



**BUKU INFORMASI**  
**MELAKUKAN PENJAMINAN MUTU**  
**PROSES PENGELASAN**  
**C.24LAS01.021.1**

KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN R.I.  
**DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PELATIHAN DAN PRODUKTIVITAS**  
**DIREKTORAT BINA STANDARDISASI KOMPETENSI DAN PELATIHAN KERJA**  
Jl. Jend. Gatot Subroto Kav. 51 Lt. 6.A Jakarta Selatan  
2018

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	2
BAB I PENDAHULUAN .....	4
A. Tujuan Umum .....	4
B. Tujuan Khusus .....	4
BAB II MENYIAPKAN KEGIATAN PENJAMINAN MUTU PROSES PENGELASAN.....	5
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan.....	5
1. Standar untuk material induk, bahan tambah, <i>joint design</i> , <i>heat treatment</i> , teknik pengelasan, parameter pengelasan, posisi pengelasan, dan proses pengelasan dijelaskan.....	5
2. Metoda pengujian hasil lasan diidentifikasi .....	12
3. Prosedur-prosedur yang terkait dengan mutu produk diidentifikasi sesuai standar .....	15
4. Rekaman mutu disiapkan sesuai prosedur .....	17
5. <i>Checklist</i> kontrol mutu proses pengelasan diidentifikasi.....	17
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan.....	16
C. Sikap Kerja dalam Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan.....	16
BAB III MELAKUKAN KONTROL MUTU PROSES PENGELASAN.....	20
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam melakukan kontrol mutu proses pengelasan.....	20
1. Persyaratan kualifikasi <i>welder</i> dipastikan sesuai prosedur .....	20
2. Lingkaran area kerja dipastikan sesuai standar .....	24
3. Kegiatan proses pengelasan dipastikan merujuk pada prosedur K3L yang sesuai.....	27
4. Mutu setiap tahapan proses dibandingkan dengan standar pada <i>checklist</i> . .....	38
5. Usulan tindak lanjut untuk proses yang <i>non confirm</i> (NC) dibuat sesuai prosedur.....	41

6. Hasil usulan tindak lanjut dikomunikasikan sesuai prosedur -----	42
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam melakukan kontrol mutu proses pengelasan -----	45
C. Sikap Kerja dalam melakukan kontrol mutu proses pengelasan -----	45
DAFTAR PUSTAKA -----	47
A. Dasar Perundang-undangan -----	47
B. Buku Referensi -----	47
C. Majalah atau Buletin -----	47
D. Referensi Lainnya -----	47
DAFTAR PERALATAN/MESIN DAN BAHAN -----	48
A. Daftar Peralatan/Mesin -----	48
B. Daftar Bahan -----	48
LAMPIRAN -----	49
Lampiran 1 Contoh Kuesioner -----	50
DAFTAR PENYUSUN -----	52

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Tujuan Umum**

Setelah mempelajari modul ini peserta latih diharapkan mampu melakukan penjaminan mutu proses pengelasan.

#### **B. Tujuan Khusus**

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi Menyiapkan Informasi dan Laporan Pelatihan ini guna memfasilitasi peserta latih sehingga pada akhir pelatihan diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan yang meliputi kegiatan menjelaskan Standar untuk material induk, bahan tambah, *joint design*, *heat treatment*, teknik pengelasan, parameter pengelasan, posisi pengelasan, dan proses pengelasan, mengidentifikasi Metoda pengujian hasil lasan, mengidentifikasi Prosedur-prosedur yang terkait dengan mutu produk sesuai standar, menyiapkan rekaman mutu yang sesuai dengan prosedur, mengidentifikasi *Checklist* kontrol mutu proses pengelasan;
2. Melakukan kontrol mutu proses pengelasan yang meliputi kegiatan memastikan Persyaratan kualifikasi welder harus sesuai prosedur, memastikan lingkaran area kerja yang sesuai dengan standar, memastikan Kegiatan proses pengelasan yang merujuk pada prosedur K3L yang sesuai, membandingkan Mutu setiap tahapan proses dengan standar pada *checklist*, membuat usulan tindak lanjut untuk proses yang *non confirm* (NC) yang sesuai prosedur, mengkomunikasikan Hasil usulan tindak lanjut yang sesuai prosedur.

## **BAB II**

### **MENYIAPKAN KEGIATAN PENJAMINAN MUTU**

#### **PROSES PENGELASAN**

#### **A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan**

##### **1. Standar untuk material induk, bahan tambah, joint design, heat treatment, teknik pengelasan, parameter pengelasan, posisi pengelasan, dan proses pengelasan.**

Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pengelasan? Secara prinsip, pengelasan bertujuan untuk membuat ikatan metalurgi antara bahan dasar dan elektroda las yang dipakai melalui energi panas. Sumber energi panas yang digunakan bisa berasal dari pembakaran gas maupun perubahan energi listrik. Syarat utamanya ialah energi panas tersebut harus lebih tinggi daripada titik lebur bahan dasar dan elektrode.

Las merupakan sambungan setempat. Proses pengelasan biasanya mengandalkan energi panas yang memiliki suhu berkisar antara 2000-3000 derajat celsius. Pada suhu tersebut, area pengelasan akan mengalami proses peleburan secara bersama-sama. Hasilnya berupa suatu ikatan metalurgi logam yang berjenis asam. Jika dibandingkan dengan sambungan-sambungan yang lain, maka sambungan las mempunyai beberapa kelebihan yang patut diperhitungkan. Di antaranya yaitu pengerjaan konstruksi sambungan yang terbilang cukup sederhana, waktu pelaksanaannya relatif cepat, dan penggunaan bahannya bisa dihemat semaksimal mungkin. Selain itu, konstruksi sambungan las juga memiliki bobot yang lebih ringan serta hasilnya pun lebih rapi tidak merusak desain awal pada konstruksi tersebut.

Ada beberapa faktor yang berpengaruh besar terhadap kualitas pengelasan, antara lain :

##### **a. Teknik Pengelasan**

Faktor utama yang menentukan seberapa bagus mutu pengelasan yang dilakukan oleh seorang pekerja adalah teknik pengelasan yang digunakan.

Faktor ini menimbulkan pengaruh langsung terhadap hasil dari pekerjaan las. Beberapa aspek terkait teknik pengelasan ini di antaranya posisi mengelas, kecepatan mengelas, dan bentuk kampuh sambungan. Tidak hanya aspek-aspek tadi, ukuran elektrode las serta brander las yang digunakan pun turut andil dalam mempengaruhi seberapa rapi pekerjaan pengelasan yang dilakukan.

#### **b. Bahan Logam**

Sebelum dilas, logam harus dikenai panas terlebih dahulu sampai meleleh dan wujudnya berubah menjadi lumer. Menariknya sifat logam yang disambung juga dipengaruhi oleh proses pendinginannya kembali. Jika logam tersebut didinginkan secara perlahan-lahan, maka sifatnya akan berubah menjadi kenyal. Sedangkan bila didinginkan secara mendadak dalam waktu yang cukup cepat, maka karakteristik logam akan menjadi getas.

Perubahan kimia yang terjadi pada logam tadi disebabkan oleh susunan unsur-unsur di dalamnya, khususnya unsur karbon (C). Hal ini dikarenakan logam yang meleleh pada temperatur tinggi lebih banyak mengandung gas dibandingkan logam yang meleleh pada suhu rendah. Akibatnya pengelasan yang keliru akan menimbulkan efek keropos.

Guna mencegah terjadinya pengeroposan, bahan pelindung (fluks) perlu ditambahkan sewaktu proses pengelasan tengah berlangsung. Usahakan pula supaya logam-logam yang akan disambung mempunyai titik lebur yang sama. Alhasil, proses pembuatan sambungan las pun akan menciptakan hasil yang sempurna.

#### **c. Pengaruh Panas**

Pengaruh panas yang mengenai sambungan las dapat menyebabkan terjadinya ekspansi dan pemuaian. Hal ini mengakibatkan timbulnya tegangan-tegangan sekunder yang diinginkan di sekitar sambungan tersebut. Tahukah Anda, proses pendinginan pada logam yang dilas akan melewati proses pembekuan. Jika tidak diperhatikan dengan benar, proses tersebut akan menyebabkan terbentuknya lubang-lubang halus akibat reaksi oksida dan pemisahan.

### 2. Mengidentifikasi Metoda pengujian hasil lasan.

#### a. Pengujian dan Pemeriksaan Daerah Las

Hasil pengelasan pada umumnya sangat bergantung pada keterampilan juru las. Kerusakan hasil las baik di permukaan maupun di bagian dalam sulit dideteksi dengan metode pengujian sederhana. Selain itu karena struktur yang dilas merupakan bagian integral dari seluruh badan material las maka retakan yang timbul akan menyebar luas dengan cepat bahkan mungkin bisa menyebabkan kecelakaan yang serius. Untuk mencegah kecelakaan tersebut pengujian dan pemeriksaan daerah-daerah las sangatlah penting. Tujuan dilakukannya pengujian adalah untuk menentukan kualitas produk-produk atau spesimen-spesimen tertentu, sedangkan tujuan pemeriksaan adalah untuk menentukan apakah hasil pengujian itu relatif dapat diterima menurut standar-standar kualitas tertentu atau tidak dengan kata lain tujuan pengujian dan pemeriksaan adalah untuk menjamin kualitas dan memberikan kepercayaan terhadap konstruksi yang dilas. Untuk program pengendalian prosedur pengelasan, pengujian dan pemeriksaan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok sesuai dengan pengujian dan pemeriksaan dilakukan yaitu sebelum, selama atau setelah pengelasan.

Pengujian/pemeriksaan yang dilakukan sebelum pengelasan meliputi:

- 1) Pemeriksaan peralatan las
- 2) Pemeriksaan material pengelasan yang akan digunakan
- 3) Pengujian verifikasi prosedur pengelasan
- 4) Pengujian kualifikasi juru las

Pemeriksaan untuk verifikasi pemenuhan standar pengelasan meliputi pemeriksaan kemiringan baja yang dilas, dan pemeriksaan galur las pada setiap sambungan. Pengujian/pemeriksaan yang dilakukan selama proses pengelasan meliputi: pemeriksaan tingkat kekeringan dan kondisi penyimpanan elektrode pengelasan; pemeriksaan las ikat; pemeriksaan kondisikondisi pengelasan tergantung (arus listrik, tegangan listrik, kecepatan proses pengelasan, urutan proses pengelasan, dsb.); pemeriksaan kondisi-kondisi sebelum dilakukan pemanasan; dan pemeriksaan status sumbing-belakang. Pengujian/pemeriksaan yang dilakukan setelah proses pengelasan meliputi: pemeriksaan temperatur pemanasan dan tingkat pendinginan

sesudah proses pemanasan dan pelurusan; pemeriksaan visual pada ketelitian ukuran; dan pemeriksaan pada bagian dalam dan permukaan hasil las yang rusak.

#### b. Klasifikasi Metode Pengujian Daerah Las

Metode pengujian daerah las secara kasar dapat diklasifikasikan menjadi pengujian merusak / destruktif (DT) dan pengujian tidak merusak / non-destruktif (NDT). Dalam pengujian destruktif, sebuah spesimen atau batang uji dipotongkan dari daerah las atau sebuah model berukuran penuh dari daerah las yang diuji dilakukan perubahan bentuk dengan dirusak untuk menguji sifat-sifat mekanik dan penampilan daerah las tersebut. Dalam pengujian non-destruktif, hasil pengelasan diuji tanpa perusakan untuk mendeteksi kerusakan hasil las dan cacat dalam.

Adapun Klasifikasi metode pengujian daerah las :

##### 1) Uji destruktif (DT)

###### a) Uji Mekanis:

###### ❖ Uji tarik

Uji tarik dilaksanakan untuk menentukan kekuatan tarik, titik mulur (kekuatan lentur) las, pemanjangan dan pengurangan material las. Spesimen tersebut ujung-ujungnya dipegang dengan jepitan alat penguji, dan ditarik dengan menggunakan beban tarik.

