MODUL

PRAKTIKUM MANUFAKTUR TERINTEGRASI

I

Tim Penyusun:

Amalia, S.T., M.T.
Ratih Setyaningrum, M.T.
Dwi Nurul Izzhati, M.MT
Jazuli, S.T., M.Eng.
Hasan Mastrisiswadi, S.T., M.Sc.
Pramudi Arsiwi, S.T., M.Sc.
Tita Talitha, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO
2018

DAFTAR ISI

Modul 1 Spesifikasi Produk 1

Modul 2 Perancangan Proses 49

Modul 3 Evaluasi Ergonomi dalam Perancangan Area Kerja 61

Modul 4 Analisis Metode Kerja 87

Modul 5 Standardisasi Sistem Kerja 98

Modul 6 Peramalan 118

Modul 7 Keseimbangan Lintasan 134

PROSEDUR STANDAR OPERASIONAL
PRAKTIKUM MANUFAKTUR TERINTEGRASI I
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2017/2018

1. KETENTUAN

Ketentuan Umum:

1. Praktikan adalah mahasiswa/i Teknik Industri Universitas Dian Nuswantoro yang sedang mengambil matakuliah PMT-1 dan belum pernah mengikuti praktikum PMT-1
2. Praktikan wajib mengikuti seluruh rangkaian kegiatan praktikum, mulai dari *briefing* praktikum, *pre-test*, praktikum, pembuatan laporan, asistensi, dan presentasi
3. Praktikan wajib mengikuti seluruh modul praktikum dan lulus pre-test sebelum diperbolehkan mengikuti praktikum
4. Praktikan yang tidak dapat mengikuti praktikum sesuai dengan jadwalnya diwajibkan menghubungi asisten yang bersangkutan maksimal satu hari sebelum praktikum dan apabila dimungkinkan akan ada perubahan jadwal praktikum
5. Praktikan wajib memiliki modul PMT-1

Tata Tertib Praktikum:

1. Praktikan diwajibkan hadir sebelum praktikum dimulai. Keterlambatan akan mengakibatkan praktikan mendapat sanksi yang telah ditentukan asisten atau tidak diperbolehkan mengikuti praktikum
2. Praktikan diwajibkan membawa modul pada saat mengikuti praktikum
3. Praktikum dilaksanakan per kelompok sesuai jadwal yang telah ditentukan
4. Praktikan harus memakai kemeja/pakaian berkerah serta bersepatu saat praktikum berlangsung (jaket tidak termasuk pakaian resmi)
5. Praktikan tidak diperkenankan makan, minum, merokok, dan wajib men-*silent* alat komunikasi (*handphone*) selama praktikum berlangsung

6. Praktikan wajib meminta izin kepada asisten apabila hendak meninggalkan laboratorium pada saat praktikum
7. Semua data yang diambil praktikan wajib diketahui asisten. Semua data harus rangkap dua, dan keduanta harus ditandatangani oleh asisten
8. Jika aturan diatas tidak dipatuhi, asisten berhak memberikan sanksi

***Briefing* Praktikum:**

1. Briefing praktikum merupakan awal dimulainya praktikum PMT-1
2. Dalam briefing, dibahas mengenai segala sesuatu yang berhubungan dengan praktikum, seperti pembagian kelompok, penjelasan singkat mengenai praktikum yang akan segera dilaksanakan
3. Briefing praktikum wajib dihadiri oleh semua praktikan dan apabila tidak mengikuti briefing akan diberikan sanksi yang ketentuannya diatur oleh asisten

Pre-test:

1. Sebelum memulai praktikum, semua praktikan wajib mengikuti pre-test yang materinya berhubungan dengan praktikum yang akan dilaksanakan
2. Praktikan yang tidak lulus pre-test tidak diperbolehkan mengikuti praktikum

Post-test:

1. Setelah mendapat ACC dari asisten, smua praktikan wajib mengikuti post-test yang materinya berhubungan dengan praktikum yang telah dilaksanakan
2. Praktikan yang tidak lulus post-test tidak diperbolehkan mengikuti praktikum atau mendapat sanksi

