

## **BAB II**

### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **A. Modifikasi**

Pengertian modifikasi menurut kamus besar bahasa Indonesia adalah pengubahan atau perubahan. Jadi Modifikasi dapat diartikan secara umum usaha untuk mengubah atau merubah. Namun secara khusus modifikasi adalah suatu upaya yang dilakukan untuk menciptakan hal yang baru, unik, dan menarik. Modifikasi yang dipakai di sini mengacu pada pengubahan terhadap suatu benda sehingga menjadi lebih baik. (KBBI, 2016).

#### **B. Pengelasan**

Menurut (Umaryadi, 2007) Las (*welding*) adalah suatu cara untuk menyambung dua benda padat atau lebih dengan jalan mencairkannya melalui proses pemanasan. Sedangkan menurut Daryanto (2013) pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam dimana logam menjadi satu bagian akibat panas dengan tekanan atau tanpa tekanan, dan dapat didefinisikan sebagai akibat metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antar atom. Sebelum atom tersebut membentuk ikatan, permukaan yang akan menjadi satu perlu bebas dari gas yang terserap atau oksida-oksida yang berbentuk minyak.

##### 1. Pembentukan busur listrik pada proses penyulutan

###### a. Pembentukan Busur Listrik

Pada pembentukan busur listrik elektroda keluar dari kutub negatif (katoda) dan mengalir dengan kecepatan tinggi ke kutub positif (anoda). Dari kutub positif mengalir partikel positif ke kutub

negatif. Melalui proses ini ruang udara diantara anoda dan katoda (benda kerja dan elektroda) dibuat untuk menghantar arus listrik dan dimungkinkan pembentukan busur listrik. Sebagai arah arus berlaku arah gerakan ion-ion positif. Jika elektroda misalnya dihubungkan dengan kutub negatif sumber arus searah, maka arah arusnya dari benda kerja ke elektroda. Setelah arus elektroda didekatkan pada lokasi jalur sambungan disentuh dan diangkat kembali pada jarak yang pendek (garis tengah elektroda).

Dengan sentuhan singkat elektroda logam pada bagian benda kerja yang akan dilas, berlangsung hubungan singkat didalam rangkaian arus pengelasan, suatu arus listrik yang kekuatannya tinggi akan mengalir, setelah pengangkatan elektroda itu dari benda kerja menembus celah udara, dan membentuk busur cahaya diantara elektroda dengan benda kerja, dengan demikian lelehan elektroda tetap mengalir. Suhu busur cahaya yang tinggi akan segera melelehkan ujung elektroda dan bagian besi yang akan di las.

Dalam waktu yang cepat partikel elektroda menetes, mengisi penuh celah sambungan las dan membentuk kepompong las. Proses pengelasan itu sendiri terdiri atas hubungan singkat yang terjadi sangat cepat akibat pelelehan elektroda yang terus menerus menetes.

b. Proses penyulutan

Setelah arus dijalankan, elektroda didekatkan pada posisi jalur sambungan dengan disentuhkan sebentar dan diangkat kembali pada jarak yang sedikit (garis tengah elektroda).

c. Menyalakan busur listrik

Untuk mendapatkan hasil busur yang baik diperlukan pengaturan arus (*ampere*) yang sesuai dengan tipe dan ukuran elektroda. Jika pesawat las yang dipakai pesawat las AC, menyalakan busur dilakukan dengan menggosokkan pada benda kerja. Sedangkan untuk untuk menyalakan pesawat las DC cukup dengan di sentuhkan ke benda kerja.

Penyalan busur listrik dapat dilakukan dengan menghubungkan singkat ujung elektroda dengan logam induk (yang akan dilas) dan segera mengangkat lagi pada jarak yang pendek.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan:

- 1) Jika busur nyala terjadi tahan sehingga jarak ujung elektroda ke logam induk besarnya sama dengan diameter dari penampang elektroda dan geser posisinya ke sisi logam induk.
- 2) Perbesar jarak tersebut (perpanjang nyala busur) menjadi dua kalinya untuk memanaskan logam induk.
- 3) Kalau logam induk telah sebagian mencair, jarak elektroda dibuat sama dengan garis tengah penampang tadi.

d. Perlengkapan keselamatan kerja las

1) Helm las

Helm las digunakan untuk melindungi kulit muka dan mata dari sinar pancaran las (sinar ultra violet dan ultra merah) yang dapat merusak kulit maupun mata, helm las ini dilengkapi dengan kaca khusus yang dapat mengurangi sinar ultra violet dan ultra merah tersebut.

2) Sarung tangan

Sarung tangan dibuat dari kulit atau asbes lunak untuk memudahkan memegang penjepit elektroda. Pada waktu mengelas harus selalu dipakai sepasang sarung tangan. Selain itu juga untuk melindungi kulit tangan dari percikan bunga api dari percikan las.

3) Apron

Apron adalah alat pelindung badan dan pakaian dari percikan bunga api yang dibuat dari kulit atau dari asbes

4) Sepatu las

Sepatu las berguna untuk melindungi kaki dari percikan bunga api, bila tidak ada sepatu las, sepatu biasa yang tertutup seluruhnya juga bisa dipakai.

5) Masker las

Jika tidak adan kamar las dan ventilasi yang baik, maka gunakan masker las, agar terhindar dari debu dan asap yang beracun.

#### 6) Kamar las

Kamar las terbuat dari bahan tahan api seperti tembok. Kamar las penting agar orang di sekitar tidak terganggu oleh pancaran cahaya las. Untuk mengeluarkan gas, sebaiknya kamar las dilengkapi dengan ventilasi udara. Dikamar las harus ada meja las, meja tidak terbuat dari bahan-bahan yang mudah terbakar agar terhindar dari kebakaran akibat dari percikan bunga api dan terak las. (Daryanto, 2013)

#### 2. Klasifikasi elektroda

Elektroda baja lunak dan baja paduan rendah untuk las listrik menurut klasifikasi AWS (*American Welding Society*) dinyatakan dengan tanda E XXXX yang memiliki arti:

E adalah menyatakan elektroda busur listrik.

XX adalah dua angka setelah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in<sup>2</sup>.

X yang ketiga adalah menyalakan posisi pengelasan. Angka 1 untuk pengelasan segala posisi dan angka 2 untuk pengelasan posisi datar di bawah tangan.

Untuk X yang ke empat menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai.

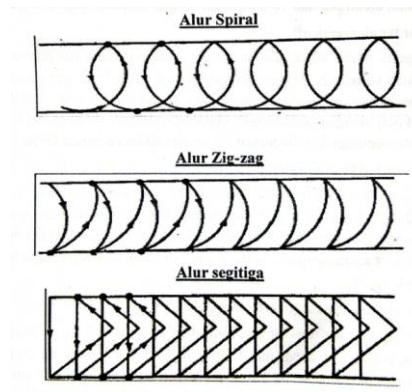
Berikut ini merupakan contoh dari klasifikasi elektroda misalnya E 6013. Kekuatan tarik dan deposit las adalah 60.000 lb/in<sup>2</sup> atau 42 kg/mm<sup>2</sup>. Elektroda ini dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi.

