
LABORATORIUM MANUFAKTUR

MODUL PRAKTIKUM

**PERANCANGAN TEKNIK INDUSTRI 2
MANUFAKTUR**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2022**

KATA PENGANTAR

Assalaamu 'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'aalamiin. Puji syukur atas karunia Allah SWT, sehingga kami dapat menyelesaikan modul praktikum Pearancangan Teknik Industri 2 Manufaktur.

Modul praktikum Pearancangan Teknik Industri 2 Manufaktur ini merupakan salah satu pengantar bagi mahasiswa dalam memahami prinsip dan konsep dasar tentang proses permesinan secara konvensional khususnya mesin-mesin perkakas seperti mesin perkayuan, drill, mesin pemotong, dan sebagainya, serta elemen dasar proses permesinan. Dalam materi modul ini juga dibahas tentang penjadwalan produksi serta optimasi proses permesinan pada mesin perkakas. Modul ini diharapkan dapat memandu mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktik tersebut selain buku pegangan yang lainnya.

Saran dan kritik sangat kami harapkan mengingat modul ini masih jauh dari sempurna. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan modul ini.

Wassalaamu 'alaikum Wr. Wb

Semarang, April 2022

Penyusun

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	2
MODUL 1.....	5
PENJADWALAN.....	5
1.1 PENDAHULUAN.....	5
1.2 TUJUAN PENJADWALAN.....	5
1.3 ISTILAH.....	6
1.4 JENIS PENJADWALAN.....	7
1.5 OUTPUT SISTEM PENJADWALAN.....	8
1.6 INPUT SISTEM PENJADWALAN.....	8
1.7 PENJADWALAN BATCH.....	9
1.8 PENJADWALAN JOB SHOP.....	11
1.8.1 JOB SHOP LOADING.....	12
1.8.2 JOB SHOP SEQUENCING.....	12
1.8.3 PENJADWALAN “n” JOB PADA “SATU” PROSESOR.....	13
1.8.3.1 KASUS TANPA DUE DATE.....	14
1.8.3.2 KASUS DENGAN DUE DATE.....	15
1.8.4 PENJADWALAN “n” JOB PADA “m” PROSESOR.....	16
1.8.4.1 PENJADWALAN PARALEL.....	17
1.8.4.2 PENJADWALAN SERI.....	18
MODUL 2.....	19
KESELAMATAN KERJA DAN PERMESINAN KONVENSIONAL.....	19
MODUL 3.....	46
FINISHING.....	46
6.1. Pendahuluan.....	46
6.2. Tujuan Praktikum.....	46
6.3 Peralatan Dan Bahan.....	46
6.4 Pengecatan Besi.....	47
MODUL 4.....	48

MANAJEMEN PEMASARAN	48
1.1. Definisi pemasaran.....	48
1.1.1. Konsep Pemasaran Inti	48
1.1.2. Konsep Produksi	49
1.1.3. Konsep produk	49
1.1.4. Konsep Penjualan.....	50
1.1.5. Konsep Pemasaran	50
1.1.6. Konsep Pemasaran Masyarakat	50
1.2. Memenangkan Pasar	50
1.2.1. Definisi Perencanaan Strategis Yang Berorientasi Pasar.....	50
1.2.2. Perencanaan Strategis Bisnis	50
Daftar Pustaka.....	53
FORMAT SUSUNAN LAPORAN RESMI PTI 2	Error! Bookmark not defined.

MODUL 1

PENJADWALAN

1.1 PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan alat ukur yang baik bagi perencanaan agregat. Pesanan-pesanan actual pada tahap ini akan ditugaskan pertama kalinya pada sumber daya tertentu (fasilitas, pekerja, dan peralatan), kemudian dilakukan pengurutan kerja pada tiap-tiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimalitas utilisasi kapasitas yang ada. Pada penjadwalan ini permintaan akan produk-produk tertentu (jenis dan jumlah) dari MPS akan ditugaskan pada pusat-pusat pemrosesan tertentu untuk periode harian. Metode-metode penjadwalan kerja untuk tipe aliran proses produksi job shop dan batch dengan cara job datang statis, sedangkan penjadwalan dengan tipe flow shop ada pada keseimbangan lintasan. Penjadwalan job shop untuk 'n' job '1' prosesor dan 'n' job 'n' prosesor untuk kasus tanpa maupun dengan batas penyelesaian (due date), tipe produksi batch akan diwakili oleh metode runout time.

1.2 TUJUAN PENJADWALAN

Bedworth (1987) mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau pengurangi waktu tunggu sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktivitas dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian. Ketika sumber daya yang masih mengerjakan tugas lain. Teori Baker mengatakan jika aliran kerja suatu jadwal konstan maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi
3. Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi penalty cost (biaya kelambatan)

4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

Pada saat merencanakan suatu jadwal produksi yang harus dipertimbangkan adalah ketersediaan sumber daya yang dimiliki baik berupa tenaga kerja, peralatan/prosesor ataupun bahan baku. Karena sumber daya yang dimiliki dapat berubah-ubah. Terutama operator dan bahan baku, maka penjadwalan dapat kita lihat merupakan proses yang dinamis.

1.3 ISTILAH

Beberapa istilah umum yang akan digunakan dalam membahas penjadwalan produksi khususnya penjadwalan job shop

1. *Processing time* (waktu proses)

Merupakan perkiraan waktu penyelesaian suatu pekerjaan. Perkiraan waktu ini meliputi juga perkiraan waktu set up yang dibutuhkan. Symbol yang digunakan untuk waktu proses pekerjaan I adalah T_i .

2. *Due date* (batas waktu)

Merupakan waktu maksimal yang dapat diterima untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Kelebihan waktu dari waktu yang ditetapkan, merupakan suatu kelambatan. Batas waktu ini disimbolkan sebagai d_i .

3. *Lateness* (kelambatan)

Merupakan penyimpangan antara waktu penyelesaian pekerjaan dengan batas waktu. Suatu pekerjaan akan mempunyai kelambatan positif jika diselesaikan sesudah batas waktu dan kelambatan negatif jika diselesaikan sebelum batas waktu. Symbol kelambatan ini adalah L_i

4. *Tardiness* (ukuran kelambatan)

Merupakan ukuran untuk kelambatan positif jika suatu pekerjaan diselesaikan lebih cepat dari batas waktu yang ditetapkan, maka mempunyai nilai kelambatan

negatif tetapi ukuran kelambatan positif. Ukuran ini disimbolkan dengan T_i , dimana T_i adalah maksimum dari $(0, L_i)$.

5. *Slack* (kelonggaran)

Merupakan ukuran yang digunakan untuk melihat selisih waktu antara waktu proses dengan batas waktu yang sudah ditetapkan. Slack dinotasikan Sl_i , dan dihitung dengan persamaan $Sl_i = d_i - T_i$

6. *Completion time* (waktu penyelesaian)

Merupakan rentang waktu antara pekerjaan saat dimulai $t=0$ samapi dengan pekerjaan tersebut selesai. Disimbolkan dengan C_i

7. *Flow time* (waktu alir)

Merupakan rentang waktu antara saat pekerjaan tersedia (dapat dimulai) dan saat pekerjaan selesai. Waktu alir sama dengan waktu proses ditambah waktu tunggu sebelum pekerjaan diproses.

1.4 JENIS PENJADWALAN

Jenis dari penjadwalan produksi akan sangat bergantung pada hal – hal sebaai berikut :

1. Jumlah job yang akan dijadwalkan
2. Jumlah mesin yang dapat digunakan
3. Ukuran dari keberhasilan pelaksanaan penjadwalan
4. Cara job datang
5. Jenis aliran proses produksi

Jenis dari aliran proses produksi yang digunakan sangat mempengaruhi permasalahan yang akan terjadi pada saat tahap penjadwalan produksi. Karena penjadwalan digunakan untuk mengatur aliran kerja yang melalui satu system, maka factor kunci yang mendominasi strategi penjadwalan adalah jenis aliran dari desain prosesnya. Jadi, pemilihan pemjadwalan tergantung apakah tipe aliran yang digunakan merupakan proses kontinyu, flow shop (dengan produksi masal yang

fleksibel atau ketat), job shop untuk item – item dengan pesanan khusus atau proyek yang melibatkan produk / jasa yang unik.

1.5 OUTPUT SISTEM PENJADWALAN

Untuk memastikan bahwa suatu aliran kerja yang lancar akan melalui tahapan produksi, maka system penjadwalan harus membentuk aktifitas – aktifitas output sebagai berikut :

a. **Pembebanan (loading)**

Pembebanan melibatkan penyesuaian kebutuhan kapasitas untuk order – order yang diterima / diperkirakan dengan kapasitas yang tersedia. Pembebanan dilakukan dengan menugaskan order – order pada fasilitas – fasilitas, operator – operator, dan peralatan tertentu.

b. **Pengurutan (sequencing)**

Merupakan penugasan tentang order – order mana yang diprioritaskan untuk diproses dahulu bila suatu fasilitas harus memproses banyak job.

c. **Prioritas Job (dispaching)**

Merupakan prioritas kerja tentang job – job mana yang diseleksi dan diprioritaskan untuk diproses.

d. **Pengendalian Kinerja Penjadwalan**

Dilakukan dengan :

- Meninjau kembali status order – order pada saat melalui system tertentu.
- Mengatur kembali urutan – urutan.

e. **Up-dating Jadwal**

Dilakukan sebagai refleksi kondisi operasi yang terjadi dengan merevisi prioritas – prioritas.

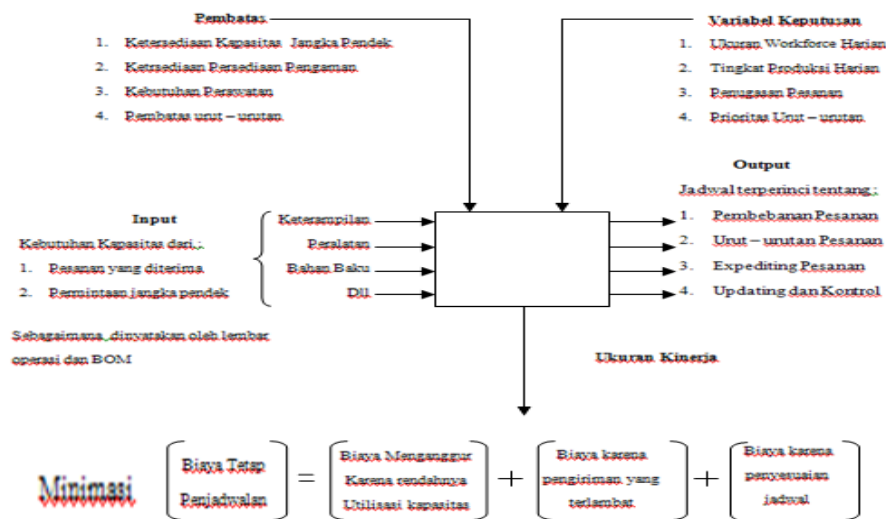
1.6 INPUT SISTEM PENJADWALAN

Pekerjaan – pekerjaan yang berupa alokasi kapasitas untuk order – order, penugasan prioritas job, dan pengendalian jadwal produksi membutuhkan informasi

yang terperinci, dimana informasi – informasi tersebut akan dinyatakan input dari system penjadwalan.

Untuk produk – produk tertentu, informasi ini bisa diperoleh dari lembar kerja operasi (berisi ketrampilan dan peralatan yang dibutuhkan, waktu standar, dll) dan BOM (berisi kebutahn – kebutuhan akan komponen, sub komponen, dan bahan pendukung). Kualitas dari keputusan – keputusan penjadwalan sangat dipengaruhi oleh ketepatan estimasi input – input di atas. Oleh karena itu, pemeliharaan catatan terbaru tentang status tenaga kerja dan peralatan yang tersedia, dan perubahan keputusan kapasitas yang diakibatkan perubahan desain produk / proses menjadi sangat penting.