Format Laporan:

1. Praktikan wajib mengumpulkan laporan resmi setelah praktikum (untuk tiap-tiap modul) sesuai jangka waktu yang telah ditentukan

2. Jika sampai waktu yang ditentukan praktikan belum mendapat "ACC" dari asisten, maka satu kelompok akan mendapatkan nilai E pada modul tersebut
3. Laporan praktikum bersifat kelompok
4. Format penulisan laporan:
    a. Diketik pada kertas ukuran A4, 80 gram dengan tinta hitam
    b. Font Times New Roman ukuran 12 dan spasi 1,5
    c. Margin 4-3-4-2 (atas, bawah, kiri, kanan)
    d. Header ditulis pada kanan atas: "Laporan Praktikum PMT 1 – Modul - Kelompok", sedangkan footer ditulis pada kiri bawah "Program Studi Teknik Industri – Universitas Dian Nuswantoro"
    e. Format isi laporan akan dijelaskan kemudian
    f. Pada bagian isi: Bab pengolahan data dan analisa ditulis tangan dengan tinta biru
5. Laporan akhir praktikum (keseluruhan) terdiri dari:
    a. Halaman judul / cover
    b. Lembar Pengesahan
    c. Kata pengantar
    d. Daftar isi
    e. Daftar gambar
    f. Daftar Tabel
    g. Isi Laporan Tiap Modul (Modul 1 – 7)
    h. Daftar Pustaka
    i. Lampiran
6. Laporan akhir dikumpulkan dalam bentuk *hardcopy* dan *softcopy* dalam jangka waktu yang ditentukan
7. Laporan akhir (print bagus) merupakan hak laboratorium Teknik Universitas Dian Nuswantoro
8. Bentuk hardcopy merupakan kumpulan dari modul pertama sampai terakhir dan dijilid dengan softcover warna "**hitam**". Tiap modul dipisahkan dengan pembatas kertas berwarna biru dengan logo Universitas Dian Nuswantoro di tengahnya

9. Sedangkan bentuk *softcopy* merupakan kumpulan semua laporan dari modul pertama sampai terakhir dalam bentuk *.pdf dan dikumpulkan dalam satu CD tiap kelompok
10. Laporan per modul tidak boleh sama. Apabila ditemukan kelompok yang laporannya sama, maka laporan dari kelompok yang sama tersebut tidak akan dinilai dan akan ditempel di papan pengumuman.

Asistensi:

1. Praktikan wajib melakukan asistensi laporan praktikum per modul minimal 3 (tiga) kali sebelum mendapatkan "ACC". Namun bila sebelum asistensi ketiga laporan praktikum sudah dianggap benar, maka praktikan berhak mendapatkan "ACC"
2. Tata Tertib Asistensi:
    a. Asistensi tidak boleh melanggar jam kuliah, baik jam kuliah praktikan maupun jam kuliah asisten
    b. Aistensi wajib dihadiri oleh semua anggota kelompok. Apabila ada anggota kelompok yang tidak hadir, maka akan ada pengurangan nilai
    c. Pada saat asistensi, praktikan wajib membawa laporan, revisi laporan sebelumnya dan referensi
    d. Saat asistensi wajib membawa lembar asistensi
    e. Apabila tata tertib tersebut tidak ditaati, maka asisten berhak menolak asistensi

Presentasi:

1. Presentasi merupakan tanda berakhirnya praktikum PMT 1
2. Presentasi dilaksanakan apabila semua praktikum telah selesai dan jangka waktu pengumpulan laporan praktikum telah dilewati
3. Presentasi merupakan ujian kecakapan bagi praktikan yang materinya adalah semua yang telah didapat selama mengikuti praktikum PMT 1
4. Penilaian presentasi bersifat individu

Sanksi:

Praktikan yang tidak memenuhi ketentuan praktikum tersebut diatas, akan dikenakan sanksi berupa pengurangan nilai yang ketentuannya diatur oleh asisten.