Sedangkan untuk jenis selaput elektroda adalah rutil kalium dan pengelasan dapat dengan arus AC atau DC atau DC+. Jenis ini mengandung banyak kalium sehingga lebih mudah untuk pemakaian *voltage* mesin yang rendah. Elektroda ini biasanya digunakan untuk pengelasan plat tipis. (Daryanto, 2013)

### 3. Macam-macam Gerakan Elektroda

- a. Gerakan arah turun sepanjang sumbu elektroda, gerakan ini ditujukan agar jarak busur listrik tetap.
- b. Gerakan ayunan elektroda. Gerakan ini bertujuan untuk mengatur lebar jalur las yang diharapkan. Gerakan ayunan ini dibagi menjadi dua yaitu ayunan ke atas dan ayunan ke bawah. Ayunan ke atas menghasilkan jalur las yang kecil, sedangkan ayunan ke bawah menghasilkan jalur las yang lebih lebar.
- c. Tembusan las yang dihasilkan dari gerakan ayun kurang baik jika dibandingkan gerakan lurus elektroda. Gerakan ayunan lebih memakan waktu dibandingkan dengan gerakan lurus. Selain itu juga gerakan ayun menimbulkan panas yang berlebih sehingga menimbulkan pemuaihan dan menimbulkan perubahan bentuk dari bahan dasar. Karena hal tersebut maka penggunaan gerakan ayunan perlu memperhatikan tebal bahan dasar. (Daryanto, 2013)

Berikut ini merupakan gambar alur elektroda pada saat melakukan pekerjaan las:

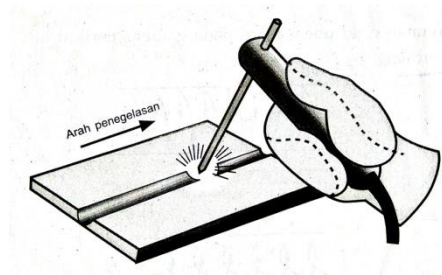


Gambar 1. Alur Elektroda saat Pengelasan

#### 4. Posisi Pengelasan

##### a. Posisi di bawah tangan

Posisi ini merupakan posisi paling mudah dilakukan. Oleh sebab itu untuk menyelesaikan pengelasan diusahakan pada posisi ini. Pada posisi di bawah tangan memiliki kemiringan elektroda  $10^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  terhadap garis vertikal ke arah elektroda dan  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  terhadap benda yang dilas.

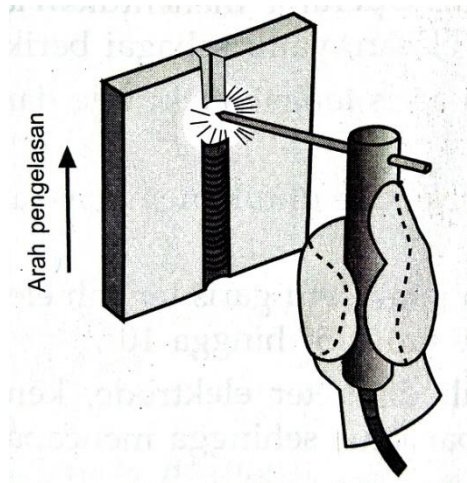


Gambar 2. Posisi Pengelasan di bawah Tangan (Umaryadi, 2007)

##### b. Posisi tegak (vertikal)

Posisi tegak merupakan posisi pengelasan dengan arah ke bawah atau ke atas. Pengelasan ini merupakan posisi paling sulit

karena bahan yang sudah mencair akan mengalir ke bawah sehingga menyebabkan penumpukan ke arah bawah. Hal ini dapat diperkecil dengan kemiringan elektroda  $10^{\circ}$  -  $15^{\circ}$  terhadap garis vertikal ke arah elektroda dan  $70^{\circ}$ - $85^{\circ}$  terhadap benda yang dilas.



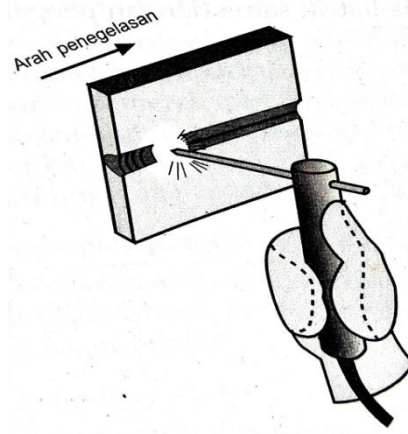
Gambar 3. Posisi Pengelasan Tegak (vertikal)

(Umaryadi, 2007)

c. Posisi datar (horizontal)

Mengelas dengan posisi ini biasa disebut dengan mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dengan arah elektroda mengikuti horizontal. Pada posisi datar elektroda dibuat dengan kemiringan  $5^{\circ}$  -  $10^{\circ}$  terhadap garis vertikal ke arah elektroda dan  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  terhadap benda kerja.



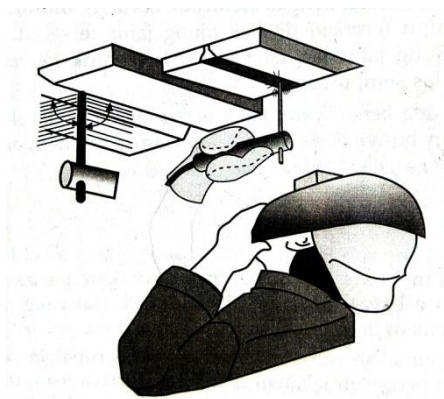


Gambar 4. Posisi Pengelasan datar (horisontal)

(Umaryadi, 2007)

d. Posisi di atas kepala (*overhead*)

Posisi paling sulit dan berbahaya karena bahan cair banyak yang jatuh dan mengenai pengelas, oleh karena itu diperlukan perlengkapan *safety* yang lengkap. Posisi mengelas ini benda kerja berada di atas orang yang melakukan dan kedudukan elektroda dengan kemiringan elektroda  $5^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  terhadap garis vertikal kearah elektroda dan  $75^{\circ}$ - $85^{\circ}$  terhadap benda kerja. (Daryanto, 2013)



Gambar 5. Posisi Pengelasan di atas Kepala

(Umaryadi, 2007)