Bila digambarkan, maka elemen – elemen output input, prioritas – prioritas dan ukuran kinerja dari system penjadwalan akan tampak seperti gambar di bawah ini



Gambar 1. Elemen – elemen sistem penjadwalan

1.7 PENJADWALAN BATCH

Banyak dari pabrik dengan jenis MTS memproduksi produk-produk yang berbeda pada fasilitas-fasilitas yang umum. Sebagai contoh, Pabrik minuman ringan mungkin memproduksi beberapa rasa minuman yang berbeda pada satu fasilitas atau

perusahaan sabun mungkin mengemas produknya dalam beberapa ukuran yang berbeda pada lintasan pengepakan yang sama. Pada kasus seperti ini, produk-produk tersebut umumnya diproduksi dalam ukuran batch. Keputusan-keputusan yang dihadapi oleh manajer produksi dalam system produksi batch adalah “berapa” jumlah produksi dalam setiap batchnya berikut urut-urutannya, atau perintah mengenai produk-produk mana saja yang harus dibuat secara batch.

Kuantitas dari batch (bisa ditentukan berdasarkan panjang waktu yang dibutuhkan untuk setiap production run) dan frekuensi produksi akan mempengaruhi tingkat persediaan dan biaya setup. Biaya setup terjadi setiap ada pergantian dalam pembuatan suatu produk baru. Dengan production run yang lebih panjang, maka dibutuhkan persediaan lebih banyak tetapi dengan setup yang lebih sedikit. Kuantitas batch yang optimal dapat dihitung dengan menggunakan model EPQ. Meskipun demikian, ketika beberapa produk menggunakan fasilitas umum secara bersama-sama, maka kita perlu memodifikasi ukuran batch. Modifikasi urutan batch ini dikarenakan urutan produk harus juga dipertimbangkan. Urutan produk juga akan mempengaruhi biaya, karena biaya setup akan bervariasi tergantung dari perubahan-perubahan urutan produk, misalnya

- ✓ Dalam kasus perubahan suatu lintasan pengepakan dari ukuran kecil ke medium dibandingkan dengan dari ukuran kecil ke besar.
- ✓ Dalam kasus perubahan rasa dari Cola ke rasa Lemon dibandingkan dari Cola ke Cola rendah gula.

Dalam situasi pemrosesan jenis batch, maka biasa digunakan teknik penjadwalan dengan Runout Time (R), dimana :

$$R = \frac{\text{Tingkat Per sediaan}}{\text{Kecepatan Per mintaan}}$$

Runout Time merupakan panjangnya waktu dari suatu persediaan akan tersedia untuk memenuhi permintaan. Jika Runtime dihitung untuk masing-masing produk, maka kita akan menjadwalkan produk tersebut untuk pertama kali untuk produk dengan R terkecil.

1.8 PENJADWALAN JOB SHOP

Penjadwalan pada proses produksi tipe job shop lebih sulit dibandingkan penjadwalan Flow shop. Hal ini disebabkan oleh 3 alasan :

1. Job shop menangani variasi produk yang sangat banyak, dengan pola alir yang berbeda-beda melalui pusat-pusat kerja.
2. Peralatan pada job shop digunakan secara bersama-sama oleh bermacam-macam order dalam prosesnya, sedang pada flowshop digunakan khusus hanya untuk satu jenis produk.
3. Job-job yang berbeda mungkin ditentukan oleh prioritas yang berbeda pula. Hal ini mengakibatkan order tertentu yang dipilih harus diproses seketika pada saat order tersebut ditugaskan pada suatu pusat kerja. Sedang pada flowshop tidak terjadi permasalahan seperti di atas karena keseragaman output yang diproduksi untuk persediaan. Prioritas order pada flowshop dipengaruhi terutama pada pengirimannya dibandingkan tanggal pemrosesan.

Factor-faktor tersebut diatas menghasilkan sangat banyak kemungkinan kombinasi dari pembebanan atau (loading) dan urutan-urutan (sequencing). Perhitungan dari identifikasi dan evaluasi jadwal-jadwal yang mungkin menjadi sangat sulit sehingga banyak perhatian diarahkan pada riset penjadwalan jobshop. Selain itu, persiapan suatu penjadwalan jobshop, penyesuaian dan pembaharuannya membutuhkan investasi yang besar untuk fasilitas komputer.

Pada bagian ini kita membahas masalah penjadwalan jobshop dengan memperhatikan permasalahan pada job loading dan job sequencing. Job loading memperhatikan bahwa kita harus memutuskan pada pusat-pusat kerja yang mana suatu job harus ditugaskan. Job sequencing mengartikan bahwa kita harus menentukan bagaimana urutan proses dari bermacam-macam job harus ditugaskan pada mesin-mesin tertentu atau pusat kerja tertentu.

1.8.1 JOB SHOP LOADING

Ketika order-order tiba pada suatu jobshop. Kegiatan pertama dari penjadwalan adalah menugaskan order-order tersebut pada bermacam pusat-pusat kerja untuk diproses. Permasalahan loading menjadi lebih sederhana ketika suatu job tidak dapat dipisah. Meskipun hal ini sering terjadi, biasanya suatu industry sering dalam prakteknya melakukan pemisahan job dan menugaskan pada bagian-bagian dari job tersebut kepada pusat-pusat kerja yang berbeda untuk meningkatkan utilisasi sumber daya. Untuk permasalahan yang sederhana dimana kita mengasumsikan tidak ada pemisahan job, maka shop loading dapat dibuat dengan mudah dengan menggunakan Gantt Chart dan metode penugasan.

Loading dengan Gantt Chart merupakan cara yang paling sederhana, paling tua dan paling banyak digunakan untuk bermacam-macam aktifitas penjadwalan. Meskipun sederhana dan tervisualisasikan, Gantt Chart sangat lemah dalam mengevaluasi rencana alternatif untuk loading. Penggunaan harus memakai cara trial error dalam improvisasi jadwal. Bila jumlah job meningkat, proses ini menjadi cukup sulit dan tidak layak.

Loading dengan metode penugasan merupakan cara pembebanan pekerja-pekerja untuk job-job yang tersedia dengan tujuan meminimasi total waktu kerja atau total biaya kerja. Metode Hungaria merupakan metode yang bisa dipakai untuk permasalahan ini.

Dalam situasi yang lebih kompleks, permasalahan loading dapat diformulasikan sebagai suatu bentuk problem transportasi yang telah dijelaskan pada bagian metode linier perencanaan agregat sebelumnya.

1.8.2 JOB SHOP SEQUENCING

Penjadwalan job shop melibatkan aturan-aturan prioritas sequencing. Aturan-aturan prioritas sequencing diaplikasikan untuk suatu job yang sedang menunggu dalam antrian. Bila pusat kerja telah lowong untuk satu job baru, maka job dengan prioritas terdahulu akan diproses.

Pemilihan prioritas sequencing tersebut mempertimbangkan efisiensi penggunaan fasilitas dengan criteria antara lain biaya setup, biaya persediaan WIP, waktu menganggur stasiun kerja, persentase waktu menganggur, rata-rata jumlah job yang menunggu, dsb.

Beberapa aturan-aturan prioritas sequencing yang umum adalah antara lain :

1. *First – COME – First – SERVED (FCFS)*

Job yang datang diproses sesuai dengan job mana yang datang terlebih dahulu.

2. *EARLIEST DUE DATE (EDD)*

Prioritas antara diberikan kepada job-job yang mempunyai tanggal yanggal waktu penyerahan (Due Date) paling awal.

3. *SHORTEST PROCESSING TIME (SPT)*

Job dengan waktu proses pendek akan diproses lebih dahulu, demikian berlanjut untuk job yang waktu prosesnya terpendek nomor 2. Aturan SPT ini tidak memperdulikan Due Date maupun kedatangan order baru.

Beberapa kasus yang akan dibahas pada bagian penjadwalan job shop ini adalah jobshop dengan pola kedatangan statis. Beberapa buku mendefinisikan ob shop dengan pola kedatangan statis sebagai suatu penjadwalan job shop dengan urutan proses sama, atau disebut juga Flow Shop Scheduling. Penjadwalan ini akan melibatkan permasalahan job loading dan job sequencing untuk kasus tanpa ataupun dengan due date sebagai berikut :

- a. Penjadwalan “n” job pada “satu” prosesor.
- b. Penjadwalan “n” job pada “m” prosesor, baik untuk penjadwalan parallel maupun penjadwala seri.

Adapun criteria utama yang digunakan untuk mengevaluasi penjadwalan job shop ini adalah Makespan, Flow Time dan Tradiness.

1.8.3 PENJADWALAN “n” JOB PADA “SATU” PROSESOR

Masalah mendasar dari suatu penjadwalan adalah bila suatu rangkaian pekerjaan tiba dan siap untuk dikerjakan tetapi hanya tersedia satu prosesor. Sebagai

contoh, jika ada 4 buah pekerjaan A, B, C, dan D yang saling independen / pekerjaan tidak tergantung satu dengan yang lainnya, maka akan ada 4! cara penjadwalan (ABCD, ACDB, AD BC, ACBD, dan dst) atau 24 cara penjadwalan yang mungkin dilakukan. Sedangkan kita harus memutuskan aliran pekerjaan seperti apa yang akan kita terapkan. Pekerjaan mana yang akan dimulai lebih dahulu, dan pekerjaan apa selanjutnya. Untuk menyelesaikan masalah ini, ada beberapa pendekatan yang dapat kita lakukan.

1.8.3.1 KASUS TANPA DUE DATE

1. Penjadwalan Dengan Aturan SPT (Shortest Processing Time) untuk meminimalkan rata-rata waktu alir.

Penjadwalan digunakan untuk mencari nilai minimal rata-rata waktu alir pada satu prosesor karena waktu proses masing-masing pekerjaan tergantung dari urutan proses. Jika proses 1, 2, 3, ...n dilakukan dengan berurutan, maka untuk masing-masing waktu proses :

$$t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_n$$

waktu alir rata-rata dihitung dengan persamaan :

$$F_s = \frac{1}{2}(F_1 + F_2) = \frac{1}{2}(t_1 + t_1 + t_2)$$

Dimana : $F_1 = t_1$

$$F_2 = t_1 + t_2$$

Penjadwalan dengan pendekatan SPT mulai dengan mengurutkan waktu proses pekerjaan dari yang terkecil ke yang terbesar, karena yang proses waktunya cepat sudah dikerjakan terlebih dahulu, sehingga akan diperoleh jumlah pekerjaan terlambat yang minimal.

2. Penjadwalan Dengan Aturan WSPT (Weight shortest Processing Time) untuk meminimalkan rata-rata keterlambatan pada satu prosesor.

Penjadwalan WSPT digunakan karena mungkin saja terjadi masing-masing pekerjaan mempunyai arti penting yang berbeda, sehingga digunakan pembobotan pada masing-masing pekerjaan untuk membantu pekerjaan.

Langkah penjadwalan dengan pendekatan WSPT :

1. Beri bobot pada masing-masing pekerjaan (W)
2. Hitung nilai t_1 / w_1
3. Urutkan pekerjaan berdasarkan nilai no.2 mulai dari yang terkecil ke nilai yang terbesar
4. Hitung waktu alir rata-rata pembobotan.

1.8.3.2 KASUS DENGAN DUE DATE

1. Penjadwalan Dengan Aturan Spt

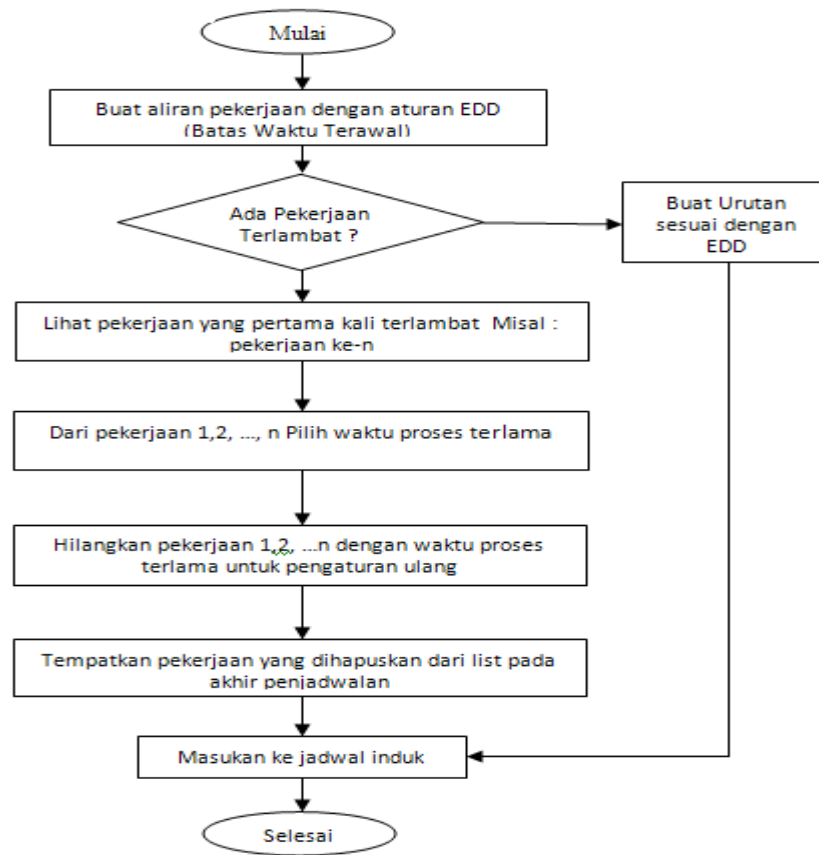
Untuk meminimalkan rata-rata kelambatan pada satu prosesor

Langkah :

1. Urutkan pekerjaan berdasarkan waktu proses terkecil
2. Hitung waktu penyelesaian pekerjaan tersebut (Completion time), yaitu total proses sebelum pekerjaan + waktu proses pekerjaan itu sendiri
3. Hitung kelambatan masing-masing pekerjaan
4. Hitung rata-rata kelambatan.