###### ❖ Uji lengkung

Uji lengkung dilaksanakan untuk memeriksa pipa saluran dan keutuhan mekanis dari material las. Ada dua jenis uji lengkung, yaitu: uji lengkung kendali dan uji lengkung gulungan. Pada tiap-tiap jenis uji lengkung itu, sebuah spesimen dalam bentuk dan ukuran tertentu dilengkungkan sampai radius bagian dalam tertentu dan sudut lengkung tertentu, kemudian diperiksa keretakan dan kerusakannya

###### ❖ Uji hentakan

Uji hentakan dilaksanakan untuk menentukan kekuatan material las. Sebagai sebuah metode uji hentakan yang digunakan di dalam

dunia industri, JIS menetapkan secara khusus uji hentakan charpy dan uji hentakan izod

❖ Uji kekerasan

Uji kekerasan, seperti halnya uji tarik, seringkali dilaksanakan. Karena daerah las dipanaskan dan didinginkan dengan cepat, maka daerah yang terkena panas akan menjadi keras dan rapuh. Kekerasan maksimal pada daerah las yang diukur dengan uji kekerasan digunakan sebagai dasar penentuan kondisi-kondisi sebelum dan sesudah pemanasan yang akan dilakukan untuk mencegah retakan hasil pengelasan.

b) Uji Struktur:

Uji struktur mempelajari struktur material logam. Untuk keperluan pengujian, material logam dipotong-potong, kemudian potongan - potongan diletakkan di bawah dan dikikis dengan material alat penggores yang sesuai. Uji struktur ini dilaksanakan secara makroskopik atau mikroskopik. Dalam uji makroskopik, permukaan spesimen diperiksa dengan mata telanjang atau melalui loupe untuk mengetahui status penetrasi, jangkauan yang terkena panas, dan kerusakannya. Dalam pemeriksaan mikroskopik, permukaan spesimen diperiksa melalui mikroskop metalurgi untuk mengetahui jenis struktur dan rasio komponen-komponennya, untuk menentukan sifat-sifat materialnya. Adapun jenisnya antara lain :

❖ Uji permukaan pecahan

❖ Uji makroskopik

❖ Uji mikroskopik

c) Uji Kimia:

❖ Uji analitis

❖ Uji kekaratan

❖ Uji penentuan kadar air

2) Pengujian Nondestruktif (NDT) :

Pengujian non-destruktif dilakukan dengan menguji hasil lasan tanpa "merusak" produk hasil lasan.

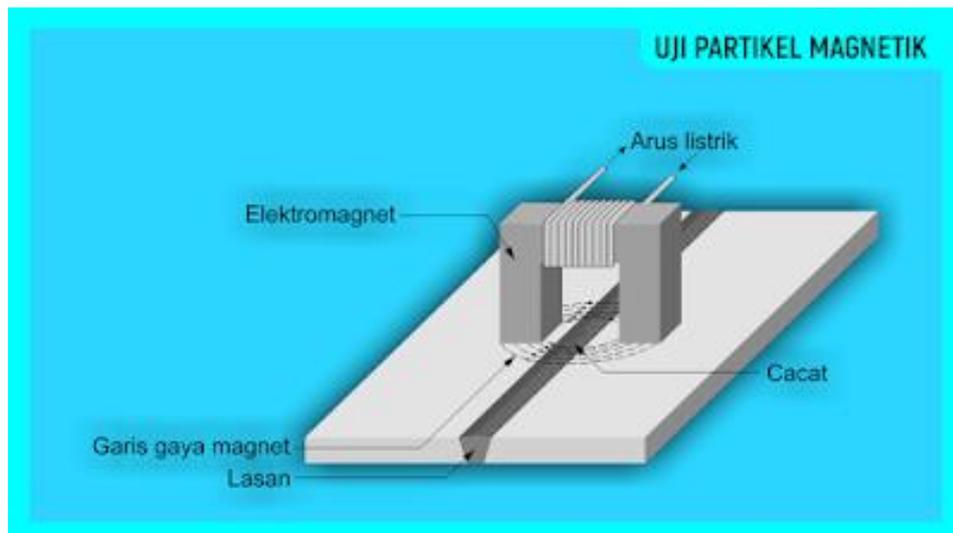
a) Uji kerusakan pada permukaan :

❖ Uji visual (VT)

Uji visual merupakan salah satu metode pemeriksaan terpenting yang paling banyak digunakan. Uji visual tidak memerlukan peralatan tertentu dan oleh karenanya relatif murah selain juga cepat dan mudah dilaksanakan.

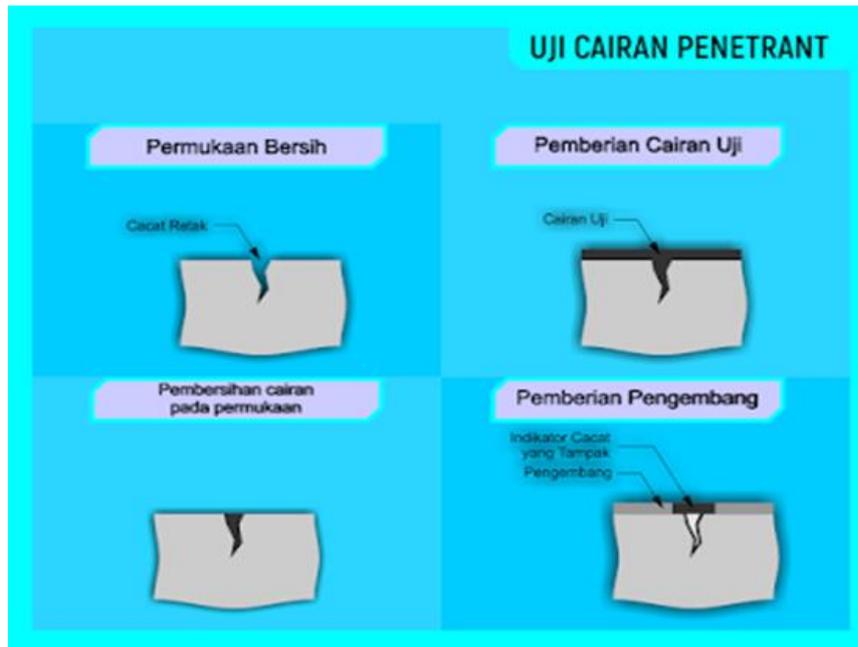
❖ Uji partikel magnetic (MT)

Pengujian terhadap partikel magnet merupakan metode yang benar-benar efisien dan mudah dilaksanakan untuk mendeteksi secara visual kerusakan-kerusakan halus yang tidak teridentifikasi pada atau di dekat permukaan logam. Pengujian partikel magnetik dilakukan dengan melihat garis gaya dari serbuk kering atau cairan suspensi magnetik yang terbentuk dari medan magnet yang ditimbulkan pada permukaan produk lasan. Metode ini dapat mendeteksi cacat seperti retakan dan porositas dari bentuk garis gaya magnetnya.



❖ Uji penetrasi (PT)

Pada umumnya, uji zat penetran ini dilakukan secara manual, sehingga dapat tidaknya kerusakan itu berhasil dideteksi sangat bergantung pada ketrampilan penguji.



- ❖ Uji putaran arus listrik
- b) Uji kerusakan bagian dalam :
  - ❖ Pemeriksaan Radiografik (RT)

Dengan melakukan pemeriksaan radiografik (radiographic examination). Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan x-ray atau gamma ray. Pemeriksaan radiografik dapat menampilkan cacat las seperti retakan, fusi tak sempurna, terak dan porositas. Proses ini harus dilakukan oleh interpreter radiografi tersertifikat. Toleransi kecacatan yang muncul pada hasil las mengacu pada acceptance standards sambungan las yang digunakan.

- ❖ Pemeriksaan Ultrasonik (UT)

Pada pemeriksaan ultrasonik digunakan gelombang suara berfrekuensi tinggi. Gelombang tersebut ditembakkan ke benda kerja untuk mendeteksi kecacatan permukaan ataupun bagian dalam lasan. Cacatan las dideteksi dan dianalisis dari pantulan gelombang yang ditembakkan.

- c) Uji lain – lain :

- ❖ Uji ketirisan (LT)
- ❖ Uji resistensi tekanan (PRT}

## **2. Mengidentifikasi Prosedur-Prosedur Yang Terkait Dengan Mutu Produk Sesuai Standar.**

Dalam proses penyambungan logam dengan prosedur pengelasan tidak dapat dilakukan secara sembarangan, banyak variabel yang harus diperhatikan agar suatu kualitas sambungan dengan proses pengelasan sesuai terstandar yang dipersyaratkan oleh suatu lembaga internasional yang berkaitan dengan pekerjaan las, bahwa standart persyaratan harus diterapkan, untuk menghasilkan suatau sambungan pengelasan yang berkualitas dan memuaskan pelanggan atau pembeli.

Dalam proses pengelasan logam, material yang akan disambung harus diidentifikasi dengan baik. Dengan dikenalnya material yang akan dilas, dapat ditentukan prosedur pengelasan yang benar, pemilihan juru las yang sesuai, serta pemilihan peralatan dan alat yang tepat .

Pengertian dari Pengelasan adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (filler metal) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Las adalah salah satu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan . Pengelasan adalah penyambungan dua logam dan atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik di atas atau dibawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta ditambah atau tanpa logam pengisi . Dari beberapa pendapat secara Pengelasan (welding) adalah salah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Dalam prosedur pengelasan variabel semua unsur yang saling terkait ,harus diidentifikasi dengan baik, dengan dikenalnya jenis material yang dilas, dapat ditentukan prosedur pengelasan yang benar, pemilihan welder yang sesuai, serta pemilihan machine dan alat yang tepat dan prinsip pengelasan pada 5M + 3W + 1 E, seperti berikut:

a. Man (Sumber Daya Manusia).

Dalam pelaksanaan pekerjaan las dibutuhkan Sumber daya manusia yang memenuhi kualifikasi sesuai standar , kualifikasi harus mengikuti standar-standar internasional seperti International Institut of Welding (IIW), American Welding Society (AWS), dan masih banyak lembaga-lembaga international di bidang pengelasan logam yang lain. Berdasarkan standar International Institut of Welding (IIW), profesi las terdiri dari Welding Engineer (WE), Welding Technologist (WT), Welding Practitioner (WP), serta Weld(W). Profesi Welding Engineer mempunyai tugas untuk menentukan prosedur pengelasan dan prosedur pengujian. Seorang Welding Technologist bertugas untuk menterjemahkan prosedur-prosedur tersebut kepada profesi las yang mempunyai level di bawahnya. Untuk melatih juru las (Welder) dibutuhkan seorang Welding Practitioner dan yang melakukan pengelasan adalah Welder (juru las), yang harus berkualifikasi (training dan bersertifikat).

b. Management.

Mary Parker Follet menyatakan bahwa, manajemen dapat diberi batasan sebagai "Seni untuk melaksanakan/menyelesaikan suatu pekerjaan melalui orang". Management pengelasan dalam hal ini harus mengatur beberapa sarana penting yang dapat mempengaruhi hasil lasan seperti pelaksanaan yang aman, pemeriksaan mutu dan pemeriksaan proses antara lain Pemeriksaan pelaksanaan alat –alat pengaman dan mengerti dari fungsi masing-masing alat pengaman. Pengawasan mutu yang baik perlu adanya pengawasan pada alat-alat yang digunakan seperti, peralatan, material, pelaksanaan, ketrampilan dan proses.

c. Methode

Adalah pengelasan logam yang meliputi prosedur perlakuan panas, desain sambungan, serta teknik pengelasan disesuaikan dengan jenis bahan, peralatan, serta posisi pengelasan saat sambungan las, (PQR, WPS) dan Prosedur pengelasan lainnya.

d. Machine.

Dalam proses pengelasan, pengkondisian peralatan terutama mesin las perlu diperhatikan, dan jenis apa yang material yang akan dilas, elektroda atau

bahan tambah untuk menentukan jenis mesin yang dipergunakan dan Mesin las harus dalam kondisi baik ( jadwal repair, verifikasi dll).

e. Material.

Dalam proses pengelasan logam, bahan yang akan disambung harus diidentifikasi dengan baik. Dengan dikenalnya bahan yang akan dilas, dapat ditentukan prosedur pengelasan yang benar, pemilihan welder yang sesuai, serta pemilihan mesin dan alat yang tepat seperti Base metal, filler metal & elektroda dan gas dan bersertifikat.

f. Welding Proses.