## 5. Menentukan besar arus dan tegangan listrik

Besar arus dan tegangan listrik yang digunakan dalam pengelasan harus diatur sesuai kebutuhan. Besar arus tersebut tergantung pada diameter elektroda, tebal bahan, jenis elektroda, posisi pengelasan, dan polaritas. Pengaturan arus dapat dilakukan dengan memutar handel. Arus skala untuk pengelasan yang dipakai dapat dilihat pada mesin las. Untuk perkiraan arus yang akan dipakai dapat dilihat pada bungkus elektroda, misalnya seperti contoh pada tabel berikut:

Table 1. Perkiraan Arus Tegangan yang Dipakai

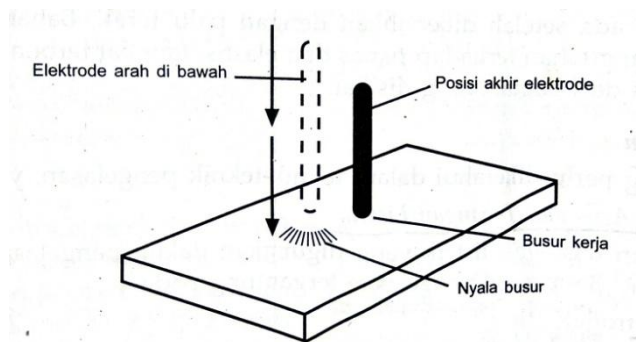
Diameter x Panjang (mm)	Daerah Arus (Volt)	Polaritas Elektroda
2,6 x 360	45-95	AC atau DC
3,2 x 350	60-130	AC atau DC
4,0 x 400	90-160	AC atau DC

Pada mesin las modern, tegangan pengelasan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Pada umumnya, mesinlas memiliki tegangan 60-80 volt sebelum busur menyala. Tegangan itu disebut dengan tegangan pembakaran. Jika sedang mengelas, tegangan akan turun menjadi 20-40 volt. Tegangan ini disebut tegangan kerja. Tegangan kerja juga disesuaikan dengan ukuran elektroda misal elektroda 1,5-4,5 mm memiliki tegangan kerja 20-30 volt. Sedangkan untuk elektroda ukuran 4,5-6,4 mm memiliki tegangan kerja 30-40 volt. (Umaryadi, 2007)

## 6. Menyalakan dan mematikan elektroda

Menyalakan elektroda dapat dilakukan dengan sentakan dan goresan. Berikut ini adalah cara dengan sentakan:

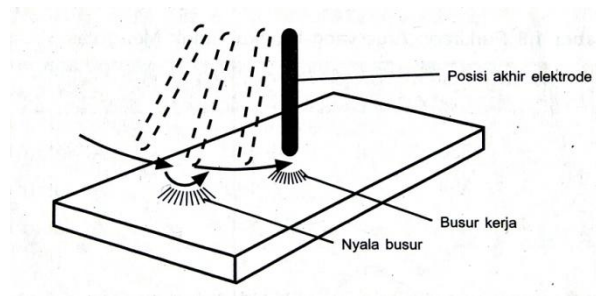
- Posisikan elektroda tegak lurus dengan benda kerja.
- Ketukan berulang kali pada benda kerja.
- Tarik elektroda setelah muncul busur listrik agar elektroda tidak menempel pada benda kerja.



Gambar 6. Menyalakan Elektroda dengan Sentakan

Berikut ini adalah cara menyalakan elektroda dengan goresan:

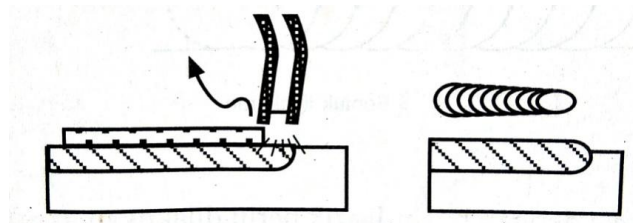
- Posisikan elektroda sampai membentuk sudut terhadap plat kerja kurang lebih  $60^\circ$ .
- Gerakkan elektroda ke arah bagian pinggir dari benda kerja sehingga menyinggungnya.
- Tarik elektroda sejajar dengan garis tengah, segera angkat setelah timbul busur listrik untuk mencegah menempelnya elektroda pada benda kerja. (Umaryadi, 2007)



Gambar 7. Menyalakan Elektroda dengan cara Goresan

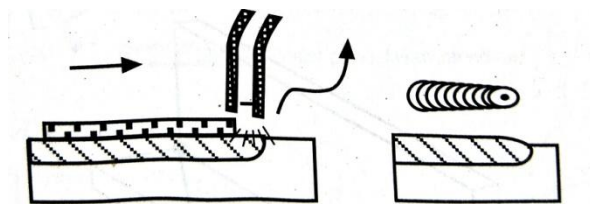
Cara mematikan nyala busur harus hati-hati karena mematikan busur sama saja mengakhiri proses pengelasan yang berada pada ujung alur las. Ada dua cara untuk mematikan busur las yang sering digunakan, seperti pada penjelasan dan gambar berikut ini.

- a. Dengan cara mengangkat sedikit elektroda, kemudian diturunkan sedikit sambil diayunkan ke arah atas dalam atau ke arah alur pengelasan.



Gambar 8. Mematikan Elektroda ke arah Dalam

- b. Dengan mengangkat sedikit elektroda, kemudian sedikit di turunkan sambil diayunkan ke arah luar dari alur pengelasan. (Umaryadi, 2007)



Gambar 9. Mematikan Elektroda ke arah Luar

## C. Pengecatan

### 1. Pengertian Cat

Cat adalah suatu cairan yang dipakal untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan memperindah (*decorative*), memperkuat (*reinforcing*) atau melindungi (*protective*) benda tersebut. Jadi cat mempunyai fungsi untuk memperkuat, melindungi, dan memberikan nilai keindahan suatu benda. Setelah cat dilapiskan pada permukaan benda dan mengering, cat akan membentuk lapisan tipis, padat, dan melekat dengan kuat pada permukaan benda tersebut. Proses pelekatan cat pada permukaan benda dapat dilakukan dengan cara diusapkan (*wiping*), dilumurkan, dikuas, disemprotkan (*spray*), dicelupkan (*dipping*), atau dengan cara yang lain. (Sofyan, 2013: 2)

### 2. Bahan Dasar Cat

Biasanya cat tersusun dari bahan-bahan sebagai berikut ini:

- a. *Pigment* dan *extender* atau *filler*
- b. *Resin* (*binder*)
- c. *Solvent*
- d. *Additive*

Berikut akan disampaikan penjelasan masing-masing bahan cat tersebut:

#### a. *Pigment*

*Pigment* adalah suatu bubuk yang telah digiling halus yang diperoleh dari batu-batuan mineral atau buatan (*syntetic*). *Pigment*

ini memberi warna dan daya tutup pada benda yang dicat dan ikut menentukan ketahanan cat. Pemberian zat warna pada cat tergantung pada fungsi catnya. Pada cat dasar primer, zat pewarna berfungsi membantu menahan karat. Zat warna pada dempul membantu membentuk lapisan tebal dan mudah diampelas. Pada cat akhir, zat warna memberikan efek pewarnaan yang tahan lama. Pigment atau zat warna terbagi menjadi:

- 1) *Pigment* warna, berfungsi menambah warna pada cat dan menghasilkan daya tutup pada permukaan yang dicat.
- 2) *Pigment* terang, berfungsi menambah warna-warni metalik pada cat.
- 3) *Pigment extender*, berfungsi menambah kekuatan cat pada bodi, menghasilkan *viscositas* dan mencegah pengendapan.
- 4) *Pigment* pencegah karat, dipergunakan terutama pada cat dasar untuk membantu mencegah karat pada plat dasar.
- 5) *Pigment flatting*, digunakan untuk mengurangi kilap pada cat, terutama pada cat jenis *doof*.