2. Penjadwalan Dengan Aturan Edd (Earlist Due Date) Untuk Meminimalkan Kelembatan Terbesar Pada Satu Prosesor

Jika pinalti masing-masing pekerjaan sama besarnya dan pekerjaan tidak tergantung pekerjaan lainnya, maka penjadwalan yang kita lakukan adalah untuk meminimalkan jumlah pekerjaan yang terlambat, yang berarti juga meminimumkan biaya pinalti. Aturan Hodgson membantu untuk mencari jumlah minimal pekerjaan yang terlambat pada operasi dengan satu prosesor. Algoritma Dari Diagram Hodgson digambarkan sbagai berikut



Gambar 2 ALGORITMA HODGSON

1.8.4 PENJADWALAN “n” JOB PADA “m” PROSESOR

Ada dua jenis penjadwalan yang dapat digunakan pada n – job dan m – prosesor, yang digunakan sesuai kebutuhannya, yaitu :

1. Penjadwalan Paralel

Digunakan jika n – buah pekerjaan dapat dioproseskan bersamaan pada m – buah prosesor.

2. Penjadwalan Seri

Digunakan jika n – buah pekerjaan harus dapat melalui m – buah prosesor secara berurutan.

1.8.4.1 PENJADWALAN PARALEL

1. Penjadwalan Untuk Meminimalkan Rata-Rata Waktu Alir Pada “M” Prosesor Paralel

Langkah penjadwalannya :

- Buat aliran pekerjaan dengan SPT
- Terapkan hasil SPT pada masing-masing prosesor, dengan berurutan

2. Penjadwalan Untuk Mengurangi Total Waktu Penyelesaian (Dengan Hasil Terbaik Penjadwalan Berdasarkan Rata-Rata Waktu Alir Pada M Prosesor)

Langkah Pengerjaan :

- Urutkan n pekerjaan berdasarkan LPT (Least Processing Time) – waktu proses terpanjang
- Buat penjadwalan sesuai hasil LPT, berurutan pada masing-masing mesin
- Sesudah selesai dijadwalkan, bentuk penjadwalan akhir pada masing-masing prosesor dengan aturan SPT.

3. Penjadwalan Dengan Aturan Edd Untuk Mengurangi Maksimum Kelambatan Pada “M” Paralel Prosesor

Langkah :

- Urutkan pekerjaan berdasarkan EDD – batas waktu terawal
- Terapkan hasil EDD pada masing – masing prosesor secara berurutan.

4. Penjadwalan Untuk Meminimalkan Jumlah Pekerjaan Yang Terlambat

Langkah yang harus dilakukan :

- Jadwalkan pekerjaan berdasarkan EDD, terapkan pada masing-masing prosesor secara berurutan
- Pada masing-masing prosesor, revisi pekerjaan mulai dari aliran terawal, sampai dengan pekerjaan yang terlambat ditemukan
- Lihat prosesor / dan masing-masing waktu proses pekerjaan. Pindahkan pekerjaan / pada prosesor / tersebut pada urutan yang lebih awal pada prosesor yang sama, sudah pekerjaan dengan waktu proses terlama.

1.8.4.2 PENJADWALAN SERI

1. Penjadwalan Dengan Aturan Johnson Untuk Meminimalkan Makespan Pada 2 Prosesor Seri

Langkah yang harus dilakukan :

1. Untuk semua pekerjaan, temukan nilai minimum $t_{i,1}$ dan $t_{i,2}$
2. Jika waktu proses minimum pada proses 1, tempatkan pekerjaan tersebut pada jadwal mulai awal proses. Jika pada proses minimum pada proses 2, tempatkan pekerjaan tersebut pada jadwal mulai dari akhir pekerjaan, karena pekerjaan2 dikerjakan sesudah pekerjaan 1 selesai. Jika nilai yang sama ada pada sejumlah pekerjaan pada prosesor yang sama, urutkan berdasarkan waktu penyelesaiannya.
3. Hilangkan pekerjaan yang sudah terjadwal, dan kerjakan sisanya.

2. Penjadwalan Dengan Minimal Total Waktu Penyelesaian (Makespan) Pada "M" Prosesor Seri

1. Mulai $K = 1$
2. Iterasi ke- K hitung $t_{i^*, 1}$ dan $t_{i^*, 2}$
3. Tentukan nilai minimum hitung $t_{i^*, 1}$ dan $t_{i^*, 2}$
4. Apakah nilai minimum pada prosesor i ?
5. Jadwalkan pekerjaan mulai awal proses, urutkan dimulai dari waktu penyelesaian terpanjang
6. Hilangkan pekerjaan yang sudah terjadwal dari daftar
7. Lakukan iterasi berikut $k = m + 1$

$$t_{i, 1}^* = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} \dots\dots\dots t_{i,k} = \sum t_{i,k}$$

$$t_{i, 2}^* = t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} \dots\dots\dots t_{i,m-k+1} = \sum t_{i,m-k+1}$$

MODUL 2

KESELAMATAN KERJA DAN PERMESINAN KONVENSIONAL

2.1. Tujuan Praktikum

Dengan melaksanakan praktikum ini diharapkan :

1. Mahasiswa mengetahui beberapa macam – macam alat ukur dan potong dan fungsi dari alat tersebut.
2. Mahasiswa dapat melakukan pengukuran dan pemotongan pada benda kerja dengan benar.
3. Dapat Menentukan dan menggunakan alat keselamatan kerja pelindung tubuh sewaktu bekerja dengan mesin frais .
4. Siswa dapat mengoperasikan mesin frais sesuai dengan prosedur dan keselamatan kerja.
5. Siswa dapat melaksanakan prosedur keselamatan kerja yang benar pada mesin frais.
6. Mahasiswa mampu mengoperasikan mesin bubut.
7. Mahasiswa dapat menghitung waktu pemotongan serta daya yang diperlukan untuk melakukan operasi pembubutan.
8. Mahasiswa megenal dan mengetahui bagian-bagian dan fungsi dari mesin Frais.
9. Mahasiswa mampu mengoperasikan mesin bor/frais/milling machine.
10. Mahasiswa dapat menghitung waktu pemotongan serta daya yang diperlukan dalam operasi pengefraisan.
11. Mahasiswa dapat melakukan poses-proses pengelasan, baik las karbit maupun las listrik (*Arc Welding*).
12. Mahasiswa dapat menghitung besaran-besaran pada pengelasan listrik.

2.2. Penguasaan Prosedur Penerapan Keselamatan Kerja

Prosedur penerapan K3 perlu dikuasai oleh semua pihak karena ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan, antara lain:

- a . Bahaya pada area kerja dikenali dan dilakukan tindakan pengontrolan yang tepat.

- b . Kebijakan yang sah pada tempat kerja dan prosedur pengontrolan resiko diikuti.
- c . Tanda bahaya dan peringatan dipatuhi.
- d . Pakaian pengaman digunakan sesuai dengan SI (*Standard Intenational*).
- e . Teknik dan pengangkatan/pemindahan secara manual dilakukan dengan tepat.
- f . Perlengkapan dipilih sebelum melakukan pembersihan dan perawatan secara rutin.
- g . Metode yang aman dan benar digunakan untuk pembersihan dan pemeliharaan perlengkapan.
- h . Peralatan dan area kerja dibersihkan/dipelihara sesuai dengan keamanan, jadwal pemeliharaan berkala, tempat penerapan, dan spesifikasi pabrik.

Simbol/lambang keselamatan dilukiskan dengan gambar- gambar yang mudah dipahami, antara lain :

- a. Gunakan kaca mata

Kacamata harus dikenakan pada saat membubut, mengelas, dan pekerjaan lain yang memerlukan perlindungan mata.



Gambar 2. Tanda harus mengenakan kacamata

- b. Kenakan/gunakan penutup telinga

Penutup telinga harus dikenakan pada saat mengerjakan sesuatu yang berdampak pada suara bising, seperti menggerinda, menempa, dan sejenisnya.



Gambar 3. Tanda harus mengenakan penutup telinga

- c. Kenakan/gunakan sarung tangan

Kenakan sarung tangan agar tangan terlindung dari zat kimia berbahaya, atau berdampak pada kulit manusia.

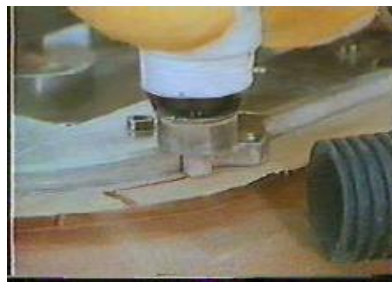


Gambar 4. Tanda harus mengenakan sarung tangan

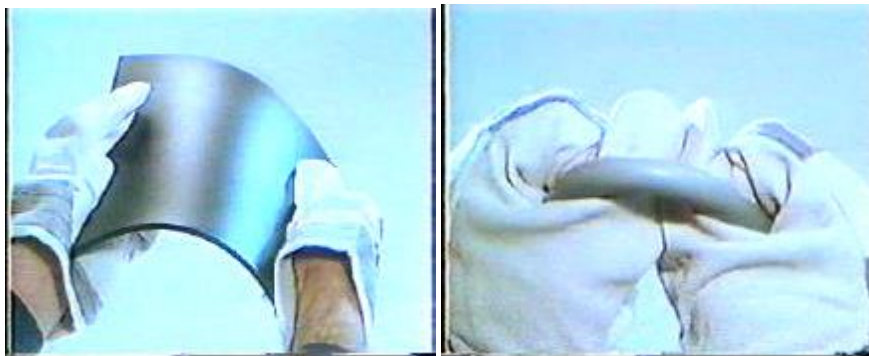
Selain tanda di atas, masih banyak tanda keselamatan kerja yang lain seperti: dilarang merokok, gunakan sepatu, gunakan masker. Di bawah ini merupakan contoh pekerja yang sudah menggunakan alat keselamatan kerja yang benar.



Gambar 5. Pekerja menggunakan kacamata dan masker



Gambar 6. Mengisap serbuk fiber menggunakan vacuum



Gambar 7. Menekuk plat/selang fiber menggunakan sarung tangan

2.2.1.Menerapkan Prosedur K3 Secara Tepat Dan Benar

Penerapan K3 harus sesuai dengan prosedur yang benar, sebagai contoh kegiatan penerapan pemadaman kebakaran dan prosedur kerja dilakukan berdasarkan SOP (*Standard Operation Procedures*), peraturan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan), dan prosedur/ kebijakan perusahaan, yang meliputi:

- a. Prosedur perlindungan mesin diikuti pada saat tanda bahaya muncul.
- b. Prosedur peringatan/evakuasi diikuti di tempat kerja.
- c. Prosedur gawat darurat diikuti secara profesional dengan tepat untuk melindungi mesin pada saat keadaan tanda bahaya muncul.

Pelayanan darurat yang profesional dan tepat untuk memanggil pertolongan dengan segera dilakukan oleh orang yang berwenang untuk melakukan hal tersebut Kebijakan/prosedur keamanan dijalankan berdasarkan pelatihan perusahaan dan undang-undang yang berlaku. Seluruh keamanan yang berhubungan dengan kejadian dicatat/dilaporkan pada formulir yang sesuai. Seluruh staf disarankan menggunakan prosedur keamanan perusahaan dan metode yang tepat dalam penerapannya Seluruh kegiatan penerapan pemadaman kebakaran dan prosedur kerja dilakukan berdasarkan SOP (*Standard Operation Procedures*), peraturan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan), dan prosedur/kebijakan perusahaan.