Lingkungan pada waktu pengelasan dilakukan merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas las. Pengelasan yang dilaksanakan pada kondisi lingkungan sangat ekstrim, diperlukan prosedur khusus agar kualitas sambungan terjamin dengan baik. Pengelasan kapal yang terpaksa dilakukan di dalam air memerlukan mesin las yang dilengkapi dengan satu unit peralatan yang dapat melindungi elektroda dari sentuhan air. Disamping itu juga dibutuhkan Welder yang sesuai dengan pekerjaan tersebut, pengelasan dalam air cukup sulit dilakukan karena adanya tekanan gas pelindung terhadap dinding kapal.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) juga perlu dipertimbangkan dalam melaksanakan pengelasan. Seorang juru las tidak dapat bekerja dengan baik jika dia tidak menggunakan pakaian dan peralatan keamanan kerja yang lengkap sesuai SOP.

g. Welding Joint

Dalam proses pengelasan jenis sambungan harus diidentifikasi secara baik, jenis material, tebal material, serta posisi pengelasan dan kegunaan atau fungsi material yang akan dilas. Dalam pengelasan secara umum ada 5 jenis type sambungan antara lain: Type sambungan Surface, Type sambungan groove, Type sambungan Fillet, Type sambungan Plug dan Type sambungan Slot.

h. Welding Inspector.

Sambungan las yang telah dibuat harus diperiksa agar dapat diketahui kualitasnya. Sambungan las harus dibongkar jika terjadi cacat-cacat yang

melampaui batas yang dipersyaratkan. Pemeriksaan dilakukan oleh seorang Welding Inspector (WI). Pemeriksaan las menggunakan uji visual, uji non visual dan uji internal. Inspector las yang diakui adalah mereka yang telah memiliki sertifikat yang diakui secara Nasional maupun Internasional . Inspektor Las harus teliti, adil, tegas dan bekerja penuh tanggung jawab. Inspektor Las mempunyai tanggung jawab pada publik atau masyarakat banyak, karena dampak dari kelalaian seorang inspektor las dapat berakibat fatal seperti kebakaran, peledakan atau toxic realese.

Karena pengelasan adalah proses khusus ( special process), bila Variabel prosedur pengelasan pada 5M + 3W+ 1 E sudah baik, kita hanya mengharapkan hasil lasan yang dibuat welder akan lebih baik untuk mengetahui hasil lasan setelah pengelasan selesai, maka oleh Inspector welding ( quality cntrol) dilakukan pemeriksaan dengan alat seperti visual test (kaca pembesar, boroscopy), PT, MT, UT, RT, Eddy current dan alat lainnya. Hasil pemeriksaan quality control tersebut dibandingkan dengan acceptance criteria standart yang digunakan, bila hasil las masih dalam range acceptance maka disebut oke, tetapi bila tidak masuk dalam range acceptance akan dikeluarkan NCR, dan semua dalam proses pengelasan jangan lupa harus menerapkan Quality control.

### **3. Menyiapkan Rekaman mutu yang sesuai dengan prosedur.**

Prosedur yang selalu digunakan dalam pekerjaan pengelasan adalah *Welding Procedure Spesifikation (WPS)* .

#### *a. Welding Procedure Spesifikation (WPS)* .

Prosedur Pengelasan (WPS) adalah suatu perencanaan untuk pelaksanaan pengelasan yang meliputi cara pembuatan konstruksi pengelasan yang sesuai dengan rencana dan spesifikasinya dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Karena itu mereka yang menentukan prosedur pengelasan harus mempunyai pengetahuan dalam hal pengetahuan bahan dan teknologi pengelasan itu sendiri serta dapat menggunakan pengetahuan tersebut untuk efisiensi dari suatu aktivitas produksi.

Didalam pembuatan prosedur pengelasan (WPS) code atau Standard yang lazim dipakai dinegara kita adalah American Standard ( ASME, AWS dan API ) .

Selain American Standard design dan fabrikasi yang sering kita jumpai adalah British Standard ( BS ), Germany Standard ( DIN ), Japanese Standard ( JIS ) dan ISO. Akan tetapi hingga saat ini standard yang paling sering dijadikan acuan untuk pembuatan prosedur pengelasan ASME Code Sect IX (Boiler, Pressure Vessel, Heat Exchanger, Storage Tank), API Std 1104 ( Pipeline ) dan AWS (Structure & Plat Form). Welding Procedure Specification (WPS) adalah Prosedur yang digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan Proses pengelasan yang meliputi rancangan rinci dari teknik pengelasan yang sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Dalam hal ini prosedur pengelasan merupakan langkah-langkah pelaksanaan pengelasan untuk mendapatkan mutu pengelasan yang memenuhi syarat.

Dalam prosedur Pengelasan (WPS) harus ditampilkan variabel-variabel yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan. Variabel-variabel itu dapat digolongkan menjadi 3 (Tiga) kelompok :

- 1) Essential Variabel. Suatu variabel yang bila diubah akan berpengaruh pada mechanical properties hasil pengelasan.
- 2) Supplement Essential Variabel. Suatu variabel yang bila diubah akan berpengaruh pada Nilai Impact hasil pengelasan.
- 3) Non Essential Variabel. Suatu variabel bila diubah tidak akan mempengaruhi nilai impact dan mechanical properties hasil pengelasan.

b. Langkah-Langkah Pembuatan Prosedur Pengelasan ( WPS )

- 1) Menyusun draft / preliminary prosedur pengelasan.
- 2) Melakukan pengelasan pada test coupon sesuai dengan parameter-parameter pengelasan yang telah tertulis dalam draft prosedur tersebut.
- 3) Membuat test specimen dan melakukan uji specimen dengan Destructive Test.
- 4) Mengevaluasi hasil Destructive Test dengan Standard / code yang digunakan.
- 5) Mencatat dan mensertifikasi hasil uji tersebut pada lembar Prosedur Kualifikasi Record (PQR).

c. Faktor utama yang diperhitungkan dalam penyusunan prosedur pengelasan (WPS)

- 1) Apakah jenis material induknya (Base Metal) ?
- 2) Jenis proses welding yang digunakan ?
- 3) Jenis kawat las yang dipakai ?

4) Kondisi pemakaian alat yang akan di las ?

Disamping 4 ( empat ) persyaratan diatas ada persyaratan lain seperti :

- 1) Compability antara kawat las dan material induk (Base Metal).
- 2) Sifat-sifat metallurgy dari material tersebut khususnya weldabilitynya.
- 3) Proses pemanasan (Preheat, Post Heat, Interpass Temperatura Dan PWHT).
- 4) Design sambungan dan beban.
- 5) Mechanical properties yang diinginkan.
- 6) Lingkungan kerja (environment work) pada equipment tersebut.
- 7) Kemampuan welder.
- 8) Safety.

#### **4. Mengidentifikasi Checklist Kontrol Mutu Proses Pengelasan**

Dalam mengidentifikasi mutu pengelasan diperlukan Langkah – langkah dalam melakukan kualifikasi prosedur pengelasan yaitu :

- a. Membuat Test Coupon.
- b. Melakukan pengelasan pada test coupon dengan parameter-parameter sesuai yang tercantum dalam draft Prosedur pengelasan (WPS). Hal-hal yang dianjurkan adalah mencatat semua variabel essential, Non essential maupun Supplementary essential.
- c. Memotong test coupon untuk dijadikan specimen test DT (Destructive Test).
- d. Jika hasil test DT dinyatakan accepted harus di record pada Prosedur Kualifikasi Pengelasan (PQR).
- e. Membandingkan hasil PQR dengan parameter yang ada di WPS untuk menjamin bahwa range dan parameter yang tercantum pada WPS tercover pada PQR.

#### **5. Checklist kontrol mutu proses pengelasan diidentifikasi.**

- a. Pencatatan Prosedur
  - 1) Pengujian Dan Pemeriksaan Las

Di dalam bab ini akan dibahas hal-hal yang berhubungan dengan pemeriksaan las, yaitu : kedudukan pemeriksaan di dalam kegiatan pengelasan, jenis pengujian dan pemeriksaan las, persiapan sebelum pemeriksaan, pengujian tak

merusak dan pengujian amatan. Dalam membahas pengujian tak merusak, titik berat akan diletakkan pada pengujian radiografi dan perbandingan serta penggunaan yang tepat dari beberapa cara pengujian tak merusak.

a) Peranan dan Tujuan Dari Pengujian dan Pemeriksaan

Pengujian dan pemeriksaan di dalam industri dapat dibagi dalam dua kelas, yaitu pengujian dan pemeriksaan untuk keperluan pembuat dan pengujian serta pemeriksaan untuk keperluan pemakai. Di dalam kedua kelas tersebut jelas bahwa alat dan cara yang digunakan adalah sama, hanya kedudukannya yang sedikit berbeda. Di samping pengujian untuk kepentingan kedua belah pihak tersebut, pada zaman sekarang masih ditambahkan lagi kepentingan untuk pihak ketiga seperti : negara, masyarakat akademik, asosiasi industri dan masyarakat pada umumnya. Peranan pengujian dan pemeriksaan untuk masing-masing pihak diterangkan secara singkat di dalam pasal-pasal berikut.

❖ Peranan Pengujian dan Pemeriksaan Bagi Pembuat

Bagi pembuat peranan dari pengujian dan pemeriksaan adalah untuk menunjang usaha-usaha sebagai berikut :

- biaya Perbaikan kepercayaan, pengamanan mutu dan jaminan mutu
- Perbaikan teknik pembuatan.
- Pengurangan pembuatan

❖ Peranan Pengujian dan Pemeriksaan Bagi Pemakai

Bagi pemakai atau pembeli peranan pengujian dan pemeriksaan adalah :

- Kepastian mutu pada saat pembelian
- Kepastian dan ketahanan mutu selama penggunaan
- Cara untuk memilih pembuat dan membandingkan hasil

❖ Peranan pengujian dan pemeriksaan bagi pihak ketiga

Bagi pihak ketiga pengujian dan pemeriksaan mempunyai peranan sebagai berikut:

- Penilaian terhadap mutu produk
- Jaminan untuk keamanan masyarakat

b) Tujuan dari pengujian dan pemeriksaan

Bila diperhatikan dari peranannya seperti dijelaskan di atas, dapat disimpulkan bahwa di dalam pengelasan tujuan dari pengujian dan pemeriksaan adalah untuk menjamin mutu dan kepercayaan terhadap konstruksi las. Untuk hal ini pemeriksaan harus dilakukan terus menerus sejak dari tahap perencanaan sampai dengan tahap pemakaian.

Tujuan lainnya dari pengujian dan pemeriksaan adalah penilaian mutu sehingga terdapat suatu jaminan mutu. Syarat yang diutamakan dalam konstruksi las adalah kekuatan. Tetapi disamping itu ada syarat-syarat lain yang penting yang tergantung dari penggunaan, misalnya untuk atap tidak boleh ada kebocoran, alat-alat di kolam renang, manik lasnya harus tidak boleh tajam dan lain sebagainya.

**B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan**

2. Menyiapkan metode pengumpulan data.
3. Memperoleh data yang berkaitan dengan penyelenggaraan pelatihan dari sumber yang valid.
4. Menganalisis data yang diperoleh dari sumber yang valid untuk menentukan data yang sesuai dengan kebutuhan penyiapan informasi dan laporan.

**C. Sikap kerja yang Diperlukan dalam Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan**

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan
2. Taat asas dalam mengaplikasikan cara, langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan.
3. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan analisis.

### **BAB III**

## **MELAKUKAN KONTROL MUTU PROSES PENGELASAN**

### **A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan kontrol mutu proses pengelasan**

#### **1. Memastikan Persyaratan kualifikasi welder sesuai prosedur.**

##### **a. Persiapan Dan Menetapkan Prosedur Pengelasan**

Prosedur pengelasan adalah suatu pelaksanaan pengelasan yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai dengan rencana dan spesifikasinya dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Karena itu mereka yang menentukan semua yang menentukan prosedur pengelasan harus mempunyai pengetahuan dalam teknologi las, dapat menggunakan pengetahuan tersebut dan mengerti tentang efisiensi dan ekonomi dari aktifitas produksi.