*Pigment* dan *dyestuff* adalah bagian dari *colorant*. *Dyestuff* bersifat larut dalam *solvent*, sedang *pigment* tidak. *Pigment* merupakan padatan halus (bubuk) yang ditambahkan ke dalam cat dengan beberapa fungsi berikut.

- 1) *Optis* memberi karakter khas pada penampakan cat tersebut seperti: warna, derajat kilap (*gloss*) maupun daya tutupnya.

2) *Protective* memberi nilai tambah pada karakter kekuatan cat tersebut seperti; kekuatan terhadap cuaca, korosi, panas, atau api, dll.

3) *Reinforcing*: meningkatkan sifat seperti: meningkatkan kekerasan, kelenturan, daya tahan terhadap abrasi, dll.

(Sofyan, 2013: 2-3)

b. *Resin*

*Resin* atau *binder* merupakan komponen utama dalam cat yang berbentuk cairan kental dan transparan yang membentuk *film* atau lapisan setelah diaplikasi pada suatu benda dan mengering membentuk lapisan yang keras. Kandungan resin berpengaruh langsung pada kemampuan cat dalam hal kekerasan, ketahanan *solvent* serta ketahanan cuaca. Juga berpengaruh pada kualitas akhir seperti tekstur, kilap (*gloss*), dan adhesi, serta memberi kemudahan dalam penggunaan di antaranya waktu pengeringan. Resin berfungsi merekatkan komponen-komponen yang ada dan melekatkan keseluruhan bahan pada permukaan suatu bahan (membentuk *film*). Resin pada dasarnya adalah *polymer* yang pada temperatur ruang (atau temperatur aplikasi) bentuknya cair, bersifat lengket, dan kental. Ada banyak jenis resin seperti: *natural oil*, *alkyd*, *nitro cellulose*, *polyester*, *melamine*, *acrylic*, *epoxy*, *polyurethane*, *silicone*, *fluorocarbon*, *venyl*, *cellulosic*, dll.

Menurut tipe lapisan resin dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

- 1) *Thermoplastic resin*, pengeringan resin terjadi karena penguapan *solvent*. Apabila dipanaskan *thermoplastic resin* akan melunak dan akhirnya mencair. Jenis-jenis *thermoplastic resin* antara lain: *nitrocellulose*, *cellulose acetate butylate*, *thermoplastic acrylic*, dan *nylon*. Resin tipe ini sering digunakan pada sistem pengecatan udara.
- 2) *Thermosetting resin*, jenis-jenisnya antara lain: *amino alkyd*, *polyurethane* dua komponen, *thermosetting acrylic*, dan *epoxy resin*. *Thermosetting resin* hanya akan mengering dan mengeras jika dipanaskan dan tidak akan melunak lagi oleh adanya pemanasan kembali. Biasanya digunakan pada cat bakar, cat ini mempunyai daya tahan yang kuat terhadap cuaca dan mempunyai kekerasan yang tinggi. Proses pengeringannya dilakukan di ruang *oven*. (Sofyan, 2013: 7)

c. *Solvent*

Seperti sudah dijelaskan dalam bagian sebelumnya bahwa masing-masing komponen penyusun cat mempunyai fungsi dan peran yang berbeda-beda. Resin membentuk film dan memberi kontribusi terhadap karakter *film* yang terbentuk, sedang *pigment* di samping memberi warna juga berfungsi menambah kekuatan mekanis *film*.



*Solvent* adalah suatu cairan yang dapat melarutkan resin dan mempermudah pencampuran pigment dan resin dalam proses pembuatan cat. *Solvent* sangat cepat menguap apabila cat diaplikasi. Kegunaan *solvent (thinner)* ini untuk mengencerkan campuran *pigment* (zat pewarna) dan *resin* (zat perekat) sehingga menjadi agak encer dan dapat disemprotkan selama proses pengecatan. *Thinner* juga menurunkan kekentalan cat sampai tingkat pengenceran tertentu yang tepat untuk pengecatan dengan kuas, semprot. atau *roll*. *Thinner* menguap sesaat setelah cat disemprotkan, *thinner* akan menguap dan meninggalkan *resin* dan *pigment* yang kemudian kedua zat tersebut akan membentuk lapisan yang keras. *Solvent* berdasarkan kegunaannya dibedakan menjadi dua macam. *Solvent* untuk cat *lacquer (thermoplastic resin)* disebut *thinner* dan *solvent* untuk cat *enamel (thermosetting resin)* disebut *reducer*.

Komponen pembentuk *solvent* (pengencer) meliputi:

- 1) *Diluent*, merupakan larutan yang membantu melarutkan resin *lacquer*.
- 2) *Laten solvent*, juga digunakan untuk mencampur pelarut yang baik, hasilnya sama dengan pelarut yang berkualitas baik.
- 3) *Solvent* murni, adalah larutan yang mampu melarutkan sesuatu yang mengakibatkan cairan tersebut masuk ke dalam larutan. *Solvent* murni melarutkan bahan *residu* dan *binder*.

Jenis *solvent* (pengencer) yang biasa dipergunakan dalam pengecatan antara lain.

- 1) Pengencer lambat kering, ini digunakan pada pengecatan warna sistem *acrylic* yang ruangnya bersuhu  $65^{\circ}\text{C}$  ke atas. Pengencer lambat kering berfungsi untuk cat warna yang hasilnya kurang mengkilap, untuk pemakaian cat *acrylic enamel* di bengkel-bengkel, untuk memadukan dua buah permukaan yang diperbaiki pada bodi kendaraan.
- 2) Pengencer cepat kering, ini digunakan untuk perbaikan cat *acrylic lacquer* yang asli. Jika menggunakan pengencer yang lambat kering akan terjadi keretakan. Fungsi pengencer ini adalah untuk mempercepat penguapan pengencer yang lambat kering jika diperlukan, digunakan pada cat *primer surfacer* pada suhu kurang lebih di bawah  $60^{\circ}\text{C}$ , untuk mencegah terjadinya keretakan pada suhu rata-rata  $65\text{-}85^{\circ}\text{C}$ , untuk perbaikan setempat.