Sistem Penilaian

Nilai pre-test	:	10%
Nilai post-test	:	10%
Keaktifan:	:	20%
Laporan praktikum	:	30%
Presentasi	:	30%

2. JADWAL BRIEFING DAN PRAKTIKUM

1. **Briefing Praktikum**

   Dilaksanakan pada hari **Jum'at,** tanggal **09 Maret 2017**

2. **Praktikum**

   Jadwal akan diberikan pada informasi selanjutnya

3. **Pembagian Asisten**

   Asisten akan diberikan pada informasi selanjutnya

MODUL 1
SPESIFIKASI PRODUK
(*PRODUCT SPESIFICATION*)

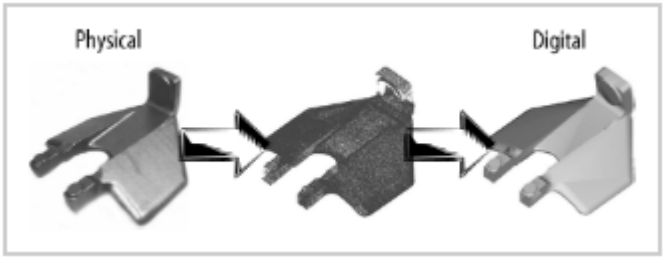
1.1. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Mahasiswa memahami konsep *reverse engineering* dan mampu menerapkannya
2. Mahasiswa mampu melakukan *disassembly* produk
3. Mahasiswa mampu mengukur part dengan alat ukur yang benar dan menentukan toleransi
4. Mahasiswa mampu menggambar teknik part/produk secara manual maupun dengan software CAD (*Computer Aided Design*)
5. Mahasiswa mampu menganalisa ukuran produk/part berdasar data antropometri

1.2. LANDASAN TEORI

1.2.1. *REVERSE ENGINEERING*

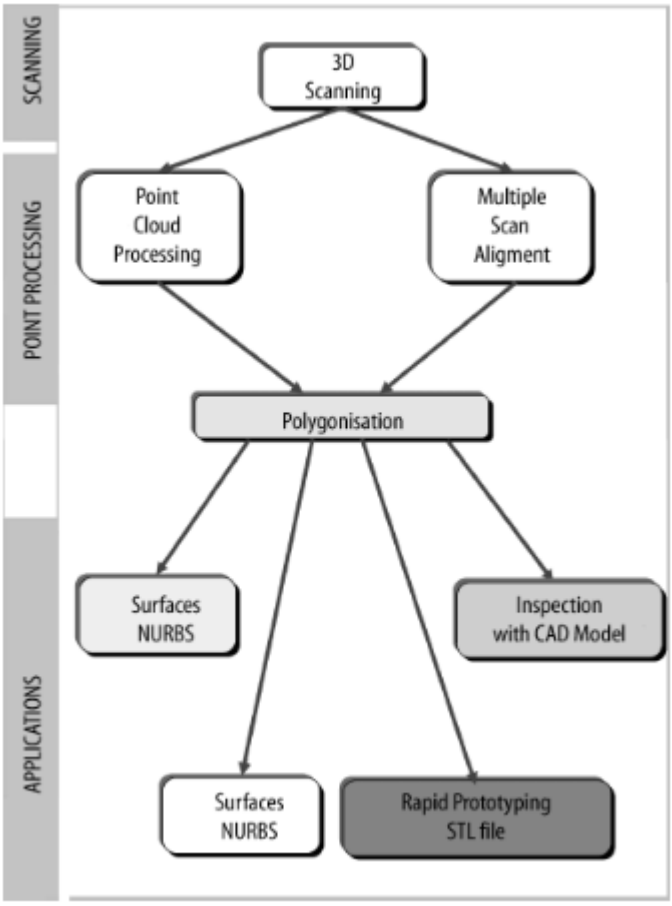
Engineering adalah proses mendesain, memanufaktur, merakit, dan merawat produk atau sistem. Ada dua jenis *engineering* yaitu *forward engineering* dan *reverse engineering*. *Forward engineering* adalah proses tradisional yang dimlai dari desain logis ke implementasi fisik pada suatu sistem. Dalam beberapa situasi, dimungkinkan adanya produk/part yang tidak memiliki detail teknis, seperti gambar, *bill-of-material*, atau tapa data *engineering*. Proses duplikasi dari part, *subassembly*, produk yang sudah ada tanpa gambar, dokumentasi, atau model komputer disebut dengan *reverse engineering*. *Reverse engineering* juga didefinisikan sebagai proses untuk mendapatkan model geometris dari titik 3 dimensi dari proses *scanning/digitizing* produk yang telah ada.