Untuk setiap pelaksanaan pekerjaan harus dibuat prosedur tersendiri secara terperinci termasuk menentukan alat yang diperlukan yang sesuai dengan rencana pembuatan dan kualitas produksi. Di bawah ini akan diterangkan cara-cara dasar dalam membuat prosedur pengelasan untuk konstruksi baja pada umumnya.

##### **a. Mengevaluasi dan mempelajari informasi prosedur pengelasan**

Prosedur pengelasan akan memberikan hasil yang baik bila sebelumnya telah dibuat rencana tentang jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat-alat yang diperlukan, bahan-bahan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan, perlakuan setelah pengelasan, pengaturan pekerjaan, dll

Berdasarkan rencana konstruksi biasanya dibuat penjadwalan secara menyeluruh dengan mempelajari urutan perakitan, banyaknya pekerjaan las yang diperlukan, kapasitas dari alat-alat yang ada, kerja yang diperlukan, dsb. Setelah ada prosedur yang terperinci baru ditentukan proses pengelasan yang sesuai, keperluan dan penjadwalan kerja, mempersiapkan surat perintah kerja dari perencanaan pelaksanaan harian. Dalam pembuatan prosedur ini penentuan dari proses pengelasan yang dipilih sangat mempengaruhi

penjadwalan kerja dan urutan pengerjaan, karena itu harus dipilih dengan hati-hati.

Dalam memilih proses pengelasan harus dititik beratkan pada proses yang paling sesuai untuk tiap-tiap sambungan las yang ada konstruksi. Dalam hal ini tentu dasarnya adalah efisiensi yang tinggi, biaya yang murah, penghematan tenaga, dan penghematan energi sejauh mungkin. Proses pengelasan yang dipilih harus sudah ditentukan dalam tahap perencanaan konstruksi. Dalam pemilihan ini sebaiknya dibicarakan diantara 3 pihak yaitu pihak perencana, pihak pelaksana, dan pihak peneliti di lab. dengan titik berat pada pelaksana. Dalam penentuan ini dengan sendirinya harus dipertimbangkan juga alat yang akan digunakan, pelatihan bagi pekerja bila diperlukan, persetujuan dari pihak keselamatan kerja, penentuan cara pemeriksaan dll.

Bila proses pengelasan telah ditentukan untuk tiap-tiap sambungan, maka tahap berikutnya adalah menentukan syarat-syarat pengelasan, urutan pengelasan dan persiapan pengelasan. Baru setelah itu harus ditentukan cara-cara menghilangkan deformasi dan laju panas yang diperlukan.

#### 1) Prosedur pengelasan

##### a) Kemampuan prosedur

Di dalam prosedur terdapat lima faktor penting yang juga dikenal dengan 5 M, yaitu: manusia, mesin, bahan (material), cara (method), dan manajemen. Di dalam pengelasan, kecuali bahan, keempat faktor yang lain termasuk prosedur pengelasan. Untuk membuat rencana konstruksi las yang baik, prosedur pengelasan yang ditentukan harus memperhatikan keempat faktor di atas yaitu dalam hal manusia harus mengingat kemampuan dan keterampilan pekerjaannya. Dalam hal mesin harus memperhatikan kemampuan mesin lasnya baik yang ada di dalam pabrik maupun yang ada di lapangan termasuk alat-alat bantuannya. Dalam hal cara adalah pemilihan cara yang tepat untuk melaksanakan seluruh konstruksi dan yang terakhir manajemen harus mampu mengatur pelaksanaan sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

##### b) Hal-hal yang harus diperhatikan dalam prosedur pengelasan.

Prosedur pengelasan harus menghasilkan pelaksanaan pengelasan yang semudah- mudahnya. Karena itu hal-hal berikut harus diperhatikan.

- ❖ Harus diusahakan supaya pelaksanaan pengelasan dapat dikerjakan dengan posisi elektroda yang seharusnya.
- ❖ Harus diusahakan agar juru las dapat melihat busur listrik yang terjadi.
- ❖ Harus diusahakan agar pengelasan dapat dilaksanakan dengan posisi alamiah.

Dalam merencanakan konstruksi ketiga faktor diatas harus sejauh mungkin diusahakan. Dan akhirnya hal yang tidak kalah pentingnya adalah mengusahakan agar pemeriksaan hasil lasan seperti pengujian tak merusak dapat dilakukan dengan tidak terganggu.

a. Menetapkan parameter pengelasan

1) Hal-hal umum dalam mempersiapkan pengelasan

Mutu dari hasil pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri juga sangat tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan. Karena itu persiapan pengelasan harus mendapatkan perhatian dan pengawasan yang sama dengan pelaksanaan pengelasan.

2) Pemilihan parameter

a) Tegangan busur las

Tingginya tegangan busur las tergantung pada panjang busur yang dikehendaki dan jenis dari elektroda yang digunakan. Pada elektroda yang sejenis tingginya tegangan busur yang diperlukan berbanding lurus dengan panjang busur. Pada dasarnya busur listrik yang terlalu panjang tidak dikehendaki karena stabilitasnya mudah terganggu sehingga hasil pengelasannya tidak rata. Di samping itu tingginya tegangan tidak banyak mempengaruhi kecepatan pencairan, sehingga tegangan yang terlalu tinggi hanya akan membuang energi.

Panjang busur yang dianggap baik kira-kira sama dengan garis tengah elektroda. Tegangan yang diperlukan untuk mengelas dengan elektroda bergaris tengah 3 sampai 6 mm, kira-kira antara 20-30 volt untuk posisi

mendatar, hal yang paling sukar dalam las busur listrik dengan tangan adalah mempertahankan panjang busur yang tetap.

b) Besar arus las

Besarnya arus las diperlukan tergantung dari bahan dan ukuran dari lasan, geometri sambungan, posisi pengelasan macam elektroda dan diameter inti elektroda. Dalam hal daerah las mempunyai kapasitas panas yang tinggi maka dengan sendirinya diperlukan pemanasan tambahan. Dalam pengelasan logam paduan, untuk menghindari terbakarnya unsur-unsur paduan sebaiknya menggunakan arus las yang kecil. Bila ada kemungkinan terjadi retak panas seperti pada pengelasan baja tahan karat austenit maka dengan sendirinya harus diusahakan menggunakan arus yang kecil saja. Dalam hal mengelas baja paduan, dimana daerah HAZ dapat mengeras dengan mudah, maka harus diusahakan pendinginan yang pelan dan untuk ini diperlukan arus yang besar dan mungkin masih memerlukan pemanasan kemudian

c) Kecepatan pengelasan

Kecepatan pengelasan tergantung pada jenis elektroda, diameter ini elektroda, bahan yang dilas, geometri sambungan, ketelitian sambungan dan lain-lain. Dalam hal hubungannya dengan tegangan las hampir tidak ada tegangan las tetapi berbanding lurus dengan arus las. Karena itu pengelasan yang cepat memerlukan arus las yang tinggi.

Bila tegangan dan arus dibuat tetap, sedangkan kecepatan pengelasan dinaikan maka jumlah deposit per satuan panjang las jadi menurun.

d) Polaritas listrik

Seperti telah diterangkan sebelumnya bahwa pengelasan busur listrik dengan elektroda terbungkus dapat menggunakan polaritas lurus dan polaritas balik. Pemilihan polaritas ini tergantung pada bahan pembungkus elektroda, konduksi termal dari bahan induk, kapasitas panas dari sambungan lain, dll.

Bila titik cair dari bahan induk tinggi dan kapasitas panasnya besar sebaiknya digunakan polaritas lurus di mana elektrodanya dihubungkan dengan kutub negatif. Atau pun sebaliknya.

e) Besarnya penembusan atau penetrasi

Untuk mendapatkan kekuatan sambungan yang tinggi diperlukan penembusan atau penetrasi yang cukup. Sedangkan besarnya penembusan tergantung pada sifat-sifat fluks, polaritas, besarnya arus. Kecepatan las dan tegangan yang digunakan. Pada dasarnya makin besar arus las makin besar pula daya tembusnya, sedangkan tegangan memberikan pengaruh yang sebaliknya yaitu semakin besar tegangan makin panjang busur yang terjadi dan makin tidak terpusat, sehingga panasnya melebar dan menghasilkan penetrasi yang lebar dan dangkal.

f) Beberapa kondisi standar dalam pengelasan

Beberapa kondisi pengelasan dengan syarat-syarat tertentu seperti tebal pelat, bentuk sambungan, jenis elektroda, diameter inti elektroda dsb, telah ada. Sudah tentu bahwa kondisi standar ini dilaksanakan secara seksama dan sesuai dengan bentuk dan ketelitian alur, keadaan tempat pengelasan dan lain-lain.

## **2. Lingkaran area kerja dipastikan sesuai standar.**

a. Merencanakan variabel dan urutan pengelasan

Secara garis besar hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan konstruksi dengan sambungan las adalah pemilihan bahan, deformasi dan tegangan sisa, konsentrasi tegangan, prosedur dan biaya.

1) Pemilihan Bahan

a) Bahan induk

Dalam konstruksi dengan sambungan las dapat dikatakan bahwa kekuatan konstruksi terletak pada kekuatannya. Hal ini berarti bahwa dalam perencanaan kekuatan sambungan harus betul-betul dihitung terhadap beban luar yang terjadi dengan memperhatikan lingkungan sekitarnya. Bahan induk adalah bahan yang mempunyai sifat mampu las yang tinggi. Tetapi disamping itu harus diperhatikan juga cara pengelasan, prosedur dan pemeriksaan hasil pengelasan.

b) Bahan las

Dalam hal ini perencanaan harus mengikuti perkembangan kemajuan pengelasan dan memperhatikan petunjuk dari pembuat bahan las dengan memperhatikan faktor-faktor.

c) Tegangan sisa

Tegangan yang sifatnya tetap, tegangan sisa terjadi karena pengelasan yang tidak benar/tepat, tegangan sisa dan perubahan bentuk yang terjadi sangat mempengaruhi sifat dan kekuatan dari sambungan, karena itu usaha untuk mengatur tegangan sisa dan perubahan bentuk harus mendapat perhatian utama.

d) Konsentrasi tegangan

Seperti telah dijelaskan sebelumnya konsentrasi tegangan ini merupakan salah satu sebab terjadinya patah getas dan patah fatik yang dapat menjadikan sebab runtuhnya suatu konsentrasi sambungan las.

e) Biaya

Jelas di sini bahwa untuk menurunkan biaya harus diadakan pertimbangan yang menyeluruh dari suatu rencana, prosedur dan pasokan bahan. Beberapa hal yang perlu dipikirkan dalam suatu usaha penurunan biaya adalah:

- ❖ Menyederhanakan konstruksi dan mengurangi jumlah batang sejauh mungkin
- ❖ Konstruksi harus mudah dirakit
- ❖ Sejauh mungkin menggunakan batang dan konstruksi yang standar
- ❖ Rencana konstruksi harus sedemikian rupa sehingga ketelitian bentuk dapat diatur pada tahap perakitan
- ❖ Menggunakan rencana pengelasan yang menyebabkan terlaksananya pengelasan dengan bahan las yang sesedikit mungkin.
- ❖ Harus dihindari pengelasan dalam dan pengelasan ruang sempit
- ❖ Harus diusahakan menggunakan las datar
- ❖ Menggunakan cara pengelasan dengan efisien yang tinggi
- ❖ Dihindari sejauh mungkin pengelasan di lapangan.

b.. Urutan-urutan dalam pengelasan

1) Persiapan bagian yang akan dilas

2) Persiapan sisi las

Setelah penentuan proses pengelasan, maka geometri sambunagn harus ditentukan dengan memperhatikan tingkatan teknik dari bagian pembuatan, sifat kemampuan pengerjaannya dam kemungkinan penghematan yang akhirnya tertuju pada bentuk alur.