*Retarder*, adalah pengencer paling lambat kering yang digunakan untuk cuaca sangat panas. Fungsi *retarder* adalah mencegah pudarnya cat, memungkinkan penggunaan cat warna pada cuaca yang panas, menyiapkan waktu yang cukup bagi cat untuk mengalir karena penguapannya lama, menambah kualitas untuk perpaduan warna karena *over spraying* kecil sehingga ada

kesempatan untuk mengalir keluar lebih lama dan menambah kilap cat. (Sofyan, 2013: 11-13)

d. *Additive*

Di samping ketiga komponen seperti sudah dibahas dalam bab-bab sebelumnya, yaitu *resin*, *pigment*, dan *solvent*, ada beberapa komponen lain yang ditambahkan dalam jumlah sangat sedikit ke dalam cat. Komponen-komponen ini, sekalipun ditambahkan dalam jumlah sedikit, namun memberi kontribusi yang sangat besar terhadap sifat cat, sehingga cat dapat diproses, disimpan, dan dipakai.

*Additive* adalah suatu bahan yang ditambahkan pada cat dalam jumlah yang kecil untuk meningkatkan kemampuan cat sesuai tujuan atau aplikasi cat. Berbagai tipe bahan yang ditambahkan pada cat dalam jumlah yang kecil untuk meningkatkan kemampuan cat sesuai dengan tujuan atau aplikasi cat. Zat *additive* berfungsi untuk mencegah terjadinya buih pada saat penyemprotan (anti *foaming*), mencegah terjadinya pengendapan cat pada saat dipergunakan (anti *setting*), meratakan permukaan cat sesaat setelah disemprotkan (*Flow additif*), menambah kelenturan cat, dll.

Penambahan *additive* yang ada dalam cat tidaklah serta merta muncul begitu saja, tetapi merupakan suatu proses panjang dari beberapa percobaan atau riset pada cat tersebut. Selama

proses pembuatan, penyimpanan dan pemakaian dinilai kualitasnya secara menyeluruh, kemudian kelemahan dan masalah yang timbul dicoba untuk diatasi dengan variasi jenis dan takaran beberapa *additive*, hingga akhirnya muncul nama jenis dan takaran *additive* tertentu yang pas untuk campuran cat tersebut.

*Additive* ditambahkan ke dalam cat disesuaikan dengan *solvent* apa yang dipakai (*solvent* atau *water base*), apa jenis resinnya, bagaimana pemakaiannya dan bagaimana mekanisme pengeringannya. Setiap *supplier additive* biasanya memberikan informasi yang jelas tentang apa dan bagaimana *additive* harus digunakan. (Sofyan, 2013: 20-21)

### 3. Peralatan pengecatan

Untuk melakukan pekerjaan pengecatan diperlukan beberapa peralatan utama yang harus tersedia di bengkel pengecatan. Peralatan utama tersebut adalah:

#### a. Amplas / *sand paper*



Gambar 10. Amplas

Amplas berfungsi untuk menghaluskan permukaan dengan cara digosokkan, halus dan kasarnya kertas amplas ditunjukkan oleh

angka yang tercantum dibalik kertas amplas tersebut. Semakin besar angka yang tertulis menunjukkan semakin halus dan rapat susunan pasir amplas tersebut. Amplas digunakan untuk mengamplas lapisan cat, *putty*, atau *surfacer*. Tersedia berbagai macam bentuk, material serta kekasarannya:

- 1) Klasifikasi bentuk, berdasarkan bentuknya amplas dibedakan menjadi tipe roll dan tipe lembaran. Tipe roll ada yang berbentuk membulat ada yang berbentuk empat persegi panjang. Demikian juga tipe lembaran dibedakan dalam bentukbulat dan empat persegi panjang.
- 2) Klasifikasi cara pemasangan, berdasarkan klasifikasinya amplas dibedakan tipe *adhesive*, tipe *velcro*, dan tipe *non adhesive*.
- 3) Klasifikasi material, berdasarkan materialnya perbedaan didasarkan pada jenis material belakang dan material partikel abrasifnya. Berdasarkan material belakang ada empat jenis, yaitu kertas, kertas tahan air, kain, dan *fiberglass*. Ditinjau dari material partikel abrasifnya dibedakan ada yang terbuat dari *silicon carbide*, dan ada yang terbuat dari *oxidized aluminium*.
- 4) Klasifikasi *grit* (kekerasan), nomor *grit* biasanya dicetak pada bagian belakang amplas. Semakin besar angka *grit*, semakin halus partikel *abrasifnya*. Rentang nomor dari nomor *grit* yang

digunakan untuk pengecatan otomotif adalah antara 60 dan 2000.

- 5) Material *sanding* tipe lain, disamping amplas ada pula material *sanding* yang lain, yaitu material dimana *syntetic fiber* dapat dikusutkan seperti *felt*. Menggunakan *adesif*, partikel *abrasif* dikaitkan satu sama lain oleh *fiber*. Oleh karena *fleksibilitasnya*, maka material ini sangat sesuai untuk pekerjaan *sanding* permukaan yang memiliki konfigurasi panel relatif rumit, yang tiak mudah dijangkau oleh amplas. Oleh karna ketahanan air dan keandalannya yang tinggi, maka ia dapat digunakan pada pengamplasan basah dan pengamplasan kering.

b. Kompresor

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan, sesuai dengan yang dikehendaki karakteristik cat dan *spraygun* yang digunakan. Kompresor harus selalu diletakkan ditempat yang sejuk dan bebas dari debu, tetapi jangan terlalu jauh dari ruangan penyemprotan karena dapat berakibat berkurangnya tekanan apabila pipa udara terlalu panjang.

c. Blok tangan (*hand block*)

Blok tangan adalah blok tempat amplas ditempelkan dan digunakan untuk mengamplas secara manual.



Gambar 11. Blok Tangan

d. *Sander*

*Sander* adalah *sanding tool* yang diberi *power* tempat amplas dipasangkan digunakan untuk mengamplas lapisan cat, *putty/surfacers*. Menurut tipe *power* yang digunakan sander dapat dibagi menjadi tipe pneumatik yaitu menggunakan udara bertekanan, dan tipe elektrik yaitu menggunakan tenaga elektrik.

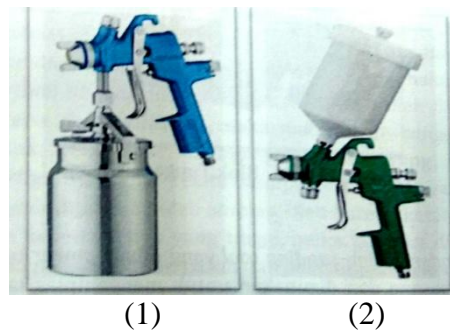
Gambar 12. *Sander*

e. *Spray gun*

*Spray gun* adalah suatu peralatan yang menggunakan udara kompresor untuk mengaplikasikan cat yang diatomisasikan pada permukaan benda kerja. *Spray gun* yang digunakan dalam

pengecatan di bidang otomotif khususnya menggunakan tipe *gravity feed* dan *suction feed*.

