengan las sudut. Juga bermanfaat untuk menyalurkan gaya geser pada sambungan lewatan dan untuk mencegah terjadinya tekuk pada bagian yang saling bertumpang. Las jenis ini dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Las baji
(Salmon dan Johnson, 1990 : 187)

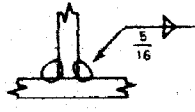

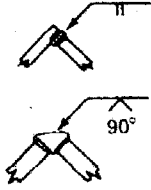

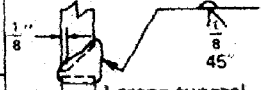
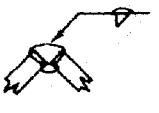


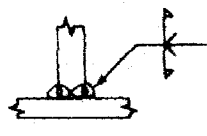
3.1.4. Simbol pengelasan

Simbol pengelasan ini dipakai untuk membedakan jenis dan ukuran las, dengan memakai simbol standar *American Welding Society*. Simbol ini dipakai sebagai alat komunikasi antara perencana dan fabrikator untuk membedakan jenis, ukuran, panjang dan letak las, serta instruksi khusus lainnya. Simbol pengelasan ini dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Simbol pengelasan standar
 (Salmon dan Johnson, 1990 : 191)

Sambungan yang sering dibuat umumnya tidak memerlukan instruksi khusus dan sudah tertentu seperti diperlihatkan pada Gambar 3.14.

Las sudut	Las tumpul	Las tumpul khusus
 <p>Pecahan penunjuk hanya diberikan pada salah satu las bila kedua sisinya sama</p>	 <p>Las tumpul alur persegi yang dilas dari kedua sisi</p>	 <p>Las disudut untuk beban yang ringan</p>
 <p>Menunjukkan las yang terputus-putus dan berseling dengan panjang 2 inci dan jarak pusat ke pusat 4 inci</p>	 <p>Lereng tunggal dengan lebar celah 1/8 inci, kemiringan 45° pada potongan atas dan memakai las punggung</p>	 <p>Las di sudut dengan las titik pada sisi dalam untuk memperkuat</p>
 <p>Las sekeliling</p>	 <p>V tunggal yang dilas dari satu sisi dengan sisi miring 60° dan lebar celah 3/32 inci.</p>	 <p>Sambungan tegak penetrasi sempurna. Gabungan las sudut dan tumpul. Dipakai untuk sambungan kejut dan leleh.</p>

Gambar 3.14. Simbol pengelasan standar
(Salmon dan Johnson, 1990 : 192)

3.2. Pemilihan penggunaan sambungan las

Pemilihan penggunaan sambungan las pada struktur rangka baja dikarenakan adanya beberapa pertimbangan, antara lain adalah bahan las tersedia di pasaran umum, mudah pengerjaannya dan kekuatan yang dihasilkannya cukup tinggi.

3.2.1. Bahan las tersedia di pasaran umum.

Membuat sambungan las pada struktur rangka baja sudah tentu membutuhkan elektroda sebagai bahan penyambung dan mesin las listrik sebagai alat utamanya, sedangkan tenaga listriknya didapatkan dari Genset yang berbahan bakar solar.

Elektroda las dapat dibeli di hampir setiap toko besi, sehingga apabila suatu struktur rangka baja diputuskan untuk mempergunakan las sebagai penyambungannya tidaklah sulit untuk mendapatkan bahan las tersebut.

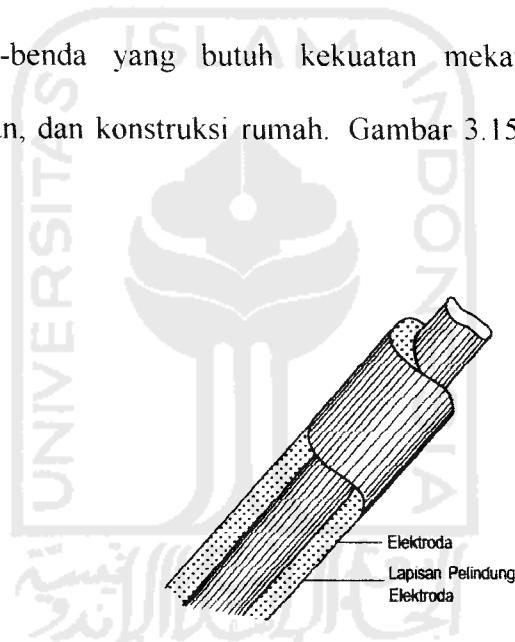
Karena bagian yang sangat penting dalam las busur listrik adalah elektroda, maka sangatlah penting untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat masing-masing elektroda sebagai dasar pemilihan penggunaan elektroda yang tepat. Ada lima hal yang harus kita pertimbangkan dalam memilih elektroda, yaitu :

- a. jenis logam yang akan dilas,
- b. tebal bahan yang akan dilas,
- c. kekuatan mekanis yang diharapkan dari hasil pengelasan,
- d. posisi pengelasan, dan
- e. bentuk kampuh benda kerja.

Berdasarkan selaput pelindungnya elektroda dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. elektroda polos, dan
2. elektroda berselaput.