3) Posisi pengelasan dan alat pemegang

Posisi pengelasan yang terbaik dilihat dari sudut kualitas sambungan dan efisiensi pengelasan adalah posisi datar. Karena itu dalam menentukan urutan perakitan, landasan perakitan dan alat perakit harus mengusahakan sejauh mungkin menggunakan posisi datar. Adalah suatu hal yang lebih baik bila dalam tahap perencanaan turut direncanakan juga alat perakit yang diperlukan dengan tujuan:

- a) Memungkinkan pelaksanaan pengelasan posisi datar sebanyak-banyaknya
- b) Menahan dan menghalangi perubahan bentuk yang terjadi karena pengelasan/memberikan perubahan bentuk mula untuk mendapatkan ketepatan bentuk yang lebih tinggi
- c) Memperbaiki efisiensi dengan mamudahkan pelaksanaan pengelasan/ memungkinkan pengelasan otomaik dalam hal produksi besar-besaran.

4) Las ikat dan perakitan

Bagian-bagian yang telah dipersiapkan kemudian disetel untuk dirakit. Dalam penyetulan ini sering sekali bagian-bagian yang harus dihubungkan saru sama lain harus dihubungkan satu sama lain dengan lasan pendek-pendek pada tempat-tempat tertentu dinamakan las ikat. Karena sifatnya sementara maka sering sekali las ikat ini dilaksanakan dengan sembarangan sehingga terjadi retak-retak dan rongga halus yang akhirnya akan menurunkan mutu lasan.

5) Pemeriksaan dan perbaikan alur

Bentuk dan ukuran alur turut menentukan mutu lasan, kerena itu pemeriksan terhadap ketelitian bentuk dan ukurannya harus juga dilakukan pada saat

sebelum pengelasan dan paling penting adalah besarnya celah akar, yang harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

6) Pembersihan alur

Kotoran-kotoran seperti karat, terak, minyak dan lemak, debu, air, dll bila tercampur dengan logam akan menimbulkan cacat las seperti retak, lubang halus dsb yang dapat membahayakan konstruksi, karena itu kotoran tersebut harus dibersihkan sebelum pelaksanaan pengelasan. Cara pembersihan tersebut ada 2 macam yakni: cara mekanik dengan menggunakan sikat kawat baja, penyemprotan pasir, dll dan cara kimia seperti penggunaan aseton atau soda api

**3. Kegiatan proses pengelasan dipastikan merujuk pada prosedur K3L yang sesuai.**

Di dalam memasang benda kerja pengelasan dalam hal ini pipa, ukuran-ukuran yang diminta dalam gambar, gerakan-gerakan akibat pengembangan atau pengerutan akibat temperatur, dan tegangan-tegangan yang mungkin terjadi akibat pengelasan atau pemuaian akibat panas pada pipa dan beban-beban yang ditanggung pipa tersebut.

Dalam menyiapkan benda kerja pipa, Peralatan yang dipakai adalah sebagai berikut;

- a. Alat pengangkat (mobile crane, tripot, tackle, block, dll)
- b. Mesin las lengkap
- c. Alat rata air (waterpass)
- d. Siku-siku baja
- e. Alat-alat pembantu untuk penyetelan
- f. Mesin las potong (autogene)
- g. Alat pemotong pipa
- h. Alat pembuat ulir pipa
- i. Alat-alat pertukangan pipa lainnya (kunci trimo, martil, dll)

Adapun langkah-langkah penyetelan adalah:

- a. Langkah persiapan
  - 1) Semua peralatan dipersiapkan.
  - 2) Bahan-bahan yang akan dipasang, disiapkan dan diperiksa keadaanya.

3) Menyiapkan/mempelajari bahan las.

4) Menyiapkan tukang las untuk melaksanakan las kunci/ikat (tack weld)

b. Membaca gambar

1) Dari gambar utama dijabarkan bagian-bagian kecil dalam bentuk isometris agar mudah dimengerti

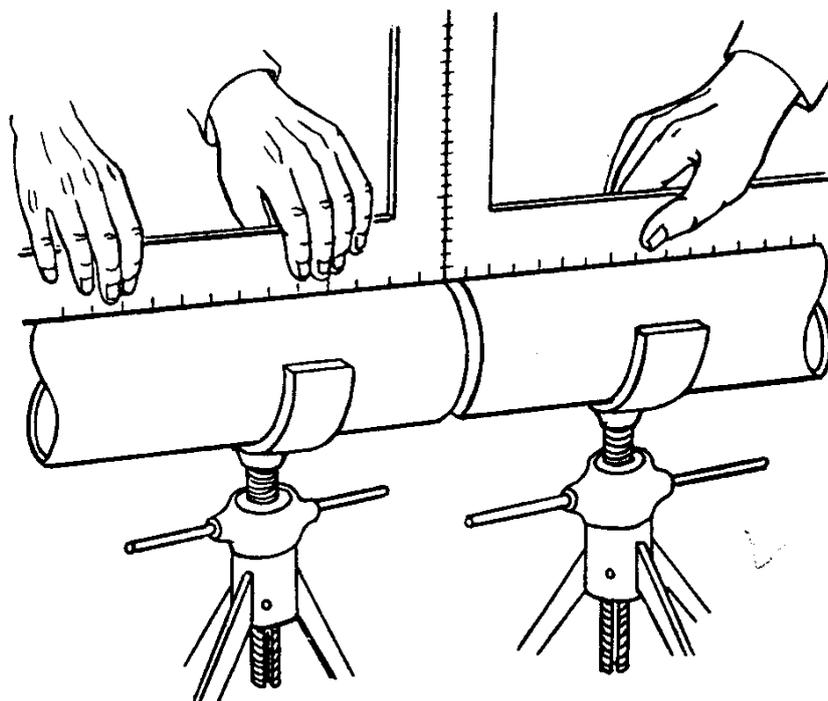
2) Membubuhkan ukuran-ukuran secara rinci pada gambar.

3) Menyusun rencana kerja dan urutan langkah-langkah pelaksanaan yang paling efisien. Diprioritaskan bagian-bagian yang mudah dikerjakan terlebih dahulu, kemudian baru bagian yang sulit. Bagian yang akan langsung dihubungkan dengan bagian lain dilapangan sebaiknya dilaksanakan di lapangan

c. Penyetelan

Bagian-bagian pipa dipotong dengan alat potong pipa atau las potong sesuai gambar. Penyetelan merupakan pekerjaan yang sangat penting. Setiap langkah harus dilaksanakan secara teliti. Pemotongan bagian-bagian pipa harus tepat sekalidengan ukuran yang tercantum pada gambar.

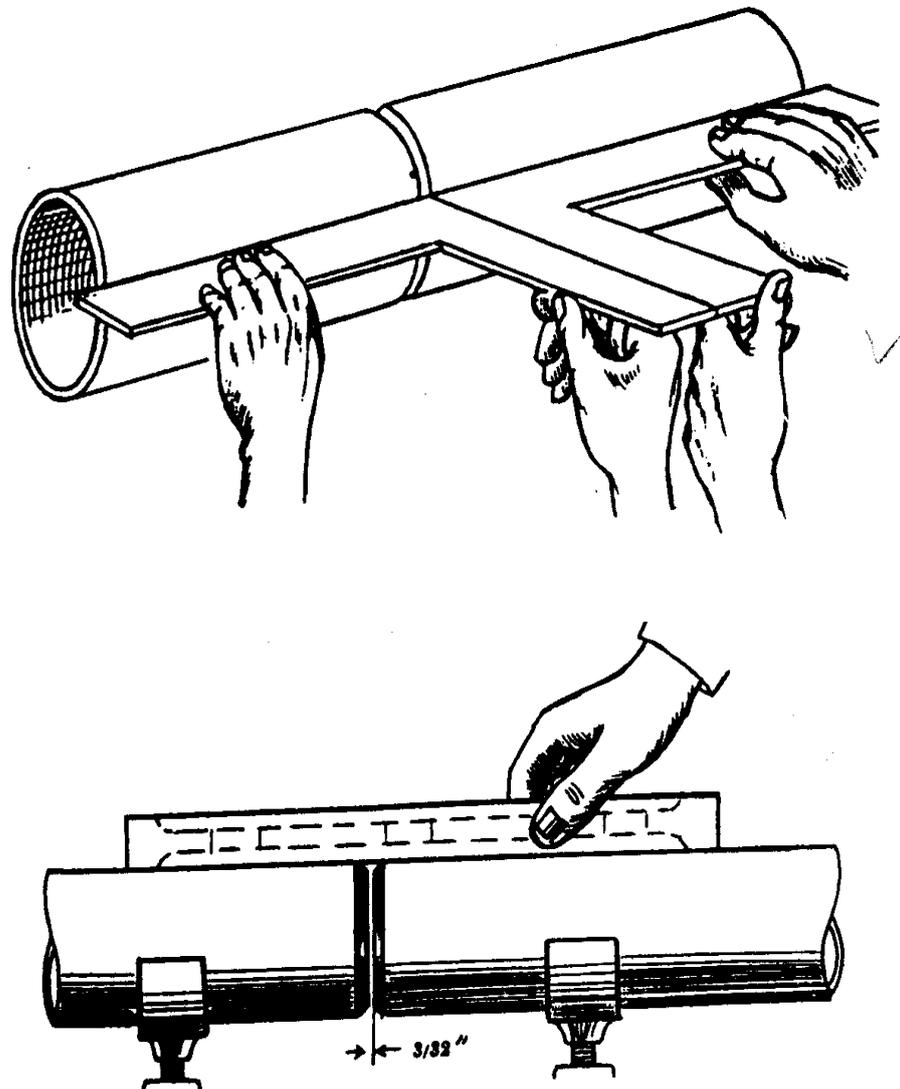
Gambar Penyetelan bagian atas pipa yang berhubungan dengan mesin yang mempunyai bagian berputar.



Penyetelan dilaksanakan dengan mempergunakan dua buah siku-siku besi. Dalam hal ini memakai siku-siku tersebut, kedua sisi pipa dipertemukan sehingga saling berdekatan dengan jarak kurang lebih  $\frac{3}{32}$  inci untuk pengisian las.

Setelah kedua sisi pipa tepat pada posisi yang dikehendaki, kedua sisi siku-siku yang tegak lurus terhadap sumbu pipa diperiksa apakah benar-benar berhimpit. Jika berhimpit berarti letak pipa belum benar-benar satu garis lurus dalam bidang vertikal. Setelah selesai siku-siku digeser ke samping dengan kedua sisi tegak lurus tetap berhimpit.

Gambar Penyetelan bagian samping pada pipa yang berhubungan dengan mesin yang mempunyai bagian yang berputar.