Gambar 1. Objek fisik ke digital

Beberapa alasan menggunakan *reverse engineering*:

a. Pabrik pembuat produk aslinya sudah tidak ada lagi sementara *costumer* membutuhkan part/produk tersebut (contoh: spare part pesawat terbang)
b. Pabrik pembuat produknya tidak lagi memproduksi produk tersebut
c. Dokumen desain produk asli hilang atau tidak pernah ada



Gambar 2. Proses Umum *reverse engineering*

1.2.2. PENGUKURAN

Pengukuran adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menentukan nilai suatu besaran dalam bentuk angka (kuantitatif). Jadi mengukur adalah suatu proses mengaitkan angka secara empiric dan objektif pada sifat-sifat objek atau kejadian nyata sehingga angka yang diperoleh tersebut dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai obyek atau kejadian yang diukur.

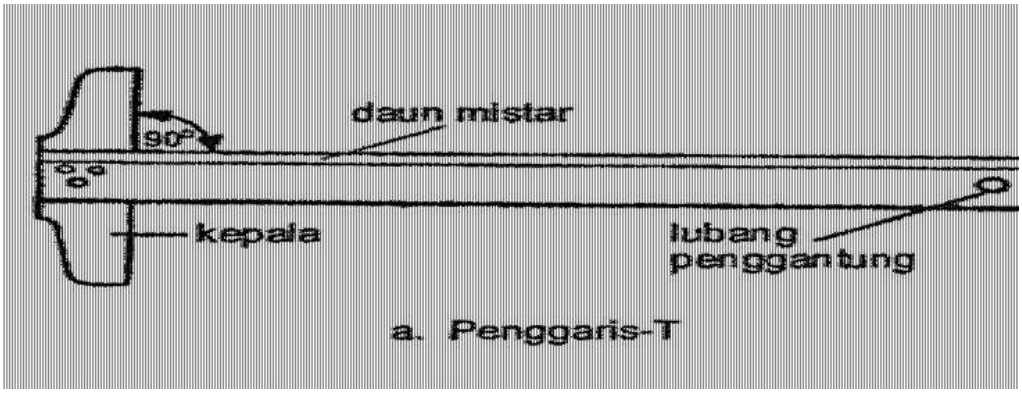
Dengan melakukan proses pengukuran dapat:

a. Membuat gambaran melalui karakteristik suatu obyek atau prosesnya
b. Mengadakan komunikasi antar perancang, pelaksana pembuatan, penguji mutu dan berbagai pihak yang terkait lainnya
c. Memperkirakan hal-hal yang akan terjadi
d. Melakukan pengendalian agar sesuatu yang akan terjadi dapat sesuai dengan harapan perancang.

Macam-macam alat ukur

a. Penggaris T

Sebuah penggaris T terdiri dari sebuah kepala dan sebuah daun. Penggaris T dapat digunakan untuk menarik garis-garis horizontal dengan menekankan kepalanya pada tepi kiri dari meja gambar, dan menggesernya keatas atau ke bawah. Supaya hasil dari garis-garis horizontal dapat sejajar dengan benar, kepala dari penggaris ini harus betul-betul diikat pada daunnya



Gambar 3. Penggaris T dan Penggaris Segitiga

b. Penggaris Segitiga

Sepasang segitiga terdiri dari segitiga siku sama kaki dan sebuah segitiga siku 60^0. Ukuran segitiga ini ditentukan oleh panjang 1, dan berkisar antara 100 sampai 300 mm.