Elektroda berselaput ini terdiri dari bagian inti dan zat pelindung atau *fluks*. Dimana bahan pelapis elektroda ini adalah campuran seperti lempung yang terdiri dari pengikat silikat dan bahan bubuk, seperti senyawa flour, karbonat, oksida, paduan logam, dan selulosa. Selaput pada elektroda ini jika terbakar akan menghasilkan gas CO₂ yang berfungsi melindungi cairan las, busur listrik, dan sebagian benda kerja dari udara luar yang mengandung gas O₂ yang dapat mengakibatkan bahan las mengalami oksidasi sehingga dapat mempengaruhi sifat mekanis dari logam yang dilas. Oleh karena itu elektroda ini banyak dipakai pada pengelasan benda-benda yang butuh kekuatan mekanis, misalnya tangki, konstruksi jembatan, dan konstruksi rumah. Gambar 3.15 menunjukkan gambar elektroda las.



Gambar 3.15. Elektroda las
(Bintoro, 2000 : 53)

Selaput elektroda mempunyai fungsi-fungsi antara lain :

1. mencegah terbentuknya oksida-oksida dan nitrida logam sewaktu proses pengelasan berlangsung,

2. membuat torak pelindung sehingga dapat mengurangi kecepatan pendinginan yang bertujuan agar las-lasan yang terjadi tidak getas dan rapuh,
3. memberikan sifat-sifat khusus terhadap hasil las-lasan dengan cara menambah zat-zat tertentu yang terkandung dalam selaput,
4. menstabilkan terjadinya busur api dan mengarahkan nyala busur api sehingga mudah dikontrol,
5. membantu mengontrol ukuran dan frekuensi tetesan logam cair, dan
6. memungkinkan dilakukannya posisi pengelasan yang berbeda-beda.

Suatu elektroda memakai kode berupa huruf dan angka yang mempunyai arti khusus untuk pemilihan elektroda. Kode tersebut sudah distandarisasi oleh badan standarisasi kode elektroda yaitu AWS (*American Welding Society*) dan ASTM (*American For Testing Material*). Kode atau simbol ini berupa satu huruf E yang diikuti empat atau lima angka dibelakangnya, contoh E6010.

Elektroda dengan kode E6010, untuk setiap huruf dan angka mempunyai arti masing-masing, yaitu :

E : elektroda untuk las busur listrik,

60 : menyatakan nilai tegangan tarik minimum hasil pengelasan dikalikan dengan 1000 psi, jadi 60.000 psi, dan

1 : menyatakan posisi pengelasan, angka 1 berarti dapat digunakan untuk pengelasan semua posisi.

Angka nomer 3 pada kode elektroda menyatakan posisi pengelasan, yaitu :

- 1 : untuk pengelasan semua posisi,
- 2 : untuk pengelasan posisi horizontal dan di bawah tangan, dan
- 3 : untuk pengelasan pada posisi di bawah tangan.

Sedangkan angka terakhir pada simbol elektroda mempunyai arti :

- 0 : elektroda dengan penembusan dalam. Bahan dari selaput selulosa soda.

Bentuk rigi-rigi cembung atau rata,

- 1: elektroda dengan penembusan dalam. Bahan dari selaput selulosa potasium.

Bentuk rigi-rigi cembung atau rata,

- 2 : elektroda dengan penembusan sedang. Bahan dari selaput titania sodium.

Bentuk rigi-rigi cekung,

- 3 : elektroda dengan penembusan dangkal. Bahan dari selaput titania(rutil).

Bentuk rigi-rigi cekung,

- 4 : elektroda dengan penembusan sedang. Bahan dari selaput titania serbuk besi. Penembusan sedang dan cepat membeku,

- 5 : elektroda dengan penembusan sedang. Bahan dari selaput soda hidrogen rendah. Penembusan sedang, bentuk rigi-rigi cekung, digunakan untuk mengelas logam yang kadar belerangnya tinggi,

- 6 : elektroda dengan penembusan sedang. Bahan dari selaput soda hidrogen rendah. Penembusan sedang, bentuk rigi-rigi cekung, digunakan untuk mengelas logam yang kadar belerangnya tinggi,
- 7 : elektroda dengan penembusan menengah. Bahan dari selaput oksida besi. Bentuk rigi-rigi datar dan cepat membeku,
- 8 : elektroda dengan penembusan dangkal dan menengah. Bahan dari selaput serbuk besi hidrogen rendah. Penembusan dangkal dan menengah. Bentuk rigi-rigi cekung.

3.2.2. Mudah pengerjaannya

Dalam mengerjakan sambungan las tidak perlu banyak melibatkan tenaga kerja dengan kata lain hanya dengan beberapa tenaga trampil saja dapat menghasilkan volume pekerjaan yang cukup memadai.

Selain hal tersebut diatas bahwa penyambungan mempergunakan las tidaklah memerlukan tenaga ahli dengan tingkat pendidikan yang tinggi tetapi cukup dengan tenaga trampil yang memiliki kemampuan yang cukup baik.

Seorang operator sebaiknya dibekali dengan teknik-teknik atau prosedur pengelasan yang benar agar dapat melakukan pengelasan secara optimum, juga tidak kalah penting yaitu keterampilan operator dalam pelaksanaan pengelasan. Dengan teknik dan keterampilan yang baik, operator dapat langsung bekerja dengan baik.