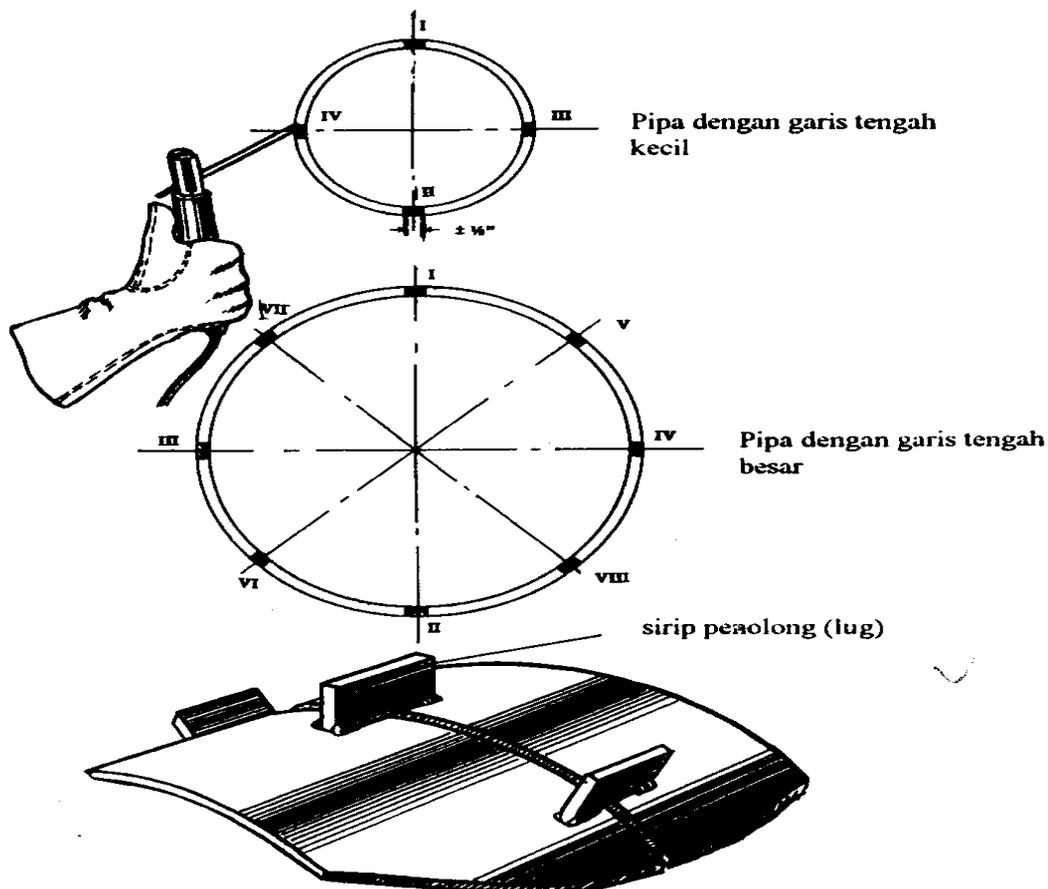


**Penyetelan dengan cara lain**

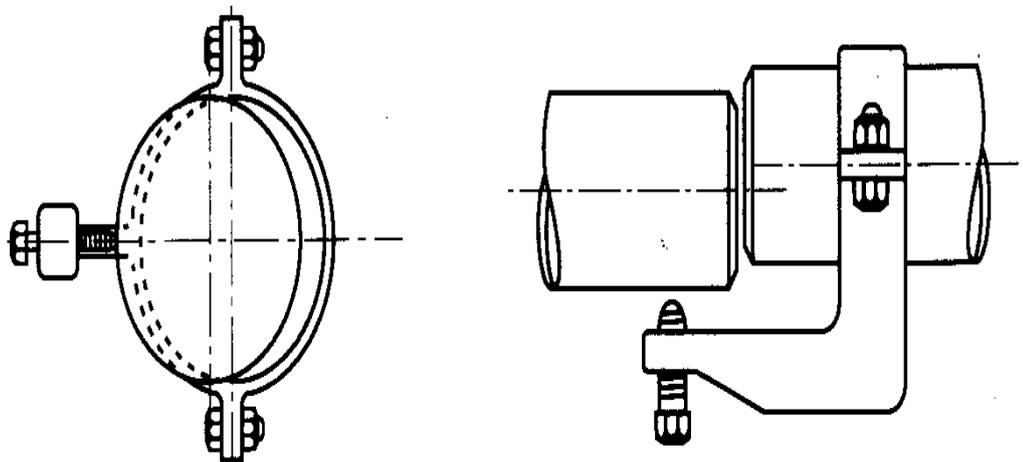
Di dalam pemasangan dan penyetelan pipa perlu diperhatikan keadaan bavel di ujung-ujung pipa. Jika terdapat kerusakan harus segera diperbaiki dengan kikir atau gerinda. Jika cacat/ kerusakan terlalu dalam terpaksa dipotong dengan las potong untuk dibentuk kembali. Adalah mutlak bahwa kedua sisi bevel harus lurus agar sela untuk isian/penetrasi las tidak terlalu lebar, karena akan mempersulit pengisian las dan mempengaruhi mutu.

Sebagai mana halnya penyetelan dengan siku-siku besi, penyetelan dengan alat rata air juga dilaksanakan di dua tempat pada pipa yang akan distel, yakni bagian atas dan samping untuk memastikan bahwa kedua bagian pipa yang akan disambung tersebut berada dalam satu garis lurus di bidang vertikal/ horizontal. Setelah selesai, pasangan pipa diikat dengan las (tack weld) untuk mencegah, agar sewaktu pemasangan pipa disambung dengan las, penyetelannya tidak berubah.

### Cara las kunci yang benar



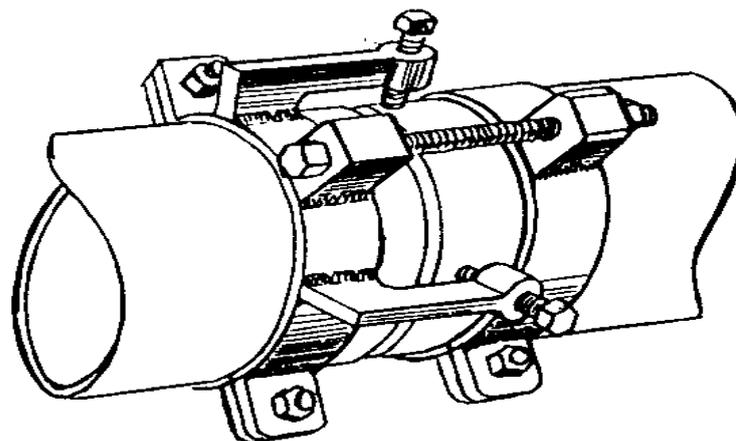
Jika pada suatu saat, terjadi selisih atau penyimpangan pada kedua ujung pipa yang akan dipertemukan maka jika penyimpangan tersebut kecil ( $1/8''$ ) sebaiknya dipakai alat bantu sebagai berikut:



**Gambar Penyetelan pipa yang tidak tepat, dapat dilihat pada bidang tegak.**

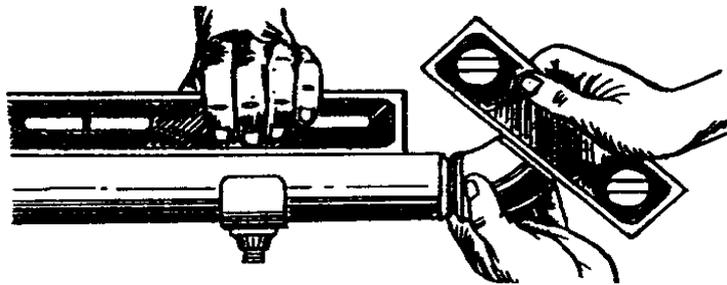
Jika berhubungan dengan suatu hal, kedua jarak serong pipa (pipa bevel) terlalu lebar melebihi  $1/8''$  tidak dibenarkan untuk mengisinya dengan las, karena bahan isian dan panas las akan terlalu banyak sehingga menimbulkan tegangan terlalu besar dalam bahan, selain itu jarak pipa yang terlalu besar dapat mengakibatkan las memetes tembus (blowhole) yang mengurangi kekuatan sambungan las di tempat tersebut.

Untuk mengatasi hal tersebut dapat dipakai alat di bawah ini.

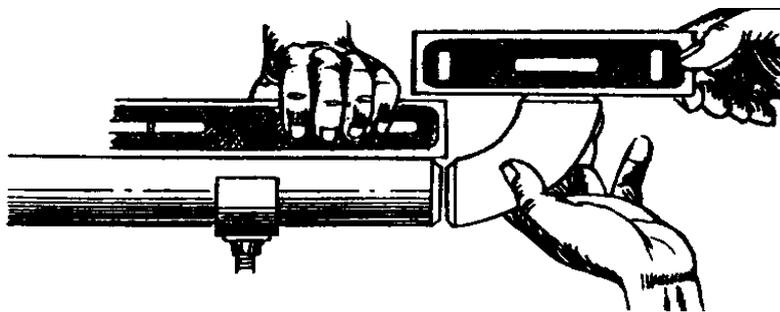


Gambar Alat bantu pengelasan jika jarak serong kedua pipa terlalu melebihi 1/8"

### Cara Pemasangan Fitting pada Pipa



Gambar 2.7 Cara memasang siku 45°.



### Tabel Daftar Kode Warna.

WARNA	BAHAN	NO. B.S 381C-1980 (British standard)
Pale cream (kuning telur)	Baja karbon ASTM A 106 GR.B	352
Sea green (biru kehijauan/biru laut)	Baja stainless ASTM A 358 GR. 321/347	217
Artic blue (biru muda)	Baja karbon ASTM A 155 GR.KCF 55 CLI	155
Dark Violet (ungu tua)	Baja Stainless ASTM A312 304L. Seamless	796
Lightgray (abu-abu muda)	Baja karbon ASTM A672 GR.A 55 CL.32 EFW	631
Artic blue (biru muda)	Baja karbon ASTM A671 GR. CC60 CL.32 EFW	115
Royal blue (biru)	Baja stainless ASTM A312 GR. 304 EFW	106
Brilliant green (hijau cerah)	Baja stainless ASTM A 321 GR. 321 EFW	321
Leaf Brown (coklat daun)	Baja stainless ASTM A 358 GR.	489

kering)	304 CL5EFW	
Light violet (Ungu muda)	Baja stainless ASTM A 358 GR. 304 CL1EFW	797
Royal blue (Biru)	Baja stainless ASTM A 358 GR. 321 CL3EFW	106

WARNA	BAHAN	NO. B.S 381C-1980 (British Standard)
Canary Yellow (kuning)	Baja karbon API 5L GR. B SMLS	309
Dark cream (kuning muda)	Baja karbon ASTM A 106 GR. B	353
Light orange (jingga muda)	Baja karbon ASTM A 53 GR. B	557
Shell pink (merah muda)	Baja karbon API 5L GR. B SAW	454
Light grey (abu-abu muda)	Baja karbon ASTM A 155 GR. C55CLI	631
Royal blue (biru)	Baja Stainless ASTM A 312 GR. 304 SMLS	106
Briliant green (hijau cerah)	Baja Stainless ASTM A 312 GR. 321/347 SMLS	221
Leaf brown (coklat daun kering)	Baja Stainless ASTM A 358 GR. 304	489
Olive green (hijau)	Baja Stainless ASTM A 312 GR. 321/47	220
Signal red (merah)	Baja karbon ASTM 333 GR. 1	537
Sky blue (biru langit)	Baja karbon ASTM A 155 GR. KCF 55CL-I	101

### Memilih Alat Kerja dan Peralatan Untuk Perakitan.



Benar



Salah



Salah



Salah



Salah



Benar

Gambar Cara pengikatan dengan pencengkram (bulldog grip) yang salah dan yang benar

d. Komando pengangkatan /pemindahan barang berat

Jika seorang tukang pipa tidak menguasai ilmu ini maka didalam memberikan komando kepada operator derek/kran sering menghadapi kesulitan akibat salah pengertian. Hal ini akan lebih serius lagi apabila terjadi kerusakan karena benturan/gencetan antar bagian-bagian yang akan dipasang atau bagian pipa yang akan terpasang dengan bagian mesin sekitarnya yang sedang dioperasikan.

Demikian juga bagian operator derek/alat pengangkat lainnya, harus benar-benar menguasai cara-cara ini, karena cara yang disuguhkan ini bersifat international. Selanjutnya perlu diketahui cara-cara pembuatan sling pengangkat dengan memakai baut cengkeram (bulldog grip) supaya jangan salah, sehingga dapat menyebabkan merosotnya tambang baja sewaktu dipakai untuk mengangkat alat berat, yang dapat berakibat fatal. Dibawah ini cara-cara komando tersebut diberikan dengan sketsa yang cukup jelas

<b>Komando Pengangkatan Alat Berat (Internasional)</b>	
	<p><b>Menaikkan Beban (<i>Hoist Load</i>)</b> Dengan telunjuk dari salah satu tangan direntangkan dan tertuju ke atas, sambil digerak-gerakan melingkar.</p>
	<p><b>Menurunkan Beban (<i>Lower Load</i>)</b> Dengan telunjuk dari salah satu tangan direntangkan dan tertuju ke bawah, sambil digerak-gerakan melingkar.</p>
	<p><b>Berhenti</b> Salah satu lengan tangan direntangkan ke samping dengan telapak tangan bersikap telungkup mendatar/horizontal dan digerakkan ke depan dan ke belakang.</p>
	<p><b>Gerak Berkisar ke Samping (<i>Swing/ House</i>)</b> Salah satu lengan tangan direntang ke samping dengan telunjuk jari menunjuk ke arah kisar yang dikehendaki.</p>
	<p><b>Menaikkan Boom (Lengan Derek) ke atas (<i>Boom up</i>).</b> Lengan tangan direntang ke samping dengan jempol mengepal kecuali ibu jari menghadap ke atas.</p>

### Komando Pengangkatan Alat Berat (Internasional)



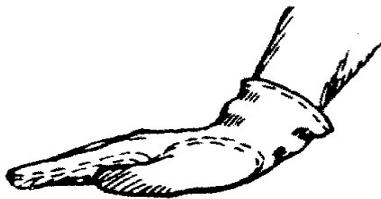
#### Menaikkan Beban (*Hoist Load*)

Dengan telunjuk dari salah satu tangan direntangkan dan tertuju ke atas, sambil digerak-gerakan melingkar.