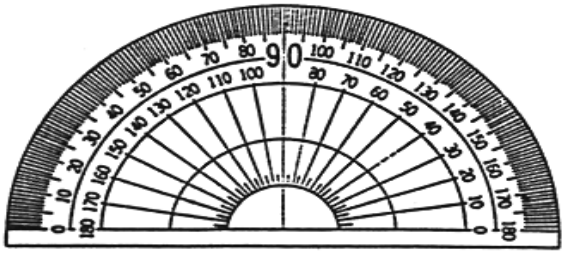
c. Mistar Skala

Mistar skala dibuat dari kayu atau plastik, yang panjangnya pada umumnya adalah 300 mm. Disamping ini terdapat pula mistar skala dengan penampang segitiga dengan ukuran yang diperkecil.

Gambar 4. Mistar Skala

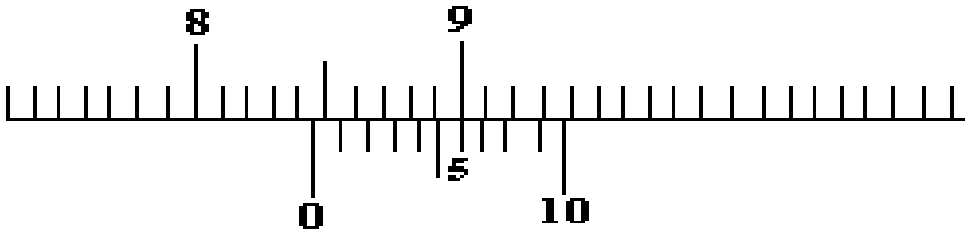
d. Busur Derajat

Busur derajat dibuat dari plastik atau aluminium. Biasanya busur derajat ini mempunyai garis-garis pembagi dari 0 sampai dengan 180^0. Alat ini digunakan untuk mengukur sudut atau membagi sudut.



Gambar 5. Busur Derajat

e. Nonius



Gambar 6. Skala nonius

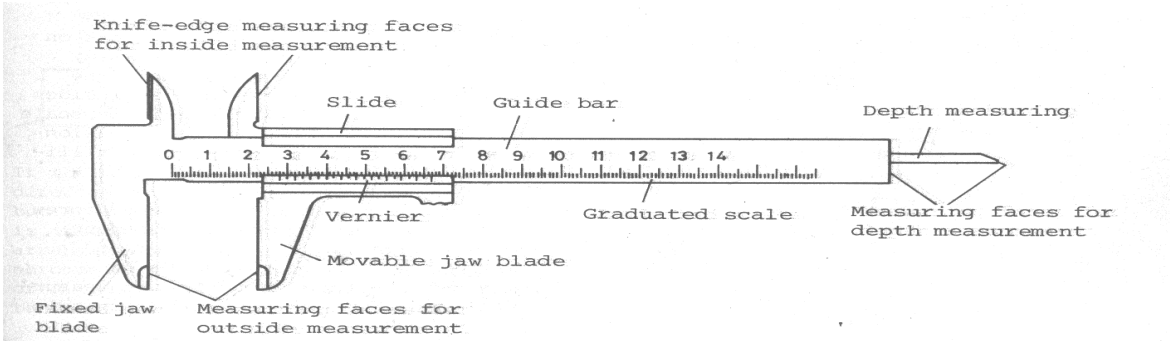
Banyak alat ukur dilengkapi dengan nonius. Alat bantu ini membuat alat ukur berkemampuan lebih besar, karena jarak antara dua garis skala bertetangga seolah-olah menjadi lebih kecil. Biasanya pembagiuan skala utama dan nonius adalah :