Empat hal yang perlu diketahui tentang teknik-teknik pengelasan yaitu, menentukan besar arus dan tegangan listrik, menyalakan dan mematikan elektroda, gerakan elektroda dan las titik atau *tack weld*.

1. Menentukan besar arus dan tegangan listrik

Besar arus dan tegangan listrik yang digunakan dalam pengelasan harus diatur sesuai dengan kebutuhan. Tidak ada aturan yang pasti berapa besar tegangan listrik pada mesin las yang digunakan, tetapi tegangan tersebut hanya diperkenankan sekitar 55 volt sampai 85 volt. Hal ini karena tubuh manusia tidak akan mampu menahan arus listrik dengan tegangan yang tinggi, yang disebut dengan tegangan pembakaran. Bila nyala busur listrik sudah terjadi maka tegangannya akan turun menjadi 20 volt sampai 40 volt, yang disebut tegangan kerja, yang besarnya tergantung dari besar kecilnya diameter elektroda.

Sebaiknya arus yang digunakan berada dalam batasan yang direkomendasikan, karena kelebihan ataupun kekurangan arus akan berakibat pada hasil pengelasan.

Pengelasan dengan arus yang terlalu kecil akan berakibat :

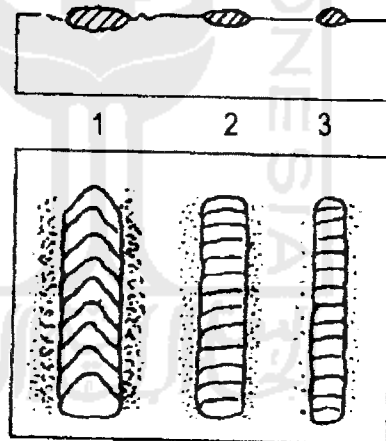
- a. lelehan logam las kental, sehingga tidak terjadi percikan cairan logam di sekitar rigi-rigi las,
- b. membentuk kawah yang dangkal dan kecil, karena panas yang ditimbulkan nyala busur listrik lemah, dan

- c. bentuk rigi-rigi las yang terjadi kurang baik, yaitu berbentuk tinggi dan sempit dengan tepi yang tegak.

Sedangkan pengelasan dengan arus yang terlalu besar mengakibatkan :

- lelehan logam las encer, sehingga percikan logam yang berbentuk bola-bola di sekitar rigi-rigi las sangat banyak,
- membentuk kawah yang lebar dan berbentuk segitiga, karena panas yang ditimbulkan nyala busur listrik kuat, dan
- bentuk rigi-rigi las yang terjadi kurang baik yaitu berbentuk segitiga.

Bentuk rigi-rigi las tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.16,



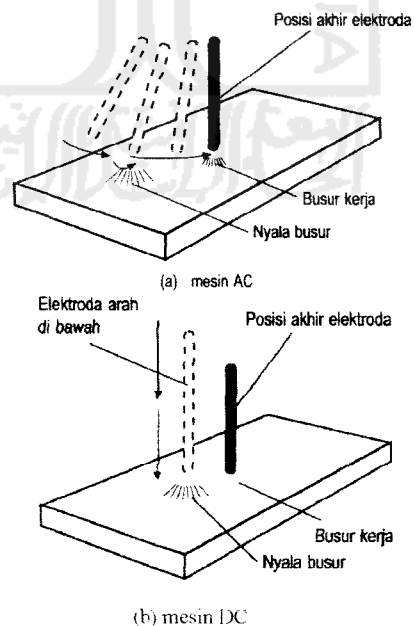
Gambar 3.16. Bentuk rigi-rigi las

- dengan arus listrik yang besar,
- dengan arus listrik yang tepat, dan
- dengan arus listrik yang kecil.

(Bintoro, 2000 : 60)

2. Menyalakan dan mematikan elektoda

Cara menyalakan nyala busur listrik tergantung mesin las yang dipakai. Jika mesin las arus bolak-balik (mesin las AC) maka cara menyalakan elektrodanya adalah dengan menggosokkan elektroda yang sudah dijepit penjepit elektroda ke benda kerja yang sudah terhubung dengan kabel massa dengan bentuk busur atau seperti cara menggosokkan korek api. Sedangkan bila memakai mesin las arus searah (mesin las DC) caranya dengan menggosokkan dengan arah naik turun. Elektroda digerakkan lurus ke bawah sampai menyentuh benda kerja lalu diangkat setinggi diameter elektroda. Setelah nyala busur listrik terjadi maka posisi elektroda harus dijaga agar berada pada jarak tertentu dari benda kerja supaya dapat menyala secara kontinu. Cara menyalakan busur listrik dapat dilihat pada Gambar 3.17.