- 1) *Gravity feed* adalah *spray gun* dengan *paint cup* terletak di atas *spray gun body*.
- 2) *Suction feed* adalah *spray gun* dengan *paint cup* terletak di bawah *spray gun body*. (Sofyan, 2013: 47-52)



Gambar 13. *Spray Gun* (1) Tipe *Gravity Feed* dan (2) Tipe *Suction Feed*

a) Cara Menyetel dan Menggunakan *Spray Gun*

Apapun jenis *spray gun*, cara menggunakan *spray gun* pada dasarnya sama. Untuk mendapatkan setelan yang bagus, kita perlu mencoba berulang-ulang. Karena dengan berbedanya kekentalan cat, maka akan berbeda pula setelan yang digunakan.

- (1) Atur tekanan angin *output* pada kompresor menjadi 26 psi atau sesuai dengan buku manual yang terdapat pada buku panduan *spray gun*, lalu pasang *spray gun* pada ujung selang kompresor.



- (2) Masukkan cat yang sudah di campur dengan *thiner* kedalam tangki, lalu tutup tangki tersebut.
- (3) Setel knob pada *spray gun* untuk mengatur jumlah cairan yang akan keluar dari ujung *nozzle*. Putar searah jarum jam untuk mengecilkan jumlah cairan dan putar berlawanan jarum jam untuk memperbanyak cairan yang akan keluar.
- (4) Setel tekanan angin yang masuk kedalam *spray gun*. Disini dibutuhkan trial dan error untuk mendapatkan hasil penyemprotan yang pas. Prinsipnya adalah jika terlalu banyak campuran angin maka cat akan menjadi kabut dan hasilnya berbintik-bintik, cat menjadi boros dan hasil tidak akan bagus. Sebaliknya, jika terlalu sedikit angin yang di berikan maka cat tidak akan menyembur dengan sempurna.
- (5) Setel knob untuk mengatur luas semburan cat yang di semprotkan. Putar knob searah jarum jam untuk mengecilkan luas semburan dan putar berlawanan arah jarum jam untuk memperbesar luas semburan. Sebelum mengecat pada bidang yang akan dicat, test terlebih dahulu hasil semburan cat pada kertas atau koran.

f. Batang pengaduk ( *Agitating rod* )

*Agitating rod* digunakan untuk mencampur *putty* atau *surfacers*, untuk membentuk suatu kekentalan yang merata dan juga untuk membantu mengeluarkannya dari kaleng. Bahan ini terbuat dari metal atau plastik, dan beberapa diantaranya memiliki skala untuk mengukur *hardener* dan *thiner*. (Sofyan, 2013: 52)



Gambar 14. Pengaduk Tipe Plastik dan Tipe *Metal*

g. *Spatula (kape)*

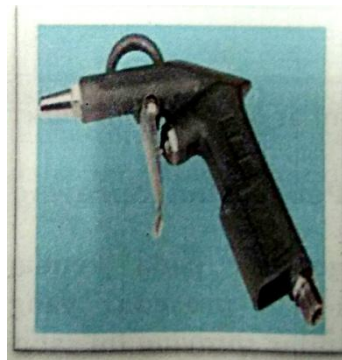
*Spatula* digunakan untuk mencampur *putty* atau aplikasi pada permukaan benda kerja. Bahan ini terbuat dari plastik, kayu, dan karet. Setelah penggunaan *spatula* harus dibersihkan secara menyeluruh dengan *solvent*, karena apabila masih ada *putty* yang tertinggal dan mengering pada spatula, maka *putty* akan mengeras dan membuat spatula tidak dapat digunakan kembali. (Sofyan, 2013: 53)



Gambar 15. *Spatula*

h. *Air duster gun*

*Air duster gun* digunakan untuk membersihkan permukaan kerja dengan cara meniupkan udara bertekanan ke permukaan area yang akan dibersihkan. (Sofyan, 2013: 53)



Gambar 16. *Air Duster Gun*

i. *Mixing plate*

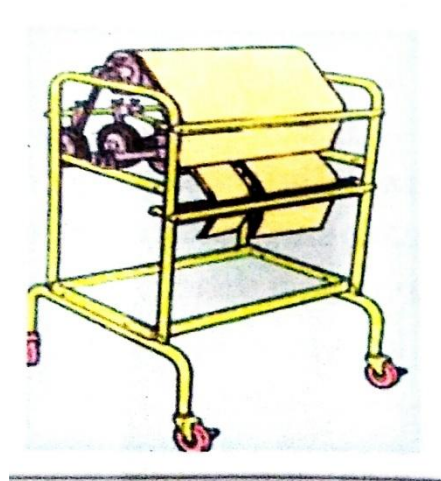
*Mixing plate* digunakan untuk mencampur *putty* atau *sufacer*, terbuat dari metal kayu dan plastik.



Gambar 17. *Mixing Plate*

j. Masking paper

Masking paper adalah kertas yang digunakan untuk menutup area yang tidak boleh di cat. (Sofyan, 2013: 54)



Gambar 18. *Masking Paper*

## D. Ergonomi

### 1. Pengertian ergonomi

Ergonomi dikenal dalam bahasa Yunani, dari kata *ergos* dan *nomos* yang memiliki arti “kerja” dan “aturan atau kaidah”, dari dua kata tersebut secara pengertian bebas sesuai dengan perkembangannya, yakni suatu aturan atau kaidah yang ditaati dalam lingkungan pekerjaan. (Kuswana, 2014: 1)

## 2. Aktifitas di tempat kerja

### a. Kerja berdiri

Pekerjaan teknik yang dilayani dengan posisi berdiri dan waktunya relatif rutin, seperti pelayanan permesinan, pemintalan benang, dan perakitan komponen elektronik pada meja konveyor. Postur tubuh ketika melakukan pelayanan dengan posisi berdiri, merupakan suatu totalitas perilaku kesiagaan dalam menjaga keseimbangan fisik dan mental. Kecenderungan lainnya, adalah memerlukan tenaga yang besar karena menggunakan kaki sebagai tumpuan utama.