9 bagian skala ukur – 10 bagian skala nonius

Selanjutnya marilah kita lihat hasil pengukuran lain dengan alat bantu nonius tersebut seperti yang ditunjukkan pad gambar. Skala 0 pada nonius tidak berimpit dengan salah satu angka pada skala alat ukur, melainkan terletak antara kedudukan 8.4 dan 8.5. Dalam pengukuran ini kita yakin bahwa harga X yang diukur adalah lebih besar dari 8.4 tetapi lebih kecil dari 8.5. Berapakah harga X emnurut hasil pembacaan ini ? Cobalah anda perhatikan Gambar 2 lebih teliti lagi. Ternyata salah satu garis skala nonius yang berimpit dengan skala alat ukur yaitu skala ke-6 dari skala nonius. Dalam keadaan pengukuran semacam ini menunjukkan bahwa harga X yang diukur adalah 8.46.

f. Jangka Sorong

Jangka sorong merupakan suatu alat pengukuran yang cepat dan relatif teliti untuk mengukur diameter dalam, luar dan dalam suatu tabung, yang memiliki bentuk seperti gambar 1 di bawah ini.

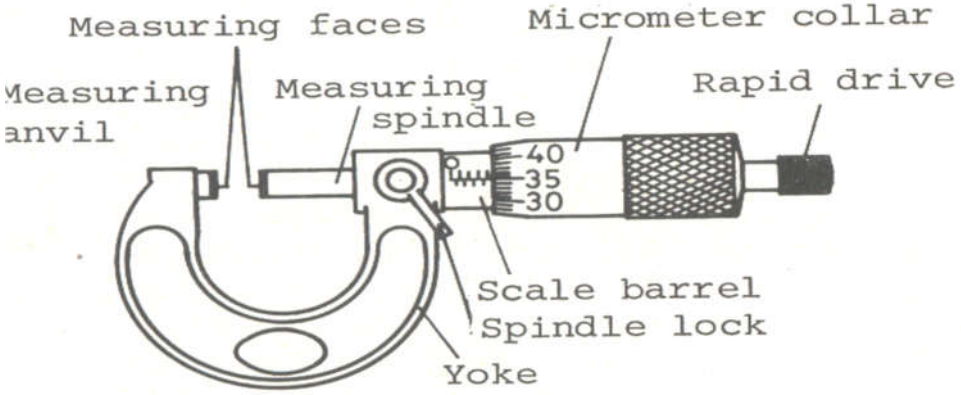


Gambar 7. Jangka Sorong

g. Mikrometer Sekrup

Mikrometer Sekrup dipergunakan untuk mengukur panjang benda yang memiliki ukuran maksimum 2,50 cm, dan bentuk mikrometer sekrup ditunjukkan pada gambar 2. Alat ukur ini mempunyai batang pengukur yang terdiri atas skala dalam milimeter, dan juga sekrup berskala satu putaran

sekrup besarnya sama dengan 0.5 mm dan 0.5 mm pada skala utama dibagi menjadi 100 skala kecil yang terdapat pada sekrup.



Gambar 8. Mikrometer Sekrup

1.2.3. MENGGAMBAR TEKNIK

a. Alat dan bahan konvensial

i. Kertas

Kertas gambar yang dipergunakan mempunyai ukuran-ukuran yang telah dinormalisasikan. Ukuran yang paling banyak dipergunakan adalah seri A. Seri A ini mempunyai ukuran standar yang dinyatakan dengan membubuhkan 0 (nol) di belakang huruf A, dan ukuran-ukuran yang lebih kecil dengan membubuhkan angka 1 hingga angka 4. Ukuran standar, yaitu A0, mempunyai luas 1 m2, dengan perbandingan panjang terhadap lebar sebagai :1 . Ukuran-ukuran berikutnya diperoleh dengan membagi dua ukuran yang mendahuluinya. Misalnya ukuran A3 mempunyai setengah ukuran A2, dan seterusnya.. Untuk membaca ukuran kertas gambar pada sisi panjangnya diletakkan mendatar. Kecuali untuk kertas ukuran A4, yang sisi panjangnya diletakkan vertikal. Ukuran kertas gambar dari seri A dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ukuran garis tepi dari masing-masing ukuran kertas.