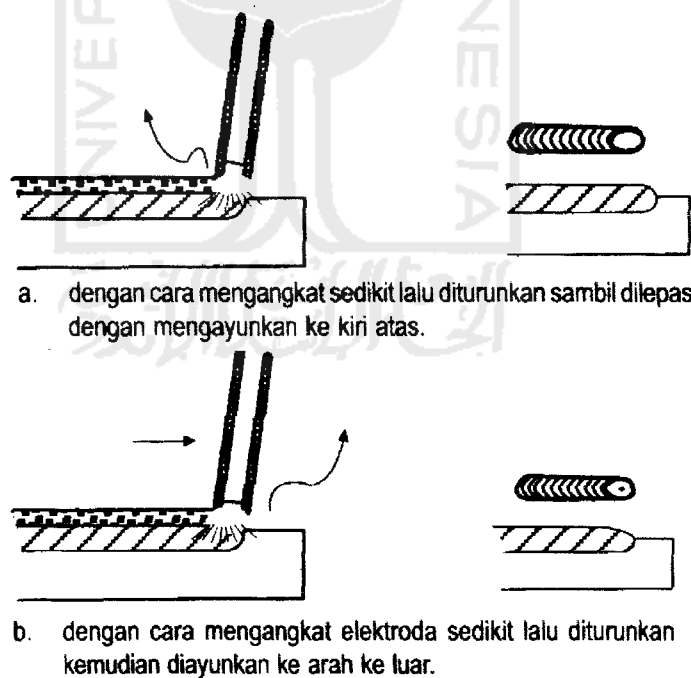
Gambar 3.17. Cara menyalakan busur listrik pada mesin AC dan DC
(Bintoro, 2000 : 61)

Setelah satu bagian pengelasan selesai maka nyala busur listrik harus dimatikan. Cara mematikan nyala busur harus hati-hati agar ujung akhir pengelasan tidak keropos dan terlalu tinggi atau rendah.

Ada dua cara mematikan nyala busur yaitu :

- a. dengan cara mengangkat sedikit lalu diturunkan sambil dilepas dengan mengayunkan ke kiri atas, dan
- b. dengan cara mengangkat elektroda sedikit lalu diturunkan kemudian diayunkan ke arah luar.

Cara mematikan busur elektroda dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. Cara mematikan busur nyala elektroda
(Bintoro, 2000 : 61)

3. Gerakan elektroda

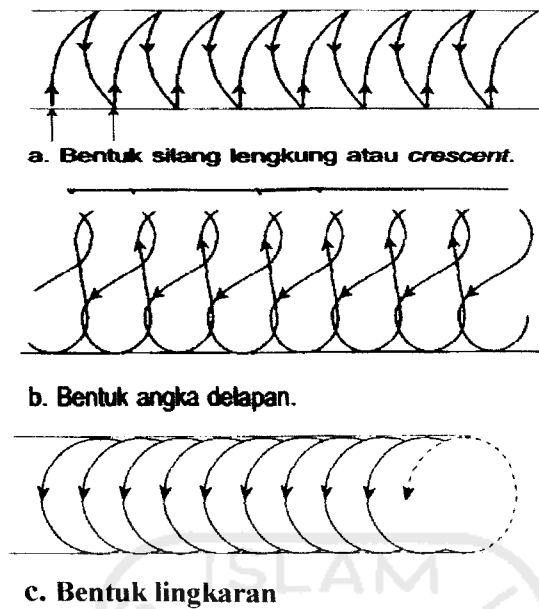
Baik buruknya permukaan hasil pengelasan sangat ditentukan oleh gerakan elektroda pada saat pengelasan. Ada tiga macam gerakan elektroda yaitu :

- a. gerakan turun sepanjang sumbu elektroda, dilakukan untuk mengatur jarak elektroda dan benda kerja agar nyala busur listrik tetap,
- b. gerakan ayunan elektroda, diperlukan untuk mengatur lebar alur las yang dikehendaki, dan
- c. gerakan ayunan ke atas menghasilkan alur las yang kecil, sedangkan ayunan ke bawah menghasilkan jalur las yang lebar. Penembusan las pada ayunan ke atas lebih dangkal daripada ayunan ke bawah.

Ada tiga gerakan ayunan elektroda untuk membuat lebar jalur las, yaitu:

- a. bentuk silang lengkung atau *crescent*,
- b. bentuk angka delapan, dan
- c. bentuk lingkaran.

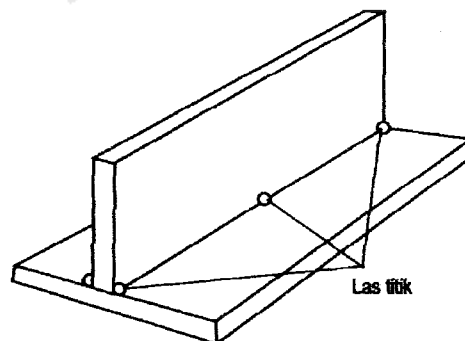
Tiga macam bentuk gerak ayunan elektroda dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19. Berbagai bentuk gerak ayunan elektroda
(Bintoro, 2000 : 62)

4. Las titik atau *tack weld*

Las ini dipakai untuk mengunci benda kerja agar tidak mengalami pergeseran setelah diset. Las titik biasanya dilakukan pada ujung-ujung benda kerja dan pada setiap jarak tertentu tergantung dari panjang maupun ketebalan benda kerja. Gambar 3.20 menunjukkan gambar las titik pada benda.