Tindakan pengamanan terhadap limbah, padat, cair, gas, dan kebisingan di tempat kerja dikenali dan dilakukan dengan tepat. Seluruh kegiatan pengendalian dan pengamanan limbah dan polusi di tempat kerja dilakukan berdasarkan SOP (*Standard Operation Procedures*), peraturan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan), dan prosedur/kebijakan perusahaan.**w Perusahaan pada**

Perusahaan menuntut tersedianya dan terpeliharanya sejauh yang dapat dilakukan untuk para pegawai suatu lingkungan kerja yang aman tanpa resiko terhadap kesehatannya. Kewajiban khusus, sebagai contoh, tata tertib untuk ditaati dengan kewajiban umumnya, termasuk:

- Penyediaan dan perawatan pabrik dan sistem kerja (seperti; langkah kerja rutin dan frekuensi kerja)
- Pengaturan sistem keamanan kerja dalam hubungan dengan tanaman dan zat kimia (seperti; toksik kimia, debu dan serat)
- Penyediaan lingkungan kerja yang aman (seperti; pengendalian tingkat suara dan getaran)
- Penyediaan fasilitas kesejahteraan yang memadai (seperti; lokasi kebersihan diri, tempat menyimpan barang, tempat makan/kantin)
- Penyediaan tempat yang memadai untuk informasi bahaya yang sesuai instruksi, latihan dan pengamatan para pegawai, yang dapat memberikan rasa kamanan kerja.

Para pengusaha memberikan upah yang sama untuk pekerja lepas dan para pegawainya yang bekerja ditempat kerja. Upah tersebut dapat diperpanjang untuk urusan lebih yang telah ditentukan oleh perusahaan. Ini meliputi contoh, pekerja sampingna yang besar yang terdapat pada seluruh perusahaan dan beberapa kontraktor lepas yang menyelenggarakan jenis pekerjaan yan berbeda. Selanjutnya, perusahaan diminta untuk melaksanakan semampunya untuk Memonitor kesehatan pegawainya (seperti; pemeriksaan tingkahlaku, audiometri). Simpan informasi dan rekaman tiap pegawai untuk pemeriksaan kesehatan dan keselamatannya (sebagai contoh; hasil test, catatan luka yang pernah diderita, kondisi sakit yang pernah diderita dan kecelakaan yang pernah dialami). Perusahaan atau pengguna dapat menggantikan person dengan kualifikasi yang sesuai dengan saran yang diberikan sehubungan dengan keselamatan dan kesehatan para pegawainya. (sebagai contoh, pada pabrik yang besar ini berarti membutuhkan seorang perawat kesehatan kerja, seorang petugas keselamatan atau kebersihan dengan waktu penuh. Pada pabrik yang kecil dapat mencari seorang spesialis yang disarankan pada saat yang diperlukan); Personil yang telah dipilih dengan tepat pada tingkat senioritas akan menjadi wakil anggota diperusahaan saat muncul permasalahan keselamatan dan kesehatan kerja Atau saat anggota keselamatan dan kesehatan kerja menyimpang dari undang-undang yang berlaku. Memonitor keadaan disetiap tempat kerja dibawah pengendalian dan pengaturan perusahaan (seperti;

pemeriksaan tingkat suara, pemeriksaan tingkat pencahayaan hingga bahan kimia berbahaya), dan Menyediakan informasi untuk para pegawainya, termasuk didalamnya pemakaian bahasa yang cocok, dengan sikap menghargai pada keselamatan dan kesehatan ditempat kerja, termasuk nama personil yang dibutuhkan pegawai untuk membuat penyelidikan atau pengaduan yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja. **abilitas**

Rehabilitasi ditujukan saat pemulihan, sedekat mungkin dengan tempat yang mungkin terjadinya luka terhadap kerja baik untuk secara psikis, psikologis, sosial, kejuruan, dan kondisi ekonomi yang dialami sebelum luka maupun selama menderita. Semua fasilitas rehabilitasi dan assosisasi disediakan dana termasuk untuk tindakan rehabilitasi seperti, konseling psikoterapi, bimbingan bidang jurusan, pelatihan relaksasi, biro perjalanan, akomodasi, dan biaya kehadiran, pelatihan rehabilitasi peningkatan kecakapan kerja atau pelatihan untuk sesuatu yang lain seperti karir, tempat kerja, kendaraan dan modifikasi rumah, service peralatan rumah tangga, petugas servis yang dipanggil. Aturan kewenangan adalah untuk memberi fasilitas yang semestinya sesuai dengan ketentuan yang ada dan yang cepat untuk merehabilitasi pekerja yang terluka.

2.2.2. Tindakan Keselamatan Kerja Pada Mesin Frais

a. Mengidentifikasi bahaya dan resiko pada mesin frais beserta cara mengatasinya.

Mesin frais adalah mesin perkakas dengan gerak utama berputar (pisau berputar) pada sumbu yang tetap, dan benda kerja bergerak melintasi cutter. Bahaya-bahaya yang sering terjadi antara lain :

a. Mata terkena chip (tatal).

Untuk menghindari mata kemasukan chip maka setiap melakukan pekerjaan harus memakai kaca mata. Apalagi kerja dengan mesin frais, dimana pisau berputar pada poros yang tetap sedangkan benda kerja hanya bergerak melintasi pisau. Oleh karena itu biar mata aman dari chip yang berterbangan maka harus memakai kaca mata sesuai dengan keselamatan kerja.

b. Tangan terkena cutter pisau frais.

Untuk menghindari tangan anda terkena pisau frais, maka jika ingin mengambil bagian, melihat, dan membersihkan tatal yang dekat dengan pisau maka lebih baik putaran poros dimatikan.

c. Tangan terkena chip.

Biasanya bahaya seperti ini terjadi pada waktu kita membersihkan tatal sesuai kerja pada mesin frais. Karena kita tau bahwa mesin frais cutternya lebih dari 1 mata potong, maka serpihan chipnya pasti bentuknya pendekpendek dan tajam. Untuk mengatasi resiko ini maka gunakanlah kuas untuk membersihkan.

2.2.2.1. Mengidentifikasi dan menggunakan alat keselamatan kerja pada mesin frais.

a . Keselamatan Operator

Untuk menjamin keselamatan operator, operator harus menggunakan peralatan keselamatan kerja seperti :

Pakaian Kerja

Pakaian kerja yang dipakai operator harus mempunyai syarat-syarat sebagai berikut :

- Tidak mengganggu pergerakan tubuh operator
- Tidak terasa panas waktu dipakai.

Karena di negara kita beriklim tropis maka disarankan untuk pakaian kerja terbuat dari bahan Cotton.



Gambar 8. Pakain untuk pengoperasian mesin frais

Sepatu kerja

Sepatu harus benar-benar dapat memberikan perlindungan terhadap kaki kita. Berdasarkan standart yang telah ditentukan, sepatu kerja terbuat dari bahan kulit, sedangkan alas terbuat dari karet yang elastis tetapi tidak mudah rusak karena berinteraksi dengan minyak pelumas (oli). Untuk bagian ujung sepatu masih dilapisi dengan pelat besi yang digunakan untuk melindungi kaki jika terjatuh oleh benda-benda yang berat.



Gambar 9. Safety shoes

Kaca Mata

Kaca mata digunakan untuk melindungi mata dari chip-chip yang berterbangan pada saat kerja di mesin frais. Oleh karena itu kaca mata yang dipakai oleh operator harus memenuhi syarat-syarat berikut :

- Mampu menutup seluruh bagian-bagian mata dari kemungkinan terkena chip.
- Tidak mengganggu penglihatan operator dan
- Memiliki lubang sebagai sirkulasi udara kemata.



Gambar 10. Contoh kacamata pelindung

b . Memilih alat keselamatan kerja yang benar pada waktu kerja dengan mesin frais.

Untuk menjaga keselamatan kita pada waktu bekerja dengan mesin frais maka kita harus benar-benar dapat memilih alat keselamatan kerja tersebut. Alat keselamatan kerja yang kita pakai harus benar-benar mampu melindungi kita dari semua bahaya yang terjadi walaupun itu tidak dapat berjalan 100 %. Cara memilih alat keselamatan kerja harus sesuai dengan syarat utama yang harus dimiliki oleh tiap-tiap alat tersebut, Antara lain :

1. Pakaian kerja
 - Tidak merasa panas jika dipakai.
 - Tidak mengganggu gerakan tubuh.
2. Sepatu kerja
 - Tidak licin waktu dipakai
 - Mampu melindungi kaki dari chip yang jatuh dan benda-benda yang lain.
 - Alas kaki tidak mudah rusak karena berinteraksi dengan minyak pelumas.
3. Kaca mata
 - Tidak menggu penglihatan jika dipakai.
 - Mempunyai lubang sirkulasi udara.

2.3. PENGUKURAN DAN PEMOTONGAN

2.3.1. Pengukuran

Kerja bangku merupakan suatu kerja yang dilakukan apabila tidak dapat dilakukan oleh alat-alat permesinan dan ditunjukan bukan untuk proses yang menghasilkan produk dalam jumlah besar. Kerja bangku sangat ditentukan oleh seseorang yang melakukan proses pengerjaan kerja bangku, disamping alat-alat perkakas yang dipergunakan seperti kikir, gergaji, pahat, ragum, snei, tap, dan lain-lain. Karena kerja bangku meliputi; mengukur, memotong logam, meratakan bidang datar (mengikir), membuat sudut, membuat ulir dan sebagainya

Yang dimaksud peralatan ukur di dalam bengkel adalah pengukur yang dilakukan dengan tangan, dimana alat tersebut biasanya memiliki skala ukur dari tingkat “tidak begitu teliti” sampai skala yang “sangat teliti (presisi)” dengan tingkat

ketelitian sampai 0,01 mm dan ada juga peralatan ukur yang tidak disertai skala pengukuran seperti misalnya : jangka sorong, plat ukur dan lain sebagainya.

1. Mistar baja

Mistar baja adalah alat ukur yang terbuat dari bahan baja tahan karat dimana permukaannya dan bagian sisinya adalah rata dan lurus serta diatas terdapat guratan – guratan ukuran (skala ukuran millimeter). Mistar baja yang sering dipakai di ruang kerja bengkel ialah yang berukuran:

- Panjang 15 cm, lebar 25,4 mm dan tebal 1,2 mm
- Panjang 30 cm, lebar 25,4 mm dan tebal 1,2 mm

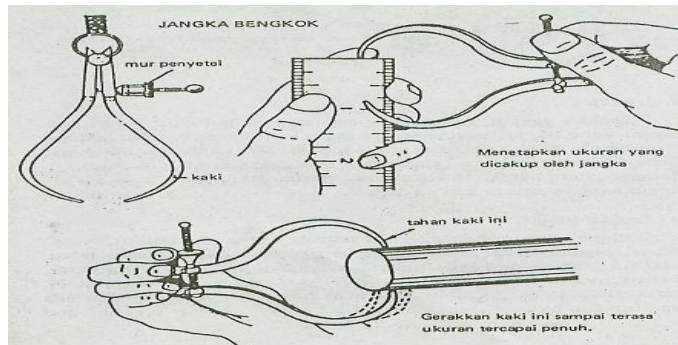


Gambar 11. Mistar baja

2. Jangka

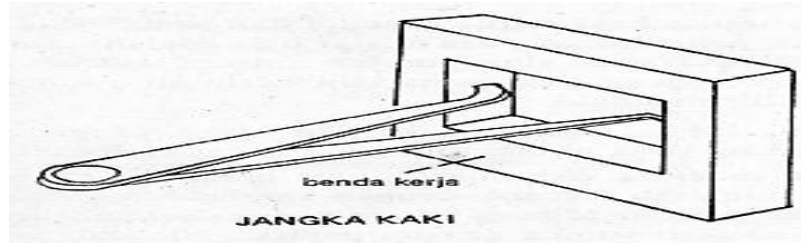
jangka merupakan alat yang terdiri dari dua plat logam yang dapat bergeser pada salah satu ujungnya suatu engsel. Macam – macam jangka ;

- Jangka bingkok, kegunaan jangka ini untuk mengukur tebal, lebar, panjang dan garis tengahbenda yang bulat secara kasar. Jangka ini juga disebut dengan jangka luar. Ketelitian ukur dengan jangka luar tergantung pada sentuhan dan perasaan jari-jari dalam menyatel kaki jangka.