Tabel 1. Lambang dan ukuran kertas gambar.

Ukuran kertas	A0	A1	A2	A3	A4
A x b (mm)	841 x 1189	594 x841	420 x 594	297 x 420	210 x 297
c min	20	20	10	10	10

Ukuran kertas		A0	A1	A2	A3	A4
d min	Tanpa tepi jepit	20	20	10	10	10
	Dengan tepi jepit	25	25	25	25	25

Macam-macam kertas:

- **Kertas gambar putih** (manila/padalarang), kertas sketsa dan kertas milimeter : digunakan untuk gambar tata letak yang digambar dengan pensil.
- **Kertas kalkir** : digunakan untuk gambar asli, yang kemudian dapat dibuat gambar cetak biru (blue print) atau cetak kontak (contact print).
- **Film gambar** : digunakan untuk mendokumentasikan gambar yang teliti dan keawetannya sangat diperlukan, serta tidak boleh memuai atau menyusut.

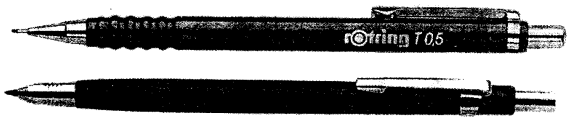
ii. Pensil dan pena

Menggambar teknik dengan pensil lebih baik menggunakan pensil mekanik yang bisa diisi ulang (refill). Pensil mempunyai tingkat kekerasan dan aturan penggunaan pada jenis kertas gambar. Tingkat kekerasan pensil dimulai dari 9H (sangat keras) hingga 8B (sangat lunak). Sedangkan pada penggunaannya untuk membuat :

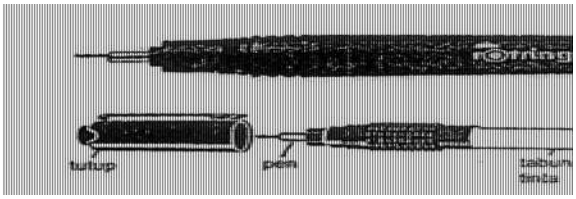
- Garis bantu : menggunakan 2H
- Garis : menggunakan F
- Tulisan, garis penuh tebal : menggunakan HB

Untuk menggambar diatas kertas atau kertas kalkir dapat menggunakan pensil mekanik isi ulang dengan ketebalan 0,3 mm dan 0,5 mm. Pensil mekanik isi ulang tidak perlu meraut atau meruncingkan pensil. Dan bila digunakan untuk menarik garis akan diperoleh ketebalan yang sama.

Pena gambar yang digunakan untuk gambar kerja menggunakan ketebalan 0,25 putih; 0,35 kuning; 0,50 coklat dan 0,70 biru.



Gambar 9. Pensil Mekanik isi ulang

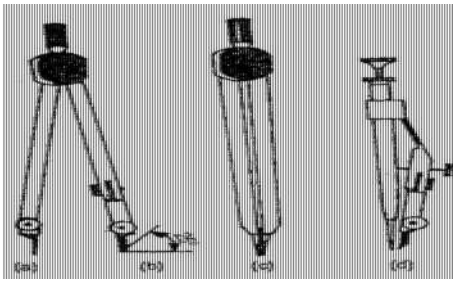


Gambar 10. Pena (Rapido)

Pena gambar terutama digunakan untuk menggambar diatas kertas transparan. Tinta yang dipakai harus bebas radiasi ultra violet agar tidak menimbulkan hambatan.