#### Menurunkan Beban (*Lower Load*)

Dengan telunjuk dari salah satu tangan direntangkan dan tertuju ke bawah, sambil digerak-gerakan melingkar.



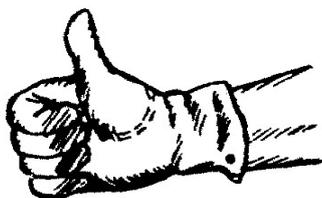
#### Berhenti

Salah satu lengan tangan direntangkan ke samping dengan telapak tangan bersikap telungkup mendatar/horizontal dan digerakkan ke depan dan ke belakang.



#### Gerak Berkisar ke Samping (*Swing/ House*)

Salah satu lengan tangan direntang ke samping dengan telunjuk jari menunjuk ke arah kisar yang dikehendaki.



#### Menaikkan Boom (Lengan Derek) ke atas (*Boom up*).

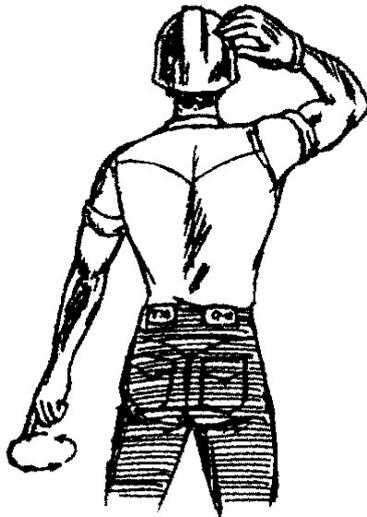
Lengan tangan direntang ke samping dengan jemari mengepal kecuali ibu jari menghadap ke atas.

### Komando Pengangkatan Alat Berat (Internasional)



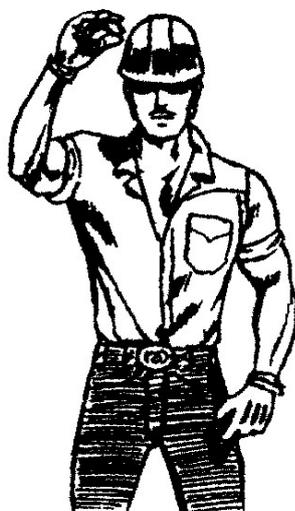
#### Putuskan Beban

Gosok-gosokkan kedua telapak tangan dengan gerakan ke atas ke bawah.



#### Pergunakan Balok Pemberat

Pertama-tama ketuk topi keselamatan, kemudian berikan gerakan lain yang dikehendaki, misalnya ujung telunjuk ke bawah dengan gerak melingkar untuk menurunkan beban.



#### Gerakkan Beban Dengan Sangat Perlahan.

Memberi isyarat seolah sedang mencabut rambut dari kepala, kemudian berikan tanda lain ke arah mana benda digerakkan.

### Komando Pengangkatan Alat Berat (Internasional)



#### Stop Darurat (*Emergency Stop*)

Kedua lengan di depan dada, jari-jari terentang mendatar, gerakkan kedua siku-siku ke samping berkali-kali secara cepat.



#### Tangan Derek Bergerak ke atas Sedang Beban Diturunkan ke bawah.

Beri tanda menaikkan tangan-tangan derek dengan satu tangan, sedang tangan lainnya memberi tanda menurunkan beban.



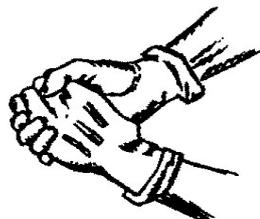
#### Tangan Derek bergerak ke atas dan Beban Dinaikkan ke atas.

Tangan sebelah memberi tanda, tangan derek ke atas, sedang tangan yang lain memberi tanda bebas diangkat ke atas.



#### Pergunakan Tambang Pembantu (*Whip Line*)

Ketukkan ujung jari tangan yang satu ke siku-siku dari tangan lainnya. Kemudian beri tanda untuk menaikkan atau menurunkan beban.



#### Hentikan Gerakkan Beban dan Tangan Derek.

Gerakan kedua tangan seolah-olah berjabat tangan.

#### **4. Membandingkan Mutu setiap tahapan proses dengan standar pada *checklist*.**

##### a. Mutu Tukang Las Yang Mengacu Pada Prosedur Yang Diperlukan.

###### 1. Kualifikasi juru las

Kualitas sambungan las sangat tergantung pada keterampilan juru las yang melakukan. Karena itu Biro klasifikasi biasanya meminta persyaratan atau kualifikasi tertentu untuk juru las yang melaksanakan pengerjaan las untuk kapal. Misalnya persyaratan atau kualifikasi yang diminta oleh Nippon Kaiji Kyokai

Dalam mengelas pelat kapal tebal 19 mm dengan posisi atas kepala misalnya, harus dikerjakan oleh juru las dengan kualifikasi, kelompok O dan V dari kelas 2 (2 O dan 2 V), seperti yang ditunjukkan dalam tabel 8.9. Sedangkan untuk mengelas pelat 25 mm dengan posisi tegak diperlukan juru las kelompok V dari kelas 3 (3 V).

##### b. Kualifikasi Juru Las, Prosedur Pengelasan, Pemeriksaan dan Pengujian

###### 1) Kualifikasi juru las dan prosedur pengelasan

Juru Las untuk pengelasan pipa memerlukan keterampilan dan kualifikasi yang tinggi. Dalam persyaratan pengujian harus meliputi pengelasan pipa tegak diam dan pipa datar diam.

###### b. Pemeriksaan sebelum, selama dan setelah pengelasan

Sebelum pengelasan dimulai, juru las dan ahli las harus melakukan pemeriksaan bentuk dan keadaan permukaan alur, penyetelan, keadaan tidak kesesuaian, celah akar, dan lain-lain.

Selama pengelasan harus diperiksa kemungkinan adanya cacat pada tiap-tiap manik las dan bila terjadi harus diadakan perbaikan seperlunya.

Setelah pengelasan harus diperiksa kemungkinan adanya cacat pada tiap-tiap manik las dan bila terjadi harus diadakan perbaikan seperlunya.

Setelah pengelasan selesai harus segera dilakukan pemeriksaan dengan amatan terhadap cacat permukaan, takikan, sumur, bentuk dan ukuran dari hasil pengelasan.

##### c. Pengujian

Saluran pipa harus diuji terhadap tekanan dan kebocoran dengan menggunakan zat dan tekanan yang telah ditentukan dalam kode spesifikasi. Pengujian daerah las dalam saluran pipa biasanya dilakukan dengan cara pengujian tak merusak seperti radiografi dan ultrasonik dengan syarat penerimaan menurut spesifikasi yang telah ditentukan.

Pemeriksaan dan pengujian harus dilaksanakan oleh ahli yang diakui dan selama pemeriksaan dan pengujian tersebut ahli las yang bertanggung jawab atas pekerjaan yang diperiksa harus mendampingi sehingga bila ada hal-hal yang perlu diperbaiki dapat dilaksanakan dengan tepat.

**Tabel 8.34 Spesifikasi prosedur pengelasan**

URAIAN A (Contoh)	
SPESIFIKASI PROSEDUR STANDAR NO.	
Untuk . . . . . Pengelasan . . . . . Pipa dan sambungan pipa	
A.	Proses . . . . .
B.	Bahan . . . . .
C.	Diameter dan tebal dinding . . . . .
D.	Disain sambungan . . . . .
E.	Logam pengisi dan banyaknya lapisan . . . . .
F.	Karakteristik listrik atau api . . . . .
G.	Posisi . . . . .
H.	Arah pengelasan . . . . .
I.	Jumlah juru las . . . . .
J.	Waktu antara pengelasan lapisan . . . . .
K.	Jenis alat rakit . . . . .
L.	Pelepasan alat rakit . . . . .
M.	Pembersihan . . . . .
N.	Pemanasan mula, pembebasan tegangan . . . . .
O.	<i>Gas pelindung dan laju penggunaannya</i> . . . . .
P.	Fluks pelindung . . . . .
Q.	Kecepatan pengelasan . . . . .
R.	Skema dan tabel dilampirkan . . . . .
<hr/>	
Diperiksa : . . . . .	Juru las : . . . . .
Disetujui : . . . . .	Pengawas: . . . . .
Digunakan: . . . . .	Kepala : . . . . .
<hr/>	

**URAIAN B**  
(Contoh)

**LAPORAN PENGUJIAN**

Pengujian No. ....

Tempat .....  
 Tanggal ..... Keadaan ..... Las putar ..... Las diam. ....  
 Juru las ..... Tanda .....  
 Waktu ..... Suhu ..... C  
 Cuaca .....  
 Pelindung angin ..... Tegangan ..... Arus .....  
 Mesin las ..... Ukuran .....  
 Logam pengisi .....  
 Ukuran penguatan .....  
 Jenis pipa .....  
 Tebal dinding ..... Diameter luar .....

	1	2	3	4	5	6	7
Nomor lapisan .....							
Ukuran elektroda .....							
Jumlah elektroda .....							

	1	2	3	4	5	6	7
Ukuran pelat .....							
Luas pelat .....							
Beban .....							
Tegangan .....							
Tempat kerusakan .....							

Prosedur       Kualifikasi       Lulus  
 Juru las       Uji       Tidak lulus

Kekuatan tarik maksimum ..... minimum ..... rata-rata .....

Keterangan pada uji tarik .....

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

Keterangan pada uji tekuk .....

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

Keterangan pada uji patah .....

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

Pengujian di ..... Tanggal .....

Penguji ..... Pengawas .....

Catatan: Dapat digunakan untuk kualifikasi prosedur dan kualifikasi juru las.

## 5. Usulan tindak lanjut untuk proses yang *non confirm* (NC) dibuat sesuai prosedur.

### a. Memonitor / Mengurus jaminan dan Mutu Tukang Las

- 1) Perencanaan Jaminan Mutu (QA) secara internal, termonitor, penyediaan bahan terjamin.

Polusi atau pencemaran bisa terjadi juga di lingkungan kerja, seperti lingkungan kerja las. Pada lingkungan kerja las biasanya polutan berupa sinar dan debu, sinar dianggap sebagai polutan karena dapat merusak tubuh kita baik secara langsung maupun perlahan-lahan sedangkan debu sudah jelas dapat di katagorikan sebagai polutan. Adapun polusi yang terjadi di lingkungan kerja las diantaranya;

- 2) Cahaya dan sinar yang berbahaya

Selama proses pengelasan akan timbul cahaya dan sinar yang dapat membahayakan juru las dan pekerja lain yang ada di sekitar pengelasan. Cahaya tersebut meliputi cahaya yang nampak, sinar ultraviolet, dan sinar infra merah. Karena hal ini maka pencegahan terhadap bahaya dari cahaya harus dipersyaratkan.

- a) Sinar ultraviolet

Sinar ultraviolet sebenarnya adalah pancaran yang mudah terserap, tetapi sinar ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap reaksi kimia yang terjadi didalam tubuh. Bila sinar ultraviolet yang terserap oleh lensa dan kornea mata melebihi kapasitas tertentu maka pada mata akan terasa seakan-akan ada benda asing didalamnya. Dalam waktu antara 6 sampai 12 jam kemudian mata akan menjadi sakit selama 6-24 jam. Pada umumnya rasa sakit akan hilang setelah 48 jam.

- b) Cahaya tampak

Semua cahaya tampak yang masuk ke mata akan diteruskan oleh lensa dan kornea ke retina mata. Bila cahaya ini terlalu kuat maka mata akan segera menjadi lelah dan mengakibatkan rasa sakit.