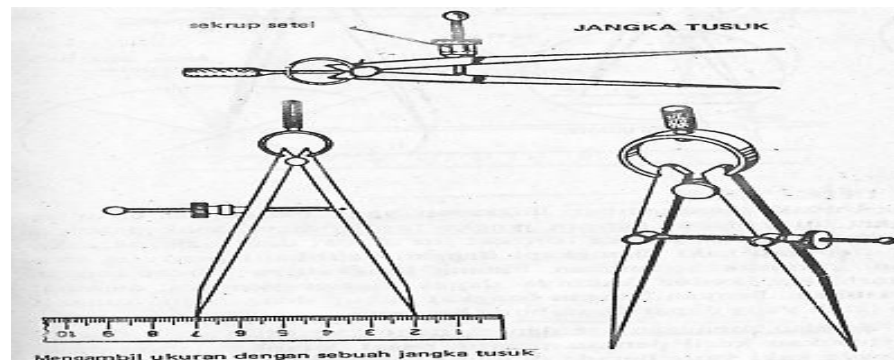
Gambar 12. Jangka bingkok

- Jangka kaki, berguna untuk mengukur bagian dalam suatu benda kerja. Jangka ini juga disebut dengan jangka dalam.



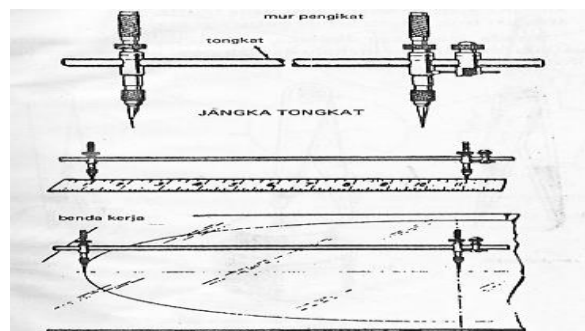
Gambar 13. Jangka kaki

- Jangka tusuk, berguna untuk membuat garis busur, lingkaran, mengukur suatu jarak, membagi jarak sama panjang, dan melukis sudut.



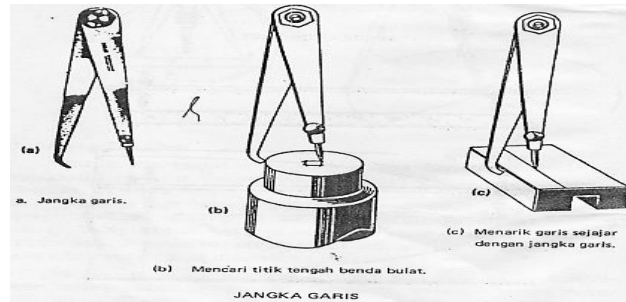
Gambar 14. Jangka tusuk

- Jangka tongkat, untuk menggambar jari-jari dengan ukuran besar yang tidak bisa memakai jangka tusuk.



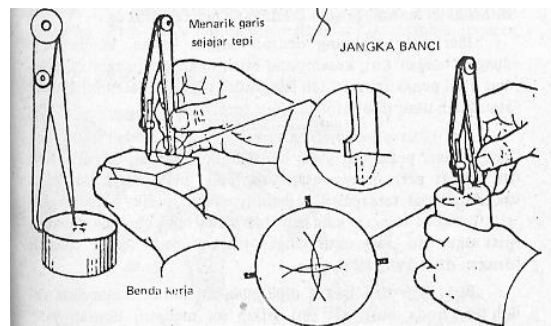
Gambar 15. Jangka tongkat

- Jangka garis.jangka ini berguna untuk menarik garis / beberapa garis yang sejajar, mncari titik tengah benda bulat / segi empat.



Gambar 16. Jangka garis

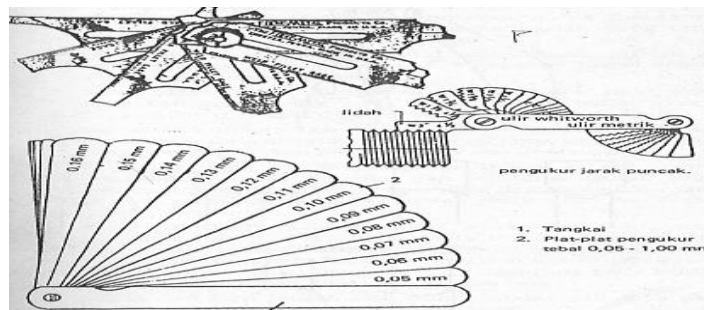
- Jangka banci berguna untuk mencari pusat suatu silinder.



Gambar 17. Jangka banci

3. Plat ukur

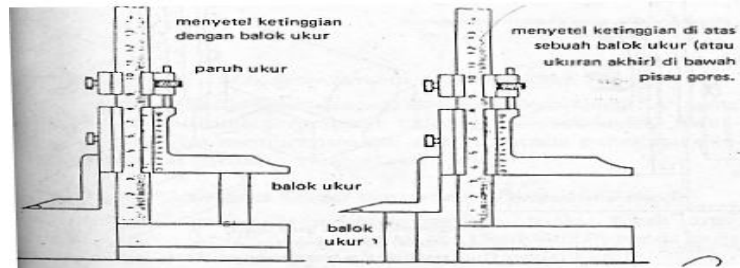
Plat ujur atau disebut juga lidah ukur ialah sejumlah bilah yang mempunyai tebal tertentu misalnya 0,0015 sampai 0,025 yang berguna untuk mengukur celah antara dua permukaan yang sempit.



Gambar 18. Plat ukur

4. Pengukur tinggi

Pengukur tinggi berguna untuk mengukur tinggi suatu benda kerja (ukuran panjang).



Gambar 19. Pengukur tinggi

5. Pengukur kedalaman

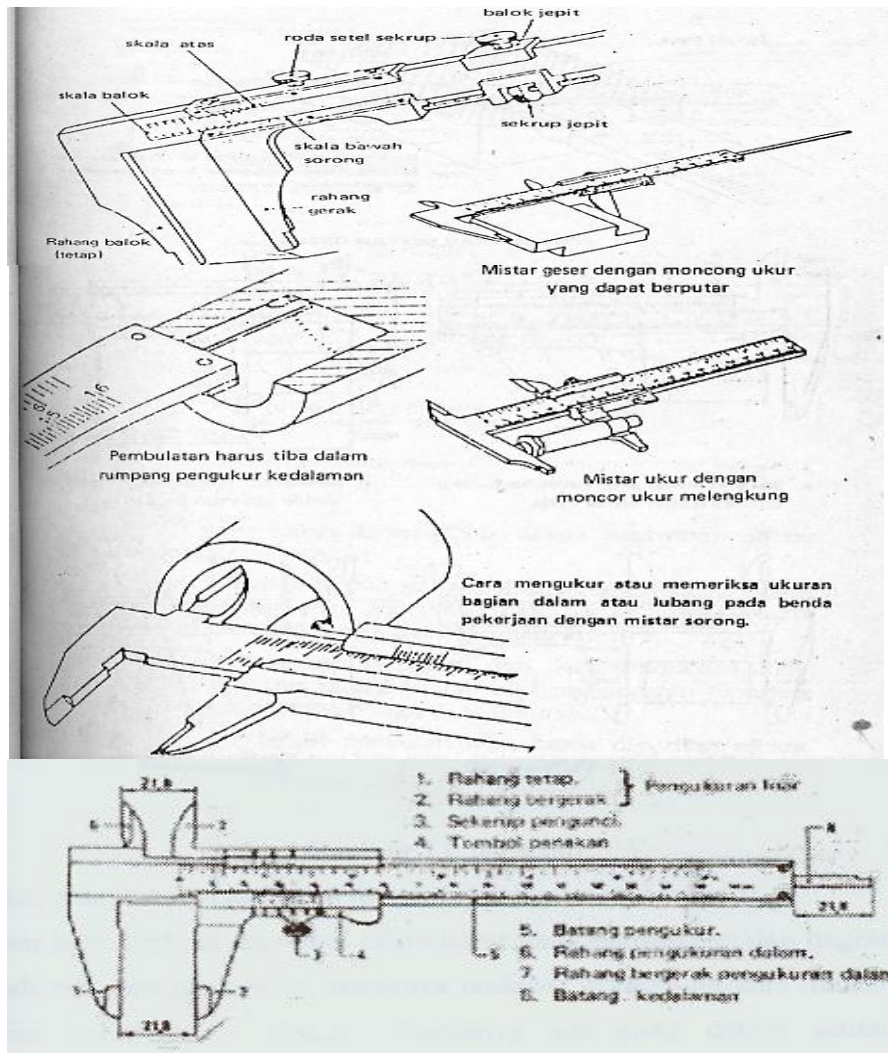
Pengukur kedalaman berfungsi untuk mengukur kedalaman suatu benda kerja.

6. Pengukur sudut

Pengukur sudut fungsi dari alat ini adalah; memeriksa / mengukur sudut, menarik garis atau beberapa garis yang sejajar, memeriksa rata dan tidaknya suatu permukaan benda kerja.

7. Jangka sorong

Jangka sorong atau mistar sorong mempunyai fungsi utama yaitu; mengukur luar / diameter luar maupun dalam serta mengukur kedalam suatu benda kerja.



Gambar 20. Jangka sorong dan bagian-bagiannya

8. Mikrometer

Mikrometer adalah alat ukur yang sangat teliti, dipergunakan pada pengerjaan – pengerjaan yang memerlukan ketelitian dan ketepatan, misalnya pada pekerjaan mesin bubut, mesin frais dan lain – lainnya.

Mikrometer ada dua yaitu :

a. Mikrometer Luar

Prinsip pengukur dari suatu mikrometer luar adalah perubahan jarak poros pengukur bergerak yang diperbesar melalui perputaran sudut dan radius dari ulir poros.

b. Mikrometer Dalam

Untuk pengukuran dalam dan pengukuran jarak digunakan micrometer dalam, kedua baut pengukur instrument ini memiliki bidang ukur yang cembung, ketepatan pembacaan 0.01 mm, cara pembacaan seperti pada mikrometer luar.

Mikrometer dibuat untuk macam – macam daerah pengukuran, misalnya daerah pengukuran 30 mm – 40 mm , 40mm – 50 mm, 60 mm – 75 mm, 75 mm – 100 mm, 100 mm – 125 mm, dan selanjutnya dengan tahapan 25 mm. Untuk mencapai daerah pengukuran yang lebar, mikrometer dalam dilengkapi dengan perpanjangan yang dapat dipasangkan untuk memperbesar daerah pengukurannya.

9. Dial Indikator

Dial indicator adalah alat yang sangat teliti untuk mengukur atau memeriksa permukaan suatu benda kerja (kesejajaran, kerataan, kebundaran, kehalusan, lurus atau tirus dan lainnya) alat ini bias mengukur dengan ketelitian 0,0005”; bentuknya seperti jam maka disebut jam ukur, mempunyai jarum penunjuk, angka-angka dan garis ukuran.

10. Kaliber (Pengepas)

Kaliber disebut juga penera batas, atau caliber sengkang. Caliber adalah pengukur yang dibuat atau distel pada suatu ukuran tetap, dengan perkakas ini terdapat kemungkinan untuk meneliti ukuran tertentu secara sederhana. Caliber dapat dibedakan dengan dua yaitu Kaliber teap dan caliber yang dapat distel.

Pengukuran dilakukan untuk menunjukkan perbandingan langsung dari benda yang diukur dengan beberapa skala asli. Untuk pengukuran dengan ketelitian rendah, biasa digunakan penggaris besi. Biasanya dipilih bahan besi yang keras, tipis dan mudah lentur. Kelenturan berguna untuk mengukur pada permukaan yang lengkung.

Ketelitian ukuran merupakan bagian ukuran terkecil yang bisa dibaca langsung pada alat ukur tersebut. Panjang dari benda yang diukur ditempatkan berlawanan dengan skala yang mudah dibaca dengan menempatkan pinggir-pinggir benda yang diukur pada garis-garis bagian skala. Ketelitian pengukuran dapat diperoleh dimana pengukuran dilakukan dengan menggunakan jangka sorong dan micrometer.