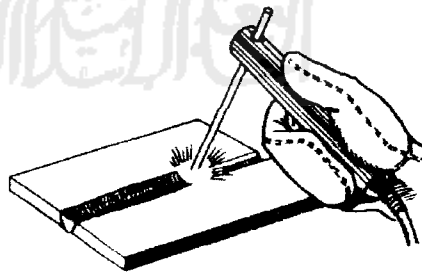
Gambar 3.20. Las titik pada benda
(Bintoro, 2000 : 62)

Seorang operator las dalam melakukan pengelasan mengatur posisi pengelasannya. Hal ini dilakukan biasanya karena tergantung dari letak kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas.

Ada empat macam posisi pengelasan, posisi pengelasan di bawah tangan, posisi pengelasan mendatar, posisi pengelasan tegak, dan posisi pengelasan di atas kepala.

a. Posisi pengelasan di bawah tangan

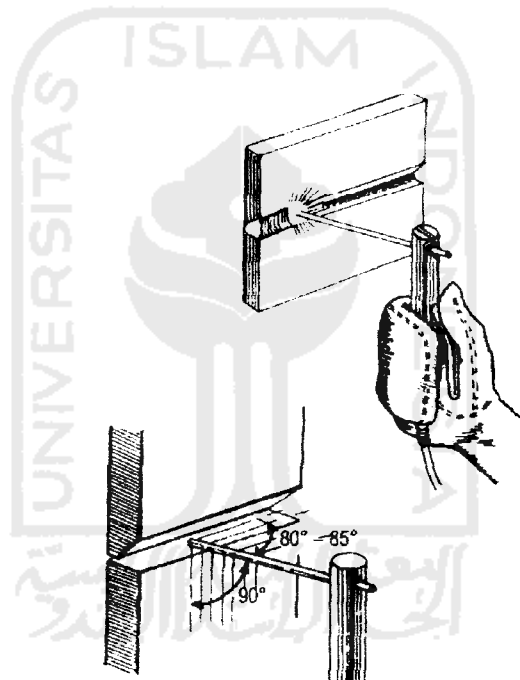
Posisi ini adalah yang paling mudah maka operator cenderung memilihnya. Posisi ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau permukaan yang agak miring, yaitu letak elektroda berada diatas benda kerja. Posisi ini sering dilakukan pada pengelasan umum, misalnya penyambungan komponen-komponen, pengelasan benda-benda yang dapat dilepas dan diatur posisinya. Gambar 3.21. menunjukkan posisi pengelasan di bawah tangan.



Gambar 3.21. Posisi pengelasan di bawah tangan
(Bintoro, 2000 : 64)

b. Posisi pengelasan mendatar (horizontal)

Merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar/horizontal. Pada posisi ini kemiringan dan arah ayunan elektroda juga harus diperhatikan karena akan mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja berdiri tegak atau agak miring sedikit dari arah gerak elektroda las. Pengelasan ini digunakan pada pengelasan benda-benda yang berdiri tegak. Posisi ini diperlihatkan pada Gambar 3.22.

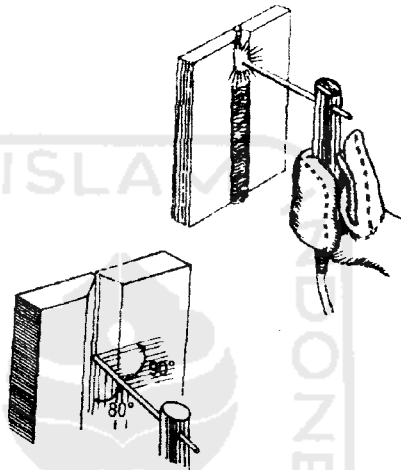


Gambar 3.22. Posisi pengelasan mendatar

(Bintoro, 2000 : 64)

c. Posisi pengelasan tegak (vertikal)

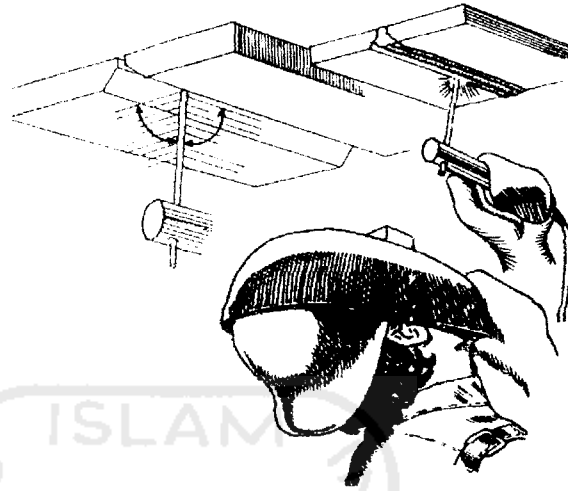
Merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis vertikal. Posisi benda kerja berdiri tegak atau agak miring sedikit searah dengan gerak elektroda las yaitu naik turun. Sering digunakan pada pengelasan benda-benda yang berdiri tegak. Posisi ini diperlihatkan pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23. Posisi pengelasan tegak
(Bintoro, 2000 : 64)

d. Posisi pengelasan di atas kepala

Merupakan posisi pengelasan yang lebih sulit dibanding posisi lain karena benda kerja ada di atas kepala operator, sehingga pengelasan dilakukan di atas kepala operator. Posisi ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau permukaan yang agak miring tetapi posisinya berada di atas kepala, jadi letak elektroda berada di bawah benda kerja. Posisi ini diperlihatkan pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24. Posisi pengelasan di atas kepala