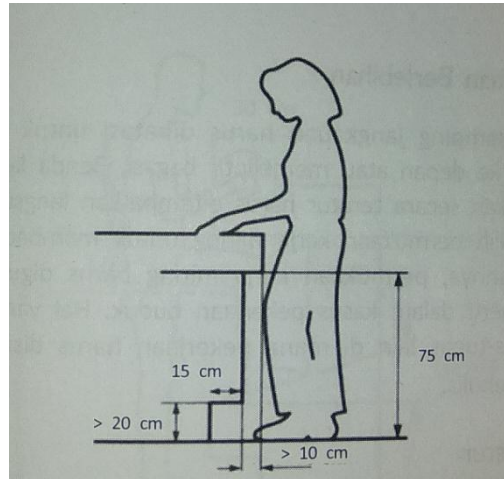
#### 1) Jangan gunakan bentuk plat

Penggunaan bentuk plat untuk pekerjaan berdiri tidak dianjurkan. Kerugian yang ditimbulkan dari *platform* adalah bahwa mereka merupakan bahaya pejalan, praktis untuk membersihkan, dan menghambat transportasi di sepanjang lantai. Mereka juga membutuhkan ruang kerja tambahan, dan tidak praktis jika tinggi badan mereka harus disesuaikan secara teratur untuk orang yang berbeda atau berbeda ketinggian bekerja.

#### 2) Menyediakan cukup ruang untuk kaki

Ruang yang cukup juga harus dijaga bebas di bawah tempat kerja atau mesin untuk kaki pekerja yang berdiri. Hal ini memungkinkan seseorang untuk menjadi dekat dengan pekerjaan tanpa menekuk bagian dari mesin. Cukup sesuai dengan standar

yang diperlukan untuk mengubah posisi kaki sekali dalam pekerjaannya. Gambar berikut mengilustrasikan relung minimum yang disyaratkan dalam permukaan kerja atau mesin. (Kuswana, 2014: 145-146)



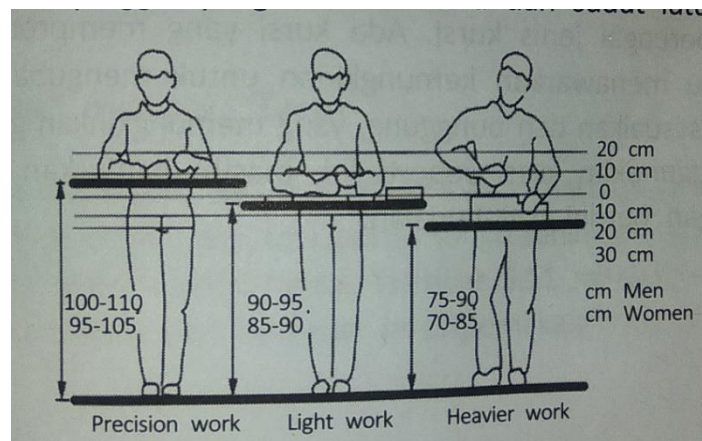
Gambar 19. Minimum Ruang Kaki yang Diperlukan

Produktivitas kerja operator dicapai lebih baik dengan posisi berdiri daripada posisi duduk. Beberapa keuntungan dari posisi kerja berdiri, antara lain sebagai berikut:

- a) Jangkauan lebih besar pada posisi berdiri daripada posisi duduk.
- b) Berat badan dapat digunakan untuk kekuatan.
- c) Pekerja yang berdiri membutuhkan sedikit ruang untuk kakinya daripada pekerja yang duduk.
- d) Kaki sangat efektif dalam meredam getaran.
- e) Tekanan pada tulang punggung bagian bawah (lumbar *disc*) lebih rendah.

- f) Tidak butuh perhatian lebih, cukup dipelihara dengan melakukan sedikit aktivitas otot.
- g) Kekuatan otot batang tubuh kecuali kepala dan leher (*trunk*) dua kali lebih besar ketika berdiri dari pada setengah berdiri atau duduk.

Posisi kerja yang baik adalah di mana jangkauan gerakan dari batang tubuh tidak dipaksakan (bebas bergerak ke depan ataupun ke belakang). Posisi tulang belakang lumbar sebagai persentase dari lengkungan lumbar maksimum untuk pinggul yang berbeda-beda dan sudut lutut. (Kuswana, 2014: 147)



Gambar 20. Dimensi Posisi Kerja Berdiri

### 3) Hindari jangkauan berlebihan

Maju dan ke samping jangkauan harus dibatasi untuk menghindari harus membungkuk ke depan atau memelintir tubuh. Benda kerja, alat dan kontrol yang digunakan secara teratur harus ditempatkan langsung di depan dan dekat tubuh. Pilih permukaan

kerja miring untuk membaca tugas. Jika kegiatan mengizinkannya, permukaan kerja miring harus digunakan untuk membaca tugas seperti dalam kasus pekerjaan duduk. Hal yang sama juga berlaku untuk tugas-tugas lain dimana pekerjaan harus disimpan dalam dokumen, seperti menulis.

#### 4) Perubahan Postur

Bagian ini menjelaskan cara menghilangkan postur berkepanjangan. Teknik ini berkaitan dengan penyediaan paket tugas yang bervariasi, pelaksanaan kerja duduk-berdiri dan penggunaan alas injakan.

#### 5) Menawarkan variasi dalam tugas dan kegiatan

Desain dan organisasi kegiatan harus memastikan bahwa setiap orang diberikan variasi dalam tugas dan kegiatan sehingga tidak terjadi perubahan struktur tubuh.

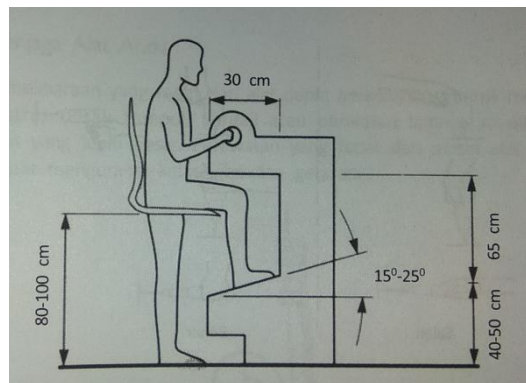
#### 6) Perkenalkan Duduk-Berdiri pada pekerjaan

Jika tugas harus dilakukan dalam jangka panjang, tempat kerja harus disesuaikan untuk memungkinkan pekerjaan yang akan dilakukan pada posisi berdiri atau duduk. Untuk efek ini ketinggian kerja dipilih yang cocok untuk pekerjaan berdiri. Selain itu, tinggi khusus, kursi juga memungkinkan pekerjaan yang harus dilakukan sambil duduk. Kursi telah ditinggalkan di bawah permukaan kerja dan sandaran kaki disediakan.