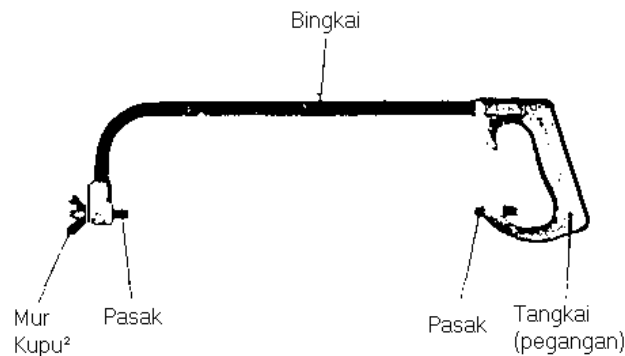
Jangka sorong adalah salah satu alat ukur yang sering dipakai, dapat digunakan untuk mengukur ukuran-ukuran luar, dalam dan kedalaman dalam mm atau inchi. Jangka sorong umumnya terdiri dari batang pengukur dari baja anti karat yang dikeraskan mempunyai rahang ukur tetap pada sakah satu ujungnya dan bagian yang bergerak yang mempunyai rahang ukur dan skala nonius.

2.3.2. Pemotongan/Gergaji

Pemikiran biasa dari pemotongan adalah membelah suatu benda dengan pisau tipis. Dalam pemotongan logam prosesnya berbeda, dimana pemotongan lebih menyerupai pengguntingan. Peralatan yang biasa digunakan untuk proses pemotongan antara lain baji dan gergaji besi/ logam.

Gergaji digunakan untuk memotong dan mengurangi tebal dari benda kerja yang nantinya akan dikerjakan lagi.

Contoh bagian-bagian dari alat potong manual yakni gergaji besi terdiri dari :



Gambar 21. Gergaji

1. Bingkai

Bingkai biasanya dibuat daari pipa baja yang kuat dan kaku agar hasil pemotongan dapat lurus dan kuat. Biangkai yang dapat diatur dibuat dari pipa oval baja dan dapat digunakan untuk daun gergaji dengan bermacam-macam ukuran.

2. Tangkai

Tangkai gergaji biasanya dibuat dari logam yang lunak dan harus memiliki pegangan yang baik.

3. Pasak

Daun gergaji dipasang pada kedua pasak yang terdapat pada bingkainya.

4. Mur Kupu-kupu

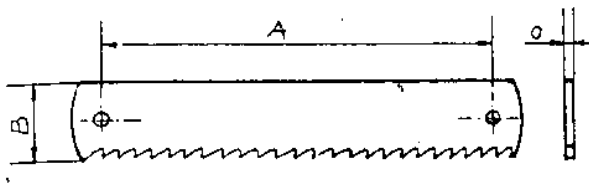
Mur kupu-kupu digunakan untuk mengencangkan daun gergaji pada bingkai.

Bentuk dan ukuran daun gergaji :

Daun gergaji termasuk salah satu jenis alat potong yang dapat terbuat dari karbon atau baja kecepatan tinggi (High Speed Steel/HSS) dengan pengerasan pada mata (gigi) saja yang dikeraskan atau seluruh daun gergajinya. Daun gergaji dari bahan yang keras mempunyai sudut buang 0° sedangkan bahan yang lunak sudut buang sekitar $5^\circ - 20^\circ$.

Bagian dalam dari mata gergaji dilengkapi dengan radius untuk melingkarnya chips.

Ukuran yang penting pada daun gergaji :

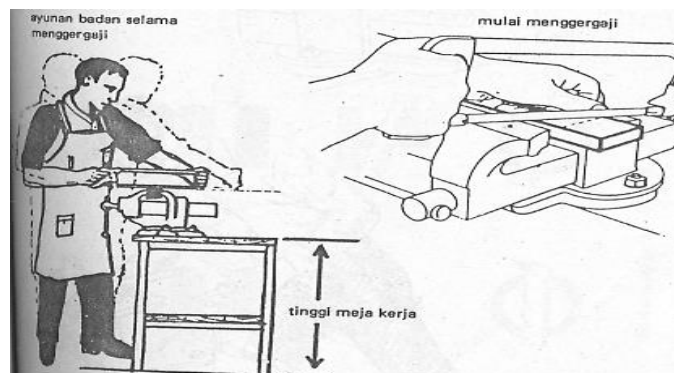


Gambar 22. Ukuran gergaji

A = jarak antara kedua lubang yang dipegang oleh pasak.

B = Lebar daun gergaji

C = Tebal daun gergaji



Gambar 23. Posisi menggergaji yang benar

Dalam persiapan penggergajian, daun gergaji harus ditegangkan di bingkainya dengan gigi-gigi gergaji mengarah ke arah pemotongan, dan harus kuat menahan tekanan akibat penggergajian, jika tidak pemotongan akan menyimpang.

Pada saat melakukan penggergajian, bingkai gergaji dipegang dengan mantap dan kuat. Pada permulaan penggergajian posisi badan berdiri tegak dan selanjutnya dicondongkan ke depan selama gerakan pemotongan. Kaki kanan tetpa lurus selama pemotongan berlangsung dan lutut kiri dibengkokkan ke dalam. Pandangan mata selalu ditujukan pada benda kerja.

Bentuk gigi gergaji yang digunakan dalam pemotongan logam;

- Gigi lurus, digunakan untuk pemotongan benda kerja yang tipis.
- Gigi silang, dipakai untuk memotong benda kerja yang tebal.

Banyak gigi gergaji;

- 14 gigi / 25mm, digunakan untuk memotong benda kerja yang tipis.
- 18 gigi / 25 mm, digunakan untuk memotong alumunium, baja perkakas, besi tuang, dan baja HSS.
- 24 gigi / 25 mm, untuk memotong pipa, timah, perunggu, tembaga dan besi profil.
- 32 gigi / 25 mm, untuk memotong pipa tipis, besi plat tipis, dan logam tipis lainnya.

Kecepatan kerja :

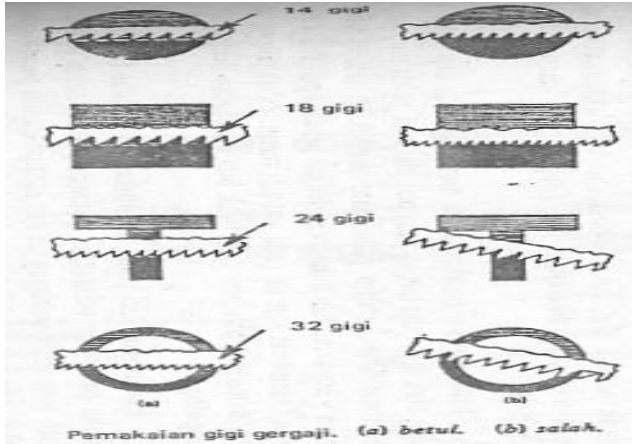
- 50 - 60 strok/menit untuk bahan yang keras/baja
- 70 – 90 strok/menit untuk bahan yang lunak.

Sebelum memulai pemotongan, buat alur dengan kikir segitiga pada garis yang akan digergaji. Letakkan gergaji pada alur tersebut dan dimiringkan ke muka kira-kira 10°. Tekanan yang tidak cukup pada permulaan pemotongan akan menyebabkan gigi-gigi gergaji menggosok benda kerja dan tumpul.

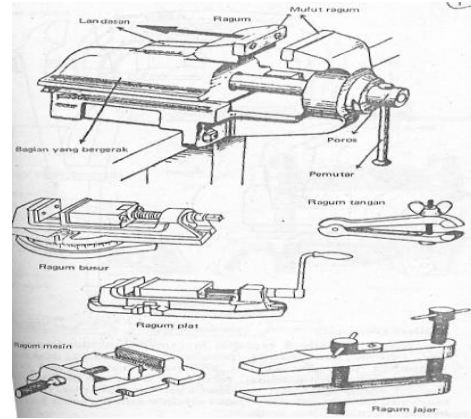
Cara tepat dalam menggergaji agar gigi gergaji tidak mudah tumpul:

- Pada awal pemotongan paling sedikit ada 2 atau 3 gigi yang mengenai / menempel pada permukaan yang akan digergaji.
- Menggergaji sisi yang tajam akan menyebabkan patahnya gigi-gigi gergaji.
- Benda kerja yang tipis harus dipotong pada sisi mendatar, tidak dimiringkan.

Posisi gigi gergaji dalam memotong:



Gambar 24. Pemakaian gigi gergaji



Gambar 25. Ragum

2.4. PENGELASAN

Fungsi proses pengelasan adalah untuk menyambung dua atau beberapa bagian bahan yang terbuat dari logam.

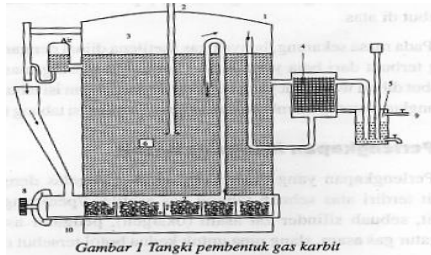
2.4.1. Macam – macam Las :

1. Las Karbit

Menyambung dua bagian logam dengan proses pemanasan yang didapat dari pembakaran suatu gas yaitu gas asam dan gas asetilina (karbit).

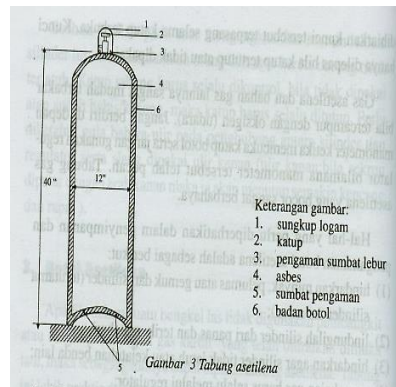
Sebelum proses pengelasan, kita harus mempersiapkan peralatan dan segala sesuatu untuk mendapatkan suatu pekerjaan yang sebaik – baiknya. Adapun peralatan yang ada pada proses pengelasan karbit yang perlu kita ketahui.

- a. Tangki pembentuk gas karbit, sesuai dengan namanya alat ini berguna untuk pembentukan gas asetilin yang nantinya digunakan dalam pengelasan karbit. Dalam proses pembentukan gas asetilin ini dicampur dengan air didalam sebuah ruang sehingga akan terbentuk gelembung-gelembung gas karbit atau gas asetilin.



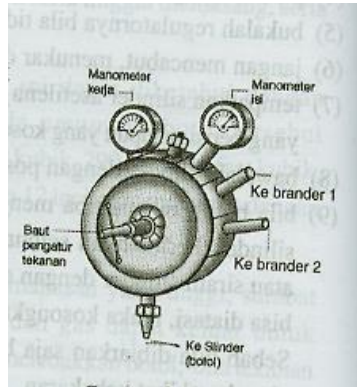
Gambar 26. Tangki pembentuk gas karbit

- b. Tabung gas asam , tabung gas asam ini berisi gas asam atau oksigen yang dipadatkan sampai bertekanan 150 kg/cm². biasa warna dari tabung umumnya hijau, biru, atau abu-abu serta ukuran pada umumnya 1.295 mm dengan diameter tengah 228 mm.
- c. Botol Asetilin , botol ini pengganti adanya tangki pembentuk ga asetilin. Tabung ini lebih praktis dan tinggal membeli serta tinggal memasang , serta tidak memakan banyak tempat



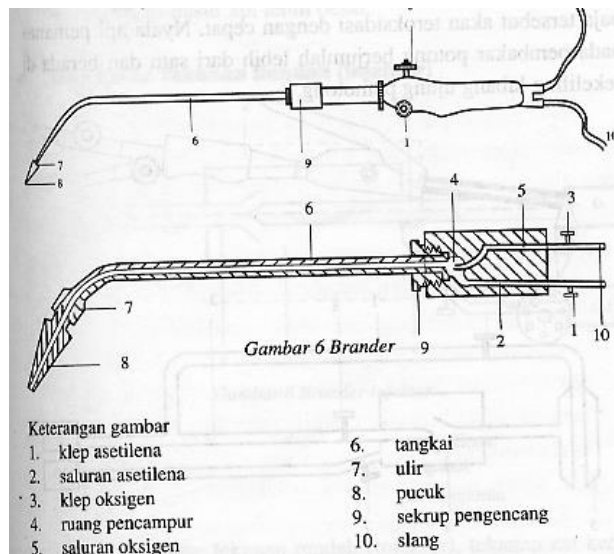
Gambar 27. Tabung asetilin

- d. Regulator, regulator ini merupakan alat untuk menurunkan dan mengatur tekanan isi menjadi tekanan kerja yang besarnya sesuai dengan yang diinginkan untuk proses pengelasan. Pada alat ini terdapat dua macam manometer pengatur tekanan gas, yaitu manometer tekanan isi dan manometer tekanan kerja.