(Bintoro, 2000 : 65)

Suatu pekerjaan las pasti membutuhkan adanya panas, oleh karena itu gangguan (*distorsi*) akibat pemuaian dan kontraksi akan timbul. Hal ini disebabkan karena las itu menjadi dingin dan mengerut, begitu pula logam sekitarnya. Besarnya distorsi ini tergantung pula pada tebalnya plat yang dilas dan dari caranya melas. Ada enam petunjuk untuk mengurangi *distorsi*, yaitu :

1. las jangan terlalu besar,
2. pakailah kecepatan mengelas yang lebih besar agar hanya sebagian kecil dari bahan dasar yang dipengaruhi oleh panas,
3. usahakan agar melas pada garis netral dari batang yang akan dilas atau sedekat mungkin padanya,
4. letak las harus diatur,

5. plat dijepit atau dapat juga dipres, dan
6. dilakukan pemanasan terlebih dahulu pada plat.

Walaupun pekerjaan las merupakan pekerjaan yang relatif mudah, akan tetapi apabila pengerjaannya tidak benar maka akan timbul cacat-cacat pada las yaitu *under cutting*, *lack of fusion*, *incomplete penetration*, *slack inclusion*, dan *gas pocket*.

1. Logam yang meleleh tidak terisi penuh oleh las (*under cutting*), hal ini disebabkan karena sifat-sifat elektroda, posisi pengelasan yang tidak tepat, dan terlalu besarnya arus atau terlalu panjangnya busur listrik. Memperbaikinya adalah dengan mengisi lagi tempat tersebut dengan las setelah permukaannya dibersihkan.
2. Logam dasar tidak meleleh (*lack of fusion*), disebabkan karena adanya bahan lain yang merintang di tempat itu. Oleh karena itu sebelum dilas permukaannya harus dibersihkan terlebih dahulu.
3. Penetrasi yang tidak sempurna (*incomplete penetration*), disebabkan karena celah terlalu kecil, elektroda terlalu besar, dan terlalu cepat mengelas atau arus listrik terlalu kecil. Hal ini akan menimbulkan adanya konsentrasi tegangan dan mungkin menjadi asal mulanya retak.
4. Terdapat benda lain pada las (*slack inclusion*), timbul karena reaksi kimia antara logam, udara dan coating dari elektroda. Oleh karena itu hendaknya dipilih komposisi kimia dari elektroda dan coatingnya yang tidak akan memberikan reaksi dengan elemen yang ada pada logam dasar.

5. Adanya gas yang terkurung dalam las (*gas pocket*), disebabkan oleh karena arus listrik yang terlalu besar atau busurnya terlalu panjang.

3.2.3. Kekuatan yang dihasilkan cukup tinggi

Syarat suatu sambungan struktur rangka baja adalah bahwa alat sambung yang dipergunakan harus lebih kuat dari material konstruksinya dengan tujuan apabila terjadi kegagalan struktur tidak terjadi pada bagian sambungannya namun diperkirakan terjadi pada rangka batangnya. Sehingga minimal kekuatan sambungan las adalah sama dengan kekuatan dari profil baja yang disambung.

Oleh karena las harus menyalurkan semua beban dari satu batang ke batang lainnya, las harus diberi ukuran yang sesuai dan dibuat dengan bahan elektroda yang tepat. Bahan elektroda yang dipakai dalam las sebaiknya memiliki sifat-sifat yang sama seperti bahan dasar. Logam las yang mirip sifatnya seperti bahan dasar disebut logam las sepadan.

Sebagai kriteria keamanan, sambungan las direncanakan dengan menggunakan tegangan nominal pada las. Sama seperti pada sambungan baut dan paku keling, tegangan nominal untuk las didasarkan pada anggapan bahwa las bersifat elastis sedangkan plat pembentuk sambungan bersifat kaku. Bila sambungan las dibebani gaya geser, tekanan atau tarikan, tegangan di sepanjang las dianggap konstan. Bila las hanya dibebani momen atau torsi, tegangannya dianggap bervariasi secara linear yang tergantung pada letak garis vertikal. Bila dua atau lebih jenis pembebanan di atas terjadi secara serentak, resultante tegangannya dianggap merupakan jumlah vektor. Pada las sudut yang

menyambung batang tarik, penyaluran beban dengan las akan berupa penyaluran gaya geser (ke bahan dasar) bila las sudut sejajar dengan arah beban.

Akan tetapi, distribusi tegangan yang sesungguhnya pada sambungan las sangat rumit walaupun pada sambungan yang sangat sederhana. Las dan potongan yang disambung harus berubah bentuk secara bersama-sama. Jika tidak, pemisahan akan terjadi. Selain itu, tegangan sebenarnya berubah dengan adanya tegangan residu (sisa) akibat pendinginan las, tegangan puntiran ke arah luar bidang (*warping*) akibat prosedur las yang buruk, dan pengurangan tegangan pada potongan yang disambung.

Tugas utama dalam merencanakan las penyambung batang tarik atau batang tekan ialah memberikan las yang minimal sama kuatnya seperti batang yang disambung. Selain itu sambungan harus tidak menimbulkan eksentrisitas pembebanan yang besar.