### 7) Postur duduk alternatif

Sebuah postur duduk berkepanjangan dapat divariasikan dengan menggunakan berbagai jenis kursi. Ada kursi yang mempromosikan 'aktif duduk'. Kursi itu menawarkan kemungkinan untuk mengubah postur dan memiliki kursi disesuaikan dengan punggung, yang memungkinkan gerakan tubuh. Meskipun menggunakan kursi seperti ini, masih dianjurkan untuk duduk pergantian dengan berdiri dan berjalan. (Kuswana, 2014: 148)



Gambar 21. Pedoman Dimensi Tempat Kerja Untuk Posisi Duduk dan Berdiri

Sebuah bangku pedestal dapat digunakan sekali-sekali untuk beragam pekerjaan postur berdiri. Sebuah bangku alas terdiri dari kursi yang diatur dalam tinggi (65-85 cm), dan miring ke depan antara 15 dan 30 derajat. Hal ini memungkinkan postur semi didukung untuk diadopsi, yang agak menghilangkan tekanan pada kaki.

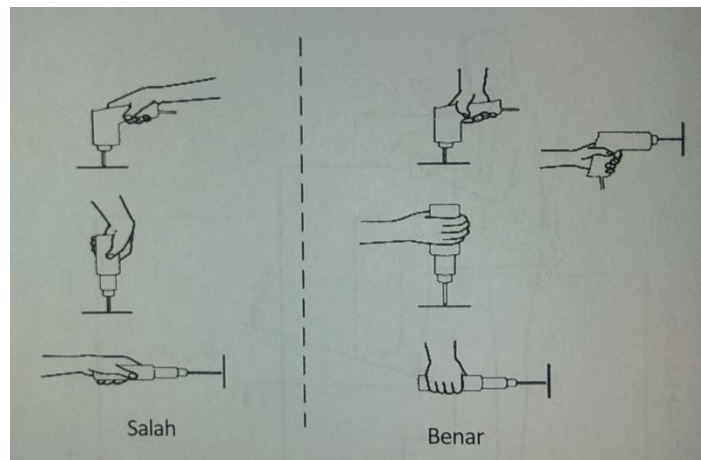
8) Postur tangan dan lengan

Bekerja untuk jangka waktu yang lama dengan tangan dan lengan dalam sikap tubuh yang buruk dapat menyebabkan keluhan spesifik dari pergelangan tangan, siku, dan bahu. Pergelangan tangan terus membungkuk dapat menyebabkan saraf lokal menjadi meradang dan terjepit, mengakibatkan rasa sakit pergelangan tangan dan kesemutan di jari.

Keluhan leher dan bahu terjadi pada pekerjaan yang lama tidak didukung dengan mengangkat lengannya. Masalah-masalah ini timbul terutama dari handling alat. Selain postur, penerapan kekuatan dan pengulangan Gerakan *tive* ('Regangan Cedera berulang atau RSI') berperan dalam pengembangan kondisi ini.

9) Pilih model alat yang tepat

Sebuah alat tertentu sering tersedia dalam berbagai model. Pilih model yang paling cocok untuk tugas dan postur tubuh sehingga sendi dapat dalam posisi netral atau tidak terjadi cedera. Gambar di bawah ini menunjukkan penggunaan yang benar dan salah dari berbagai jenis pemakaian alat listrik dan obeng. (Kuswana, 2014: 149)



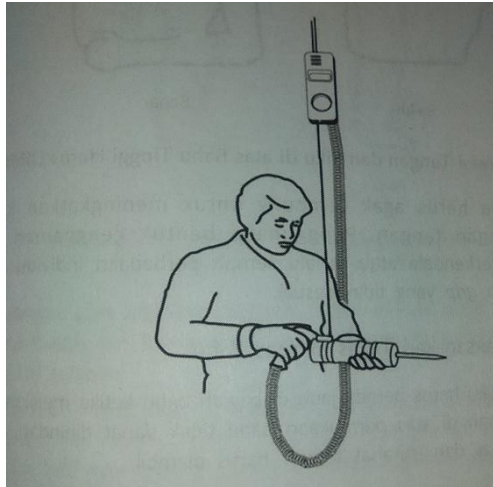
Gambar 22. Menggunakan Alat Genggam

10) Alat genggam tidak boleh terlalu berat

Jika alat ini tidak bersentuhan dipermukaan dan biasanya digunakan dengan satu sisi, beratnya tidak lebih dari 2kg. jika alat ini bersentuhan pada permukaan, bobot berat diperbolehkan, tetapi bobot maksimum yang berlaku untuk angkat harus dipertimbangkan.

11) Menjaga alat anda

Pemeliharaan alat yang tepat dapat berkontribusi mengurangi tubuh stres. Pisau, pukul, gergaji, atau peralatan lainnya membutuhkan kekuatan yang lebih besar. Perawatan yang tepat dari alat genggam juga dapat mengurangi kebisingan getaran dan keausan. (Kuswana, 2014: 150-151)



Gambar 23. Berat Alat dapat didukung dengan Pengimbang

12) Perhatikan bentuk genggaman

Bentuk dari genggaman di troli, beban, mesin, peralatan dan sejenisnya harus mempertimbangkan posisi tangan dan lengan. Jika semua tangan di kerahkan untuk kekuatan, maka *handgrip* harus memiliki diameter sekitar 3 cm dan panjang sekitar 10 cm.

Pegangannya harus agak cembung untuk meningkatkan kontak permukaan dengan tangan. Penggunaan bentuk genggaman tidak disarankan karena terkendala perbedaan jari antar individu dalam ketebalan jari sehingga pada grip yang tidak sesuai. (Kuswana, 2014: 151-152)

13) Hindari melaksanakan tugas di atas bahu

Tangan dan siku harus berada jauh di bawah bahu ketika melaksanakan tugas. Jika pekerjaan di atas permukaan bahu tidak

dapat dihindari, maka durasi kerja harus terbatas dan istirahat teratur harus dilakukan.

14) Hindari bekerja dengan tangan dibelakang tubuh

Bekerja dengan tangan di belakang tubuh harus dihindari. Posisi seperti ini terjadi ketika meluncur meninggalkan objek, misalnya untuk keluar dari supermarket pada saat setelah mendorong pintu.

15) Gerakan

Berbagai tugas memerlukan pergerakan seluruh tubuh, sering dengan menggunakan paksaan. Gerakan tersebut dapat menyebabkan tinggi, tekanan mekanis lokal yang dalam beberapa waktu dapat menyebabkan nyeri tubuh. Mutasi dapat juga menjadi stres dalam arti energik untuk otot, jantung, dan paru-paru. Pada bagian ini kita akan mengkaji stres dari mengangkat, membawa, menarik, dan mendorong.

Bekerja dalam setengah lingkaran. Gunakan kursi putar untuk mengurangi memutar tubuh, untuk memungkinkan gerakan mudah, dan untuk mengurangi sisi ke sisi gerakan.

Gunakan meja kerja miring bila memungkinkan untuk mengurangi kelenturan, dan untuk mendorong posisi tegak sambil duduk atau berdiri. Selain itu, ada juga layanan pekerjaan yang dilakukan secara dinamis antara duduk, jongkok, dan berdiri.

(Kuswana, 2014: 152-153)