Gambar 28. Regulator

- e. Pembakar, pembakar yang lebih sering dikenal dengan nama brander ini mempunyai fungsi untuk mencampur asetilin dan zat asam serta mencampur pengeluaran gas campur tersebut kemulut pembakar. Macam – macam pembakar ini adalah:



Gambar 6 Brander

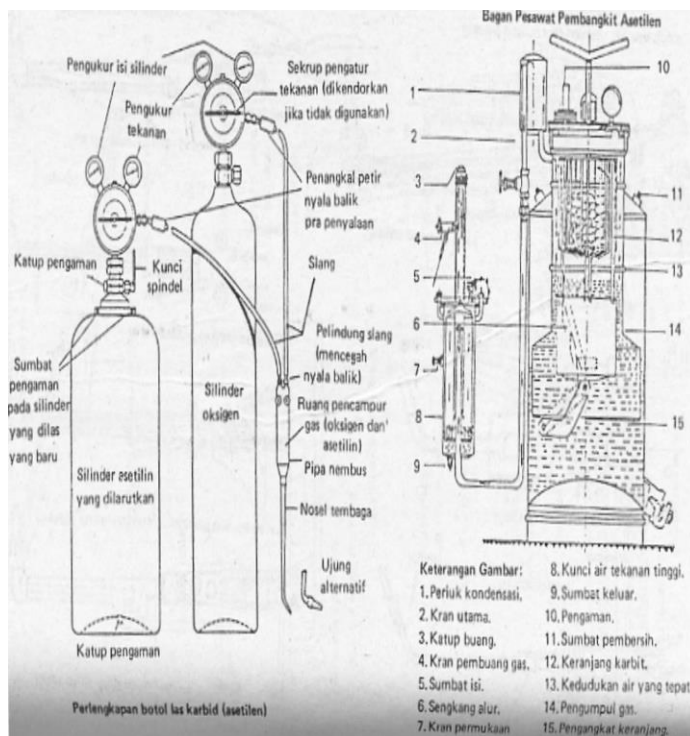
Keterangan gambar
 1. klep asetilena
 2. saluran asetilena
 3. klep oksigen
 4. ruang pencampur
 5. saluran oksigen

6. tangkai
 7. ulir
 8. pucuk
 9. sekrup pengencang
 10. slang

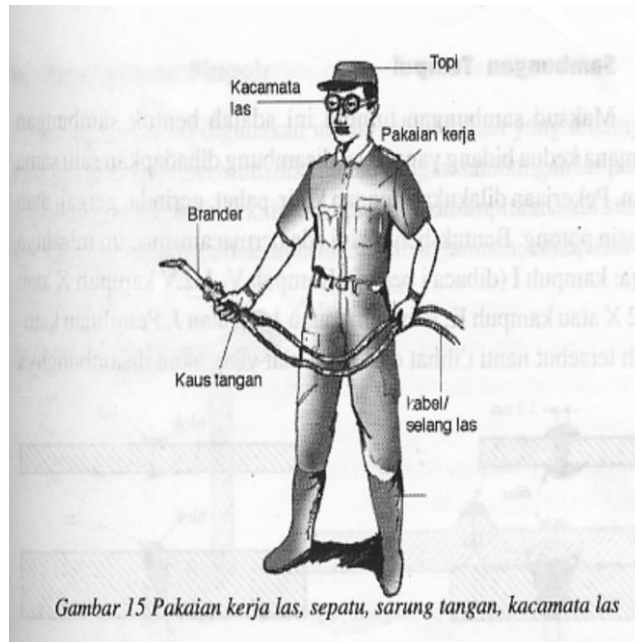
Gambar 29. Brander

- Pembakar potong: yang berfungsi untuk memanaskan bahan dasar yang akan dipotong (biasanya besi atau baja) sampai temperature zat asam , dan untuk meomotong besi atau baja yang telah dipanaskan dengan menggunakan rekasi kimia.
- Pembakar tekanan rendah (injector)
- Pembakar tekanan rata (pembakar mixer).

- f. Slang las, slang ini untuk menghubungkan silinder botol pada kedua gas tersebut kebrander. Slang ini terbuat dari karet dengan tiga atau empat lapis dan biasanya diberi warna merah yang dihubungkan pada tabung asetilin dan warna biru atau hitam pada gas asam.
- g. Bahan Pengisi, bahan pengisi biasanya berupa kawat yang dibuat dari logam yang disesuaikan dengan bahan yang akan dilas, umumnya dipakai baja lunak, besi tuang, baja tahan karat, alumunium, kuningan,dan perunggu.
- h. Korek Api Las, korek ini berfungsi untuk menyalakan brander. Korek api ini khusus dalam proses pengelasan saja. Akan sangat bahaya apabia korek api yang dipakai menggunakan korek api yang biasa, yang sering digunakan dala kehidupan sehari-hari.
- i. Kaca mata las
- j. Pakaian kerja, sepatu las, sarung tangan.



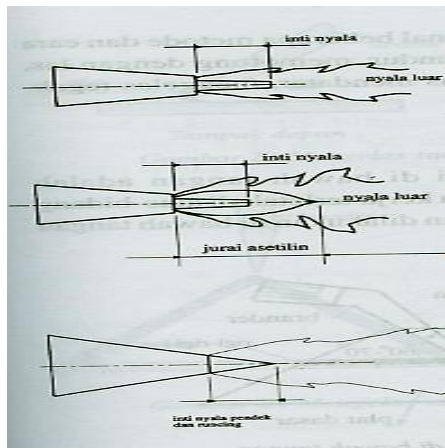
Gambar 30. Peralatan las karbit



Gambar 15 Pakaian kerja las, sepatu, sarung tangan, kacamata las

Gambar 31. Pakaian kerja las, sepatum sarung, kaca mata

Macam – macam nyala api :



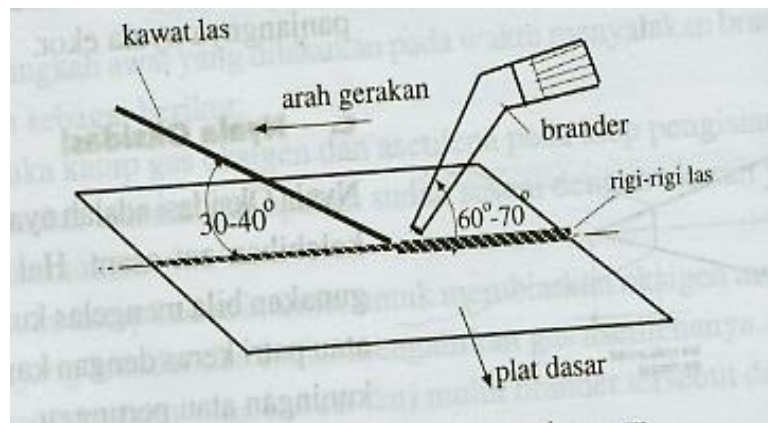
Gambar 32. Macam-macam nyala api

Nyala api netral Nyala api netral nyala api ini digunakan unuk las baja, baja tahan karat, tembaga, alumunium.

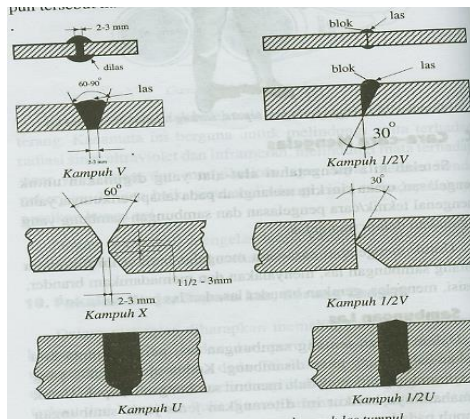
Nyala Api Karburasi, nyala api kelebihan asetilin ini digunakan untuk proses pelapisan keras permukaan dan patri keras.

Nyala Oksidasi, Nyala yang kelebihan zat asam dipergunakan untuk mengelas kuningan atau patri keras dengan kawat las kuningan atau perunggu.

Posisi pengelasan:



Gambar 33. Posisi pengelasan



Gambar 34. Sambungan tumpul pada pengelasan karbit

2. Las Listrik

Salah satu cara untuk melakukan hal tersebut adalah dengan menggunakan Las Listrik (*Arc Welding*) yang merupakan suatu proses untuk menggabungkan dua buah logam sejenis maupun tidak dengan mencairkan (memanaskan) logam tersebut, diatas atau di bawah titik leburnya disertai dengan atau tanpa tekanan. Hal ini disebut juga sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan gaya tarik menarik antar atom.

Bagian-bagian Utama Las Listrik :

1. Current Regulator

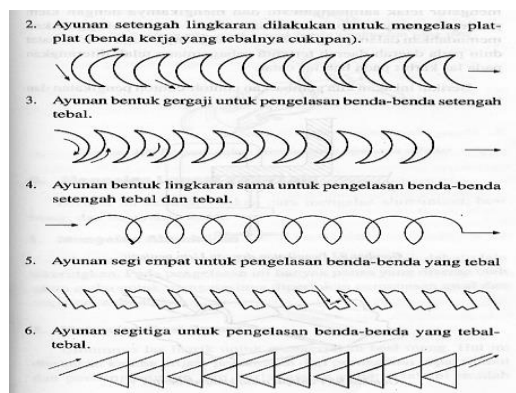
Adalah alat untuk menurunkan tegangan listrik dan juga menaikkan arus. Alat ini juga berfungsi untuk membuat nyala las lebih stabil agar pengelasan dapat berjalan lebih baik.

2. Tang Las

Tang ini berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dari trafo untuk memulai proses pengelasan. Tang Las dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- Tang Massa, berfungsi sebagai penjepit massa yang disentuhkan pada benda kerja sehingga dapat terjadi loncatan bunga api listrik.
- Tang Elektroda, berfungsi sebagai pemegang/penjepit elektroda pada saat proses pengelasan berlangsung.

Ayunan elektroda, dalam proses pengelasan listrik untuk memperoleh hasil yang baik tentunya dalam melakukan pengelasan khususnya ayunan elektroda harus memperhatikan beberapa langkah dibawah ini;



Gambar 35. Ayunan elektroda

Perhitungan Operasi pada Las Listrik :

1. Daya Listrik (P)

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi \text{ (watt)}$$

V : Tegangan output transformator (Volt)

I : Arus listrik (ampere)

Cos φ : *Power Factor*

2. Kekuatan las

$$P = h \cdot I \cdot d_1 \text{ (kg)}$$

P : Beban (kg)

h : Tebal las (mm)

I : Kuat arus (ampere)

d_1 : Tegangan yang diijinkan (kg/mm)

3. Panas yang ditimbulkan

$$H = V \cdot I \cdot t \text{ (joule)}$$

$$Q = 0,24 W \text{ (kilo kalori)}$$

H : Panas dalam satuan jarak tertentu (joule)

V : Tegangan listrik (Volt)

I : Kuat arus (ampere)

t : Waktu (deetik)

Q : Panas yang ditimbulkan

W : Energi listrik (kilo joule)

4. Energi Listrik

$$W = P . t \text{ (kilo joule)}$$

P : Daya listrik (watt)

t : Waktu pengelasan (detik)

5. Kekuatan Las (R)

$$R = h . L . F \text{ (kilo kalori)}$$

h : Tebal pengelasan (mm)

L : Panjang pengelasan (m)

F : Tegangan yang diperlukan

MODUL 3

FINISHING

6.1. Pendahuluan

Sebelum kita menggunakan kayu sebagai bahan bangunan, perabot, maupun souvenir maka kita harus mengetahui sifat-sifat kayu terlebih dahulu baik sifat anatomi kayu, sifat fisik, sifat mekanik maupun sifat kimianya. Kayu yang satu dengan kayu lainnya memiliki sifat yang berbeda-beda sesuai dengan jenis pohonnya, bahkan kayu yang berasal dari satu pohon pun kadang-kadang memiliki sifat yang berbeda pula, misalnya antara ujung kayu dan pangkalnya. Hal ini penting karena sifat kayu ini akan berpengaruh terhadap proses pengejaannya maupun kualitas produk yang akan dihasilkan.