Agar diperoleh sambungan las yang baik dan kuat, maka harus diperhatikan mutu dari pengelasan itu sendiri. Mutu dari suatu las tergantung pada teknik pengelasan, metalurgi, dan pengaruh panas.

a. Teknik pengelasan.

Dalam melakukan pengelasan beberapa detail yang perlu diperhatikan, yaitu : posisi las, macam sambungan yang akan dibuat, macam dan ukuran elektroda, macam dan besarnya arus listrik, panjangnya busur listrik (*voltage*) , kecepatan pengelasan dan testing bahan las serta sambungan-sambungan.

Disamping itu pekerjaan pendahuluan pada bagian-bagian yang akan dilas juga harus diperhatikan, misalnya pembuatan celah pada plat yang akan dilas. Jika celah terlalu kecil, melelehnya logam dasar lebih sukar dan diperlukan elektroda yang lebih kecil maka dengan sendirinya pekerjaan menjadi lebih lambat. Dan jika celahnya terlalu besar, maka lebih banyak diperlukan bahan las sehingga ongkos menjadi lebih mahal.

b. Metalurgi.

Sifat baja yang harus mendapat perhatian yaitu *ductile*, *brittle* dan *porous*.

1. Apabila baja dipanaskan sampai meleleh dan kemudian didinginkan perlahan-lahan, maka ia akan menjadi bahan yang kenyal (*ductile*). Tapi bila ia didinginkan dengan cepat, maka ia akan jadi getas (*brittle*). Disamping cara pendinginan itu, komposisi kimia dari baja, terutama kadar carbon juga mempengaruhi.
2. Baja yang meleleh pada temperatur yang tinggi dapat mengandung gas yang lebih banyak daripada yang meleleh pada temperatur yang lebih rendah. Oleh karena itu sewaktu pengelasan, baja yang meleleh tersebut hendaknya dilindungi agar tidak mengabsorbir gas-gas tertentu dari udara, karena gas-gas tersebut apabila telah dingin akan keluar sehingga las akan berlubang-lubang (*porous*). Untuk menjaga hal ini terjadi antara lain elektroda diberi lapisan *coating*.

c. Pengaruh panas.

Ada dua macam pengaruh panas pada waktu pengelasan.

1. *Expansi* dan kontraksi dari logam karena pengaruh temperatur. Hal ini menyebabkan timbulnya tegangan-tegangan sekunder.
2. Cepat atau lambatnya bagian yang dilas menjadi dingin. Plat yang lebih tebal akan lebih cepat mendingin daripada plat yang tipis, hal ini karena pada plat yang lebih tebal panas yang timbul dari proses pengelasan mempunyai jalan keluar yang lebih banyak daripada plat yang tipis. Untuk menghindarinya plat tersebut dapat dipanaskan terlebih dahulu sebelum dilas.

Selanjutnya untuk mengetahui kekuatan sambungan las dapat dilakukan pengujian dengan alat-alat yang terdapat di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yaitu berupa pengujian tarik terhadap sambungan las tersebut.

3.3. Hipotesis

Berdasarkan penjabaran dari materi yang terdapat dalam Kajian Pustaka maupun Landasan Teori bahwa sebenarnya untuk mengetahui kekuatan sambungan las dapat dilakukan pengujian dilaboratorium dengan metode pengujian tarik terhadap sambungan las dimana benda uji sambungan las dibuat bervariasi baik itu posisi las, panjang las dan jenis elektroda las yang dipakai. Dari pengujian yang dilakukan dimungkinkan terjadi kerusakan pada las ataupun pada plat.

3.4. Metode Penelitian

Dalam melakukan suatu penelitian tentu menggunakan pendekatan-pendekatan yang merupakan asumsi awal dari peneliti yang akan diaplikasikan dalam bentuk model uji. Metode penelitian sambungan las secara garis besar adalah membandingkan kekuatan las pada benda uji dengan kekuatan las berdasarkan teori yang sudah ada dan menguji kekuatan las dari jenis elektroda las yang dipergunakan.

Untuk memperoleh suatu hasil atau kesimpulan dari tugas akhir ini, maka harus dipergunakan cara dan aturan yang benar serta harus berdasarkan pada metode ilmiah sehingga hasilnya dapat dipertanggungjawabkan.

Metode penelitian ini meliputi cara penelitian, teknik pengumpulan data, pembuatan benda uji, lingkup pengujian, alat yang dipakai dan cara pengujian.

3.4.1. Cara Penelitian

Metode penelitian yang digunakan berupa dua macam pengujian yang dilakukan dilaboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

1. Uji pendahuluan berupa plat dengan ukuran tebal 5 mm, lebar 50 mm dan panjang 500 mm berupa uji tarik.
2. Uji tarik sambungan las pada 2 buah plat ukuran tebal 5mm, lebar 50 mm dan panjang 250 mm yang disambung dengan posisi las yang bervariasi, panjang las yang berbeda dan memakai elektroda E6013 dengan dua macam merk

yaitu merek LASE KS-R diameter elektroda 3,2 mm dan merek RD 260 diameter elektroda 3,2 mm.

Masing-masing pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) benda uji.