- c) Sinar inframerah

Adanya sinar inframerah tidak segera terasa oleh mata, karena itu sinar ini lebih berbahaya sebab tidak diketahui. Pengaruh sinar ini adalah

menyebabkan pembengkakan pada kelopak mata, terjadi penyakit cornea, presbiopia yang terlalu dini dan terjadi kerabunan

### 3) Debu dan gas dalam asap las

#### a) Sifat fisik dan akibat debu asap las pada paru-paru

Debu dalam asap las besarnya berkisar antara 0.2-3 mikrometer. Distribusi dari ukuran debu asap yang timbul dari elektroda jenis ilmenit dan hidrogen rendah. Sedangkan bentuknya setelah diperbesar menjadi 20.000 kali dengan mikroskop elektron. Butir-butir asap dengan ukuran 0.5 mikrometer atau lebih bisa tertahan oleh bulu hidung, sedangkan debu asap yang lebih halus akan terbawa masuk ke paru-paru yang akan menimbulkan penyakit sesak nafas.

#### b) Komposisi kimia dalam debu

Komposisi kimia dari debu asap tergantung dari jenis pengelasan dan elektroda yang digunakan. Dalam pengelasan baja komposisi yang utama adalah oksida besi ( $Fe_2O$ ).

Cara penentuan kandungan debu asap dilakukan pada titik-titik yang berjarak 3 m antara satu sama lain dan ketinggian antara 0.5 sampai 1.5 m dari lantai. Dalam tempat kerja yang luas antara titik pengukuran dapat diubah sehingga didapat 20 titik pengukuran. Sedangkan dalam bengkel yang sempit paling sedikit harus ada 5 titik pengukuran.

Pengukuran dapat dilakukan dengan kertas filter dan alat penghisap. Konsentrasi dari debu asap C adalah berat debu yang melekat pada kertas filter (mg) dibagi dengan volum udara yang dihisap.

## 6. Mengkomunikasikan Hasil usulan tindak lanjut sesuai prosedur.

### a. Pengaturan Dan Pengawasan Lingkungan

#### 1) Ventilasi

Tujuan dari ventilasi adalah membuang debu asap dan gas sehingga udara di dalam ruang kerja tetap bersih. Untuk itu ada dua pelaksanaan yaitu ventilasi seluruh gedung dan ventilasi setempat. Ventilasi seluruh gedung dapat dilaksanakan dengan mudah apabila atapnya rendah. Tempat bila atapnya tinggi gas dan asap telah bercampur dengan udara

sehingga diperlukan suatu sistem ventilasi yang lebih rumit. Dalam hal demikian lebih baik digunakan ventilasi setempat.

Dalam ventilasi setempat debu asap dan gas yang baru terbentuk segera diisap di tempat terjadinya dan dibuang keluar. Sebelum dibuang biasanya debu asap dipisahkan lebih dulu dengan menggunakan alat pemisah dan penampung debu yang bekerja berdasarkan filter, listrik, energi enersia, gaya tarik bumi, gaya sentrifugal dan getaran suara.

## 2) Pelindung pernapasan

Bila pembersihan udara dengan ventilasi seperti diterangkan diatas tidak mungkin untuk dilaksanakan atau tidak mencukupi, sehingga diperkirakan dapat membahayakan, maka pekerja di tempat las diharapkan memakai alat pernapasan pelindung debu dan pelindung racun.

Alat pernapasan pelindung debu harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan dan dalam pemilihannya harus diperhatikan hal sebagai berikut:

- a) Mempunyai daya tampung yang tinggi
- b) Sesuai dengan bentuk muka
- c) Tidak mengganggu pernapasan
- d) Tidak mengganggu pekerjaan
- e) kuat, ringan, dan mudah riwat.

## 3) Bahaya Percikan dan Terak Las

### b) Pelindung mata

Selama mangelas tidak banyak terjadi kecelakaan karena percikan dan terak las, sebab juru las dan pembantunya memakai goggles. Tetapi pada waktu membersihkan hasil lasan pecahan-pecahan percikan dan terak las dapat dan sering masuk ke mata yang dapat menimbulkan pembengkakan. Karena itu maka selama pembersihan hasil lasan juru las dan pembantunya harus memakai pelindung mata.

### c) Pelindung Kulit

Percikan las dan terak bila mengenai kulit dapat menyebabkan luka bakar. Karena itu juru las harus dilindungi terhadap hal ini terutama apabila harus melakukan pengelasan tegak dan atas kepala.

Untuk melindungi kulit tangan juru las harus memakai sarung tangan dari kulit. Bila karena memakai sarung tangan kulit, tangan akan menjadi berkeripat maka untuk menghindari bahaya listrik bagian dalamnya harus dilapisi dengan sarung tangan katun.

Badan juru las harus dilindungi terhadap percikan ini dengan memakai apron. Untuk melindungi kaki terhadap percikan dan benda jatuh dan untuk menghindari bahaya listrik juru las harus memakai sepatu pengaman.

4) Bahaya-bahaya lainnya

a) Bahaya Ledakan

Dalam mengelas tangki, sebelum dilakukan pengelasan, tanki harus dibersihkan dari minyak, gas yang mudah terbakar dan cat yang dapat terbakar. Apabila pembersihannya kurang sempurna akan terjadi ledakan yang sangat membahayakan. Untuk mencegah hal ini sebelum pengelasan dilakukann pemeriksaan terlebih dahulu untuk memastikan bahwa tidak akan terjadi ledakan. Pemeriksaan biasanya dilakukan dengan alat deteksi untuk gas yang mudah terbakar.

b) Bahaya kebakaran

Untuk mencegah terjadinya kebakaran, bahan-bahan yang mudah terbakar seperti bensin, solar, minyak, cat, kayu, kain, kertas, dan bahan lainnya harus ditempatkan di tempat khusus yang tidak akan terkena percikan las.

Bahaya kebakaran juga dapat terjadi karena kabel yang menjadi panas yang disebabkan oleh hubungan yang kurang baik, kabel yang tidak sesuai atau adanya kebocoran listrik kerana isolasi yang rusak.

c) Bahaya Sinar X dan Sinar  $\gamma$

Sinar X dan sinar  $\gamma$  tidak mempunyai hubungan langsung dengan proses mengelas, tetapi kebanyakan dari pemeriksaan hasil lasan menggunakan kedua sinar tersebut. Karena itu bahaya akibat dari sinar ini harus dihindari

Kedua sinar ini bila terserap oleh tubuh dapat merusak darah dan menimbulkan penyakit yang memmbahayakan. Karena itu dalam

pelaksanaan pemeriksaan yang menggunakan sinar X dan sinar  $\gamma$ , tempat pengujiannya harus betul-betul terlindungi, sehingga tidak ada sinar terpancar keluar. Orang lain bukan anggota team pemeriksa harus dilarang masuk ke daerah pemeriksaan. Di samping itu pekerja yang berhubungan dengan kedua sinar ini harus diperiksa kesehatannya secara teratur.

d) Bahaya Jatuh

Di dalam pekerjaan pengelasan di mana ada pengelasan di tempat yang tinggi akan selalu ada bahaya jatuh dan kejatuhan. Bahaya ini dapat menimbulkan luka-luka berat atau kematian, karena itu usaha pencegahannya harus betul-betul diperhatikan untuk menghindari bahaya ini hal-hal berikut harus dilakukan.

- ❖ Pekerja di tempat tinggi harus memakai tali pengaman
- ❖ Semua pekerja harus memakai topi pengaman untuk melindungi kepala terhadap bahaya terjatuh atau kejatuhan
- ❖ Harus ada kepastian keamanan terhadap pelataran kerja tinggi, tangga dan alat bantu lainnya
- ❖ Alat dan bahan yang digunakan pada pengerjaan tinggi harus diikat atau diletakan di tempat yang aman
- ❖ Tidak membebani pelataran kerja melebihi batas kemampuan yang diijinkan.

**B. Keterampilan Yang Diperlukan Dalam Melakukan Kontrol Mutu Proses Pengelasan**

1. Menyiapkan metode pengumpulan data.
2. Memperoleh data yang berkaitan dengan penyelenggaraan pelatihan dari sumber yang valid.
3. Menganalisis data yang diperoleh dari sumber yang valid untuk menentukan data yang sesuai dengan kebutuhan penyiapan informasi dan laporan.

**C. Sikap Kerja Yang Diperlukan Dalam Melakukan Kontrol Mutu Proses Pengelasan**

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam Menyiapkan kegiatan penjaminan mutu proses pengelasan
2. Taat asas dalam mengaplikasikan cara, langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan.
3. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan analisis.

## DAFTAR PUSTAKA

### A. Dasar Perundang-undangan

1. -

### B. Buku Referensi

1. Modul Pelatihan Teknisi Ahli
2. Teknologi Pengelasan Logam
3. Modul Buku Informasi Supervisi Pengelasan
4. Modul Buku Informasi Pemeriksaan Las

### C. Majalah atau Buletin

1. -

### D. Referensi Lainnya

1. Browsing Internet

## DAFTAR PERALATAN/MESIN DAN BAHAN

### A. Daftar Peralatan/Mesin

No.	Nama Peralatan/Mesin	Keterangan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		

### B. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

# LAMPIRAN

Lampiran 1  
Contoh Kuesioner

Contoh Kuesioner

Kejuruan :  
 Mulai Diklat : Tgl. Bln. Thn. 200...  
 Akhir Diklat : Tgl. Bln. Thn. 200...  
 Pengisian Angket : Tgl. Bln. Thn. 200...

Peserta diklat yang kami hormati,  
 Dalam rangka meningkatkan pelayanan kami terhadap peserta diklat, maka kami sangat memerlukan masukan, komentar dan tanggapan dari Anda sebagai bagian dari evaluasi terhadap proses penyelenggaraan diklat di lembaga ini.

Mohon dibaca dan disimak pernyataan / pertanyaan pada kolom pernyataan / pertanyaan di bawah ini, lalu pilih salah satu dari 5 (lima) kemungkinan jawaban yang tersedia, yaitu yang paling sesuai dengan yang Anda rasakan / alami. Berilah tanda cek/cakra pada kotak yang tersedia ( X ).

Makin ke kiri letak pilihan yang dicakra berarti Anda semakin puas atau semakin baik. Demikian juga sebaliknya jika semakin ke kanan berarti semakin tidak puas atau semakin kurang.

Demikian, atas partisipasi Anda mengisi angket ini terlebih dahulu kami ucapkan banyak terima kasih.

NO	BERKENAAN DENGAN PROGRAM	Saya merasa				
		a	b	c	d	e
1	Program diklat yang diberikan					
2	Kemanfaatan program diklat (mencari kerja atau mandiri)					
3	Kelengkapan materi pelajaran teori yang diberikan					
4	Kelengkapan materi praktek yang diberikan					
5	Kelengkapan modul diklat yang diberikan					
NO	BERKENAAN DENGAN FASILITAS	Saya merasa				
		a	b	c	d	e
1	Kelengkapan alat Bantu belajar di ruang teori atau di kelas					
2	Kelengkapan bahan, alat dan mesin untuk praktek di workshop					
3	Kenyamanan dan keteraturan belajar di ruang teori / kelas					
4	Kenyamanan dan keteraturan praktek di workshop					
5	Fasilitas umum berupa toilet, tempat istirahat, dan					

	lingkungan					
6	Akomodasi / asrama (sarana belajar, toilet, alat kebersihan dll:)*					
7	Pelayanan dan nilai gizi konsumsi*					
<b>BERKENAAN DENGAN MANAJEMEN</b>						
<b>NO</b>		<b>Saya merasa</b>				
		<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
1	Pelayanan informasi dan pendaftaran					
2	Pelayanan administrasi					
3	Pelayanan kesehatan (bila sakit)					
4	Perhatian terhadap masalah yang dihadapi (bila ada)					
5	Penegakan disiplin bagi siswa dan instruktur/pelatih					
6	Keamanan, kenyamanan dan ketertiban lingkungan					

### DAFTAR PENYUSUN MODUL

<b>NO.</b>	<b>NAMA</b>	<b>PROFESI</b>
1.	Gatot J. Situmorang	<ul style="list-style-type: none"><li>• Insstruktur Madya Kejuruan Teknik Las BBPLK Serang</li><li>• Asesor di LSP Las, Logam Mesin Indonesia dan LSP 2 BBPLK Serang</li></ul>