Pada tahapan proses produksi ini pemilihan dan pemakaian peralatan yang ada amat mempengaruhi waktu proses produksi maupun hasil akhir dari produk tersebut. Oleh karena itu pengetahuan dan kemampuan mahasiswa dalam memakai peralatan produksi yang ada sangat penting.

6.2. Tujuan Praktikum

1. Agar praktikan mengerti dan memahami sifat- sifat jenis kayu dan besi.
2. Praktikan mampu memilih bahan kayu yang sesuai untuk perabot tertentu.
3. Agar para praktikan mengerti dan memahami jenis dan fungsi dari peralatan perkayuan yang ada.
4. Praktikan mampu membuat suatu produk khususnya perabot kayu dengan peralatan yang ada.

6.3 Peralatan Dan Bahan

A. Peralatan

Peralatan yang dipakai adalah peralatan perkayuan yang dimiliki oleh laboratorium :

macam-macam alat gergaji
macam-macam palu
kikir

macam-macam bor
mesin planar
macam-macam siku

tatah	pensil tukang
penggaris	obeng, tang, catut
water level	klem, tanggem
mesin profil	sepet/ spray cat

Serta peralatan lainnya yang mendukung.

B. Bahan

Bahan yang dipakai dalam Praktikum Teknologi Perkayuan disesuaikan dengan dengan hasil dari pembahasan modul sebelumnya (PTI I), dengan pembatasan bahwa bahan tersebut mudah didapatkan di pasaran.

6.4 Pengecatan Besi

Bagi anda semua yang punya hobi mengecat besi, atau akan bergelut dibidang pengecatan besi, perkenankan omen untuk berbagi tip dengan anda. Terkadang pengecatan yang sudah kita lakukan tidak bertahan lama, hal ini mungkin terjadi apabila proses pengecatan tidak dilakukan dengan benar, nah disini kami berikan sedikit tips apa saja yang sebaiknya dilakukan dalam pengecatan

1. Bersihkan permukaan yang akan dicat dari kotoran dan debu.
2. Untuk logam gunakan Zinc Chromate atau Meni Besi agar cat tampak mengkilat dengan sempurna dan lebih tahan terhadap karat.
3. Tunggu sampai kering sempurna baru pengecatan bisa dimulai.
4. Amplas permukaan samapi halus dan rata.
5. Encerkan cat dengan thinner secukupnya, kemudian cat dapat langsung dipakai.
6. Gunakan Thinner Nitro sebagai pengencer untuk mencapai hasil yang maksimum.
7. Pengenceran dengan 10-20% thinner akan membuat pengecatan cepat selesai karena menghasilkan permukaan yang tebal, tetapi kasar.
8. Pengenceran dengan 30-50% thinner akan menghasilkan permukaan yang halus dan rata namun pengecatan harus diulang paling sedikit tiga kali.
9. Jika Menggunakan Spray
 - o Encerkan cat dengan thinner sampai 50% pengenceran
 - o Untuk hasil kilap gunakan Thinner Super atau Thinner A Special

MODUL 4

MANAJEMEN PEMASARAN

1.1. Definisi pemasaran

- **Pemasaran** adalah suatu proses social yang di dalamnya individu dan kelompok mendapatkan apa yang mereka butuhkan dan inginkan dengan menciptakan, menawarkan, dan secara bebas mempertukarkan produk yang bernilai dengan pihak lain.
- **(Manajemen) Pemasaran** adalah proses perencanaan dan pelaksanaan pemikiran, penetapan harga, promosi, serta penyaluran gagasan, barang dan jasa untuk menciptakan pertukaran yang memenuhi sasaran-sasaran individu dan organisasi.

1.1.1. Konsep Pemasaran Inti

a. Pasar Sasaran dan Segmentasi

b. Pemasar dan Prospek

Seorang Pemasar adalah seseorang yang mencari tanggapan dari pihak lain yang disebut *prospek*. Jika dua pihak tersebut saling berusaha untuk menjual sesuatu untuk orang lain, kita menyebut keduanya pemasar (marketer).

c. Kebutuhan, Keinginan, dan Permintaan

d. Produk dan Tawaran

e. Nilai dan Kepuasan

Kita mendefinisikan nilai sebagai resiko antara apa yang didapat dan apa yang diberikan pelanggan. Pelanggan mendapatkan manfaat dan mengeluarkan biaya. Dengan demikian, nilai dirumuskan :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Manfaat}}{\text{Biaya}} = \frac{\text{Manfaat fungsional} + \text{manfaat emosional}}{\text{Biaya Moneter} + \text{Biaya Waktu} + \text{Biaya Energi} + \text{Biaya Fisik}}$$

- f. Pertukaran dan Transaksi
- g. Hubungan dan Jaringan Kerja
- h. Saluran Pemasaran
- i. Rantai Pasokan
- j. Persaingan

Empat level persainan berdasarkan tingkat kemampuan produk untuk menggantikan :

- a. Persaingan Merek
- b. Persaingan Industri
- c. Persaingan Bentuk
- d. Persaingan generik
- k. Lingkungan Pemasaran
- l. Bauran Pemasaran (marketing mix)

Bauran Pemasaran adalah seperangkat alat pemasran yang digunakan perusahaan untuk terus-menerus mencapai tujuan pemasarannya di pasar sasaran.

1.1.2. Konsep Produksi

Konsep produksi menegaskan bahwa konsumen akan lebih menyukai produk yang tersedia secara luas dan murah.

1.1.3. Konsep produk

Konsep produk menegaskan bahwa konsumen akan menyukai produk-produk yang menawarkan cirri paling bermutu, berkinerja, atau inovatif.

1.1.4. Konsep Penjualan

Konsep penjualan berkeyakinan bahwa para konsumen dan perusahaan bisnis, jika dibiarkan, tidak akan secara teratur membeli cukup banyak produk-produk yang ditawarkan oleh organisasi tertentu.

1.1.5. Konsep Pemasaran

Konsep pemasaran menegaskan bahwa kunci untuk mencapai tujuan organisasional yang ditetapkan adalah perusahaan tersebut harus menjadi lebih efektif dibandingkan para pesaing dalam menciptakan, menyerahkan, dan mengkomunikasikan nilai pelanggan kepada pasar sasaran yang terpilih.

1.1.6. Konsep Pemasaran Masyarakat

Konsep pemasaran Masyarakat menegaskan bahwa tugas organisasi adalah menentukan kebutuhan, keinginan dan minat dari pasar sasaran dan memberikan kepuasan yang diinginkan secara lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan tetap memelihara atau meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan konsumen.

1.2. Memenangkan Pasar

1.2.1. Definisi Perencanaan Strategis Yang Berorientasi Pasar

Perencanaan strategis yang berorientasi pasar adalah proses manajerial untuk mengembangkan dan menjaga agar tujuan, keahlian, dan sumberdaya organisasi sesuai dengan peluang pasar yang terus berubah. Tujuan perencanaan strategis adalah untuk membentuk serta menyempurnakan usaha bisnis dan produk perusahaan sehingga memenuhi target laba dan pertumbuhan.

1.2.2. Perencanaan Strategis Bisnis

Perencanaan Strategis unit bisnis terdiri dari 8 langkah :

1. Misi Bisnis
2. Analisa SWOT

- ✓ Analisa lingkungan eksternal
 - ❖ **Peluang Pemasaran** adalah suatu daerah kebutuhan pembeli dimana perusahaan dapat beroperasi secara menguntungkan.
 - ❖ **Ancaman Lingkungan** adalah tantangan akibat kecenderungan atau perkembangan yang kurang menguntungkan, yang akan mengurangi penjualan dan laba jika tidak dilakukan tindakan pemasaran defensive.
- ✓ Analisa lingkungan internal

Setiap unit bisnis harus mengevaluasi kekuatan dan kelemahan secara periodik. Hal itu dapat dilakukan dengan menggunakan formulir yang serupa dengan memo pemasaran. Manajemen atau konsultan dari luar mengkaji kemampuan pemasaran, keuangan, produksi, dan organisasi unit bisnis, dan setiap factor dinilai untuk mengetahui apakah factor tersebut merupakan kekuatan utama, kekuatan kecil, factor netral, kelemahan kecil, atau kelemahan utama.

3. Perumusan Sasaran

Setelah perusahaan membuat analisis SWOT, kemudian mengembangkan sasaran spesifik untuk suatu periode perencanaan. Tahap proses perencanaan strategis itu dinamakan perumusan sasaran. Manajer menggunakan istilah sasaran untuk mendeskripsikan tujuan-tujuan yang spesifik dalam besaran dan waktu. Mengubah tujuan-tujuan menjadi sasaran-sasaran yang terukur memudahkan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian manajemen.

4. Perumusan Strategi

Sasaran menunjukkan apa yang ingin dicapai oleh suatu unit bisnis. Strategi adalah suatu rencana permainan untuk mencapainya. Setiap bisnis harus merancang strategi untuk mencapai tujuannya, yang terdiri dari strategi pemasaran dan strategi teknologi serta strategi penetapan sumber yang cocok. Walaupun banyak macam strategi yang tersedia.

5. Aliansi Strategi

Banyak Aliansi strategi mengambil bentuk aliansi pemasaran yang terbagi ke dalam 4 kategori :

- ✓ Aliansi Produk dan Jasa
- ✓ Aliansi Promosi
- ✓ Aliansi logistik
- ✓ Kolaborasi Harga

6. Merumuskan Program

Setelah unit bisnis mengembangkan strategi utamanya, unit bisnns tersebut harus mengembangkan program pendukung yang terinci. Jadi, kalau unit bisnis memutuskan untuk unggul dalam teknologi, unit bisnis harus merencanakan program untuk memperkuat departemen litbangnya, mengumpulkan intelegen teknologi, mengembangkan produk mutakhir, melatih para staf penjual teknis, membuat iklan untuk mengkomunikasikan keunggulan teknologinya.

7. Pelaksanaan

Strategi yang jelas dan program pendukung yang matang mungkin tidak akan bermanfaat jika perusahaan gagal untuk melaksanakan dengan cermat.

8. Umpan Balik dan Pengendalian

Selam perusahaan melaksanakan strateginya, perusahaan perlu memantau hasilnya dan memantau perkembangan bari di lingkungan internal dan eksternalnya. Perusahaan harus yakin akan satu hal, lingkungan akan berubah. Dan jika itu terjadi, perusahaan harus meninjau ulang dan revisi kegiatan pelaksanaan, program, strategi, atau bahkan tujuannya.

Daftar Pustaka

- Complite Do It Yourself Manual*. (1977). The Reader's Digest.
- Kotler, P. (2002). *Manajemen Pemasaran*. Jakarta: Prenhallindo.
- Loka karya Hiperkes*. 1978.
- Nasution, A. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta.
- Pinero, J. (1979). *Human Dimensions And Interior Space*. Guptill Publications.
- Schwartz, M. (1984). *Composite Material Handbook*. Mc Graw Hill Book Company.
- Singleton. (1972). *Introduction To Ergonomics*. World Health Organization.
- Suma'mur. (1982). *Ergonomi untuk Produktifitas Kerja*.
- Supribadi, K. (1987). *Ilmu Bangunan Gedung*. Bandung: Arnico.
- Wilkening, F. (1989). *Tata Ruang*. Yogyakarta.
- Yuswanto. (2000). *Finishing Kayu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ulrich, Karl dan Eppinger, Steven. D, " Product Design and Development", McGraw-Hill International Edition, 1995.
- Farmer, Leonard.E, "Concurrent Product and Process Design, Unit 6 : Product Planning Using The QFD Process – Part2", Agustus 1996.
- Soeharto, Iman,"Manajemen Proyek : Dari konsoptual sampai Operasional". Erlangga, 1996.
- kolarik, William. J, "Creating Quality", McGraw-Hill International Edition, 1995.
- Modul praktikum "Perancangan Produk" Laboratorium Sistem Produksi – UII, 1999.
- Bp. Ir. Hari purnomo, MT, Diktat kuliah "Perancangan Tata Letak Pabrik".