iii. Jangka

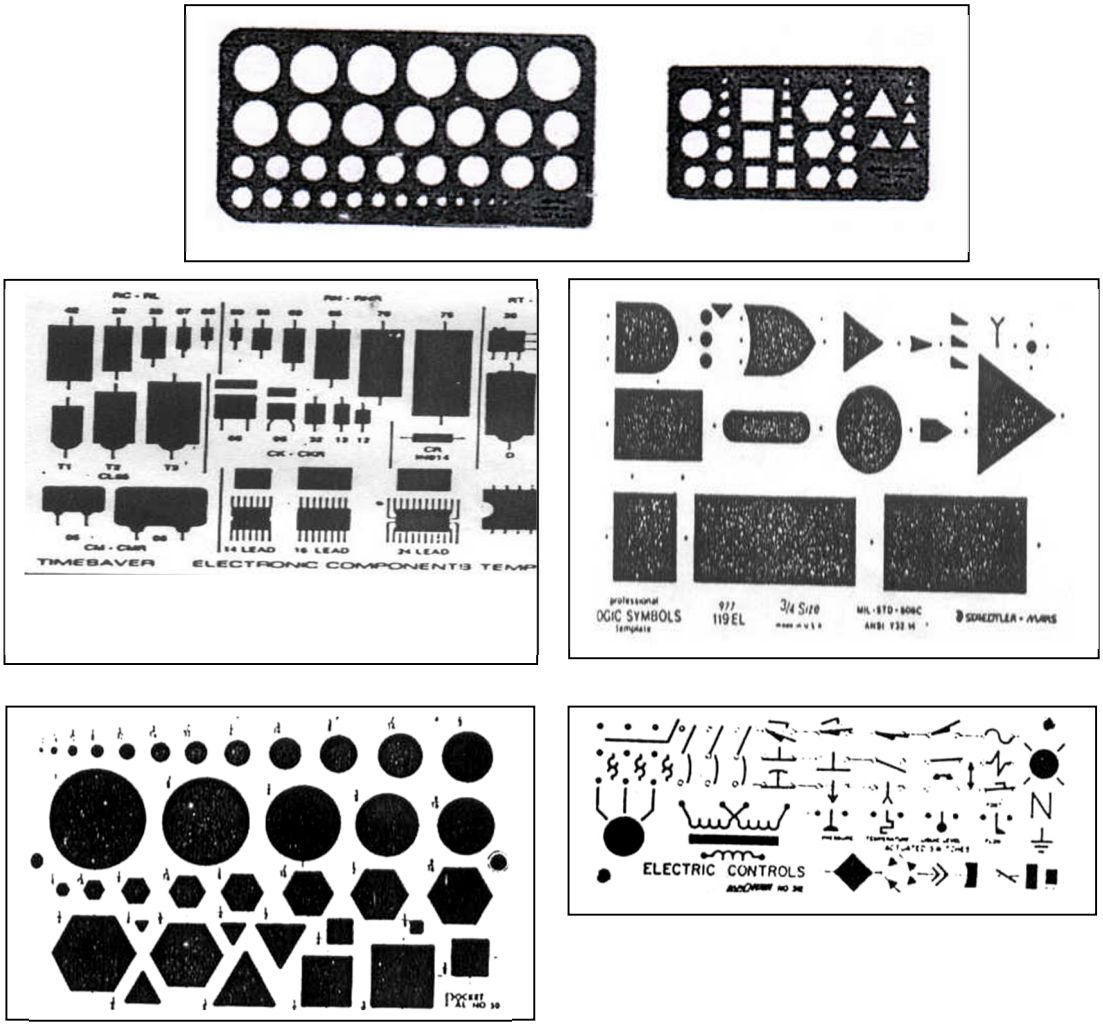
Ada tiga macam jangka yang digunakan untuk menggambar, tergantung besar kecilnya lingkaran yang akan digambar. Jangka besar untuk menggambar lingkaran dengan diameter 100 – 200 mm, jangka menengah untuk lingkaran dari 20 – 100 mm, dan jangka kecil untuk lingkaran 5 – 30 mm. Disamping itu terdapat sebuah jangka untuk membuat lingkaran dengan jari-jari kecil, seperti misalnya untuk pembulatan. Ada dua macam jangka yaitu jangka pegas dan jangka orleon.



Gambar 11. Macam-macam Jangka

iv. Sablon (Mal)

Sablon atau mal digunakan untuk menggambar teknik elektro antara lainnya. Penggaris sablon meliputi : mal lengkungan, mal bentuk, mal huruf