3.4.2. Teknik Pengumpulan Data

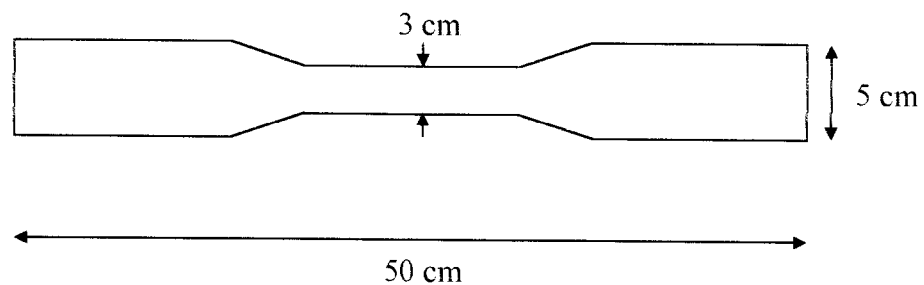
Data primer langsung dibaca pada saat pengujian elemen sambungan las di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik .

3.4.3. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji meliputi benda uji pendahuluan dan benda uji sambungan.

3.4.3.1. Benda uji pendahuluan

Benda uji pendahuluan berupa plat 500.50.5 dibentuk seperti pada Gambar 3.25, dengan tujuan untuk memudahkan dalam pengujian dan meringankan kerja alat uji.



Gambar 3.25. Benda uji pendahuluan terbuat dari plat 500.50.5

3.4.3.2. Benda uji Sambungan las

Untuk benda uji sambungan las, model benda uji dibuat sesuai dengan bentuk sambungan yang akan diuji di laboratorium.

3.4.4. Lingkup Pengujian

Lingkup pengujian dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan sambungan las pada struktur rangka baja dengan tiga variabel.

1. Panjang pengelasan.
2. Posisi pengelasan.
3. Elektroda yang dipakai.

3.4.5. Alat yang dipakai

Alat-alat yang dipakai pada penelitian ini adalah:

1. mesin penguji tarik merk "shimadzu",
2. kaliper,
3. jangka ukur/devider,
4. mistar ukur, dan
5. stop watch.

3.4.6. Cara Pengujian

Cara pengujian meliputi pengujian kuat tarik plat, pengujian sambungan las, dan analisa data.

3.4.6.1. Pengujian kuat tarik plat 500.50.5

Langkah-langkah pengujiannya yaitu:

- a. benda uji dibentuk seperti pada Gambar 3.25,

- b. benda uji diukur panjang (p), lebar (b) dan tebal (t), dan
- c. benda uji dipasang pada alat uji kemudian dilakukan pengamatan regangan dan tegangan.

3.4.6.2. Pengujian Sambungan Las

Langkah-langkah pengujiannya yaitu:

- a. benda uji sambungan las dibuat dengan jumlah masing-masing jenis pengujian 3 (tiga) buah benda uji,
- b. benda uji diukur semua panjang bidang las serta diberi tanda untuk penggunaan elektrodanya, dan
- c. benda uji dipasang pada alat uji dan kemudian dilakukan pengamatan tegangan, regangan serta titik-titik retak/patah pada sambungan las.

3.4.6.3. Analisa Data

Analisa data pada penelitian ini meliputi kekuatan sambungan las berdasar rumus-rumus yang telah ada, dan menurut hasil pengujian benda uji yang dilakukan dilaboraturium.

1. Kekuatan sambungan las berdasar rumus-rumus yang telah ada.

Rumus-rumus yang digunakan.

- a. Luas bidang las yang bekerja

$$- F = a . l$$

a = tebal plat

l = panjang plat

$$- a = D \cdot \cos 45^{\circ}$$

$D =$ kaki las

$$- l_{netto} = l_{brutto} - 3a$$

b. Kekuatan tarik las

$$- P = \tau \cdot F$$

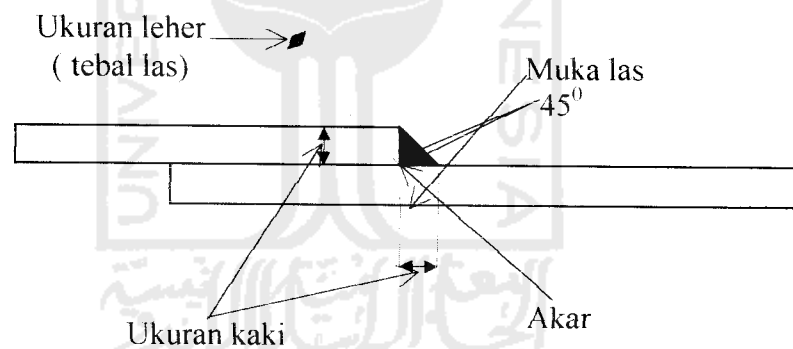
$\tau =$ tegangan geser

$$- \tau = 0,58 \cdot \sigma$$

$\sigma =$ tegangan dasar

2. Kekuatan sambungan las menurut hasil pengujian benda uji yang dilakukan dilaboraturium.

Gambar 3.26 menunjukkan gambar las sudut yang khas.



Gambar 3.26. Las sudut yang khas

3.5. Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian meliputi antara lain:

1. persiapan meliputi, administrasi tugas akhir, penetapan judul tugas akhir, dan
2. pelaksanaan tugas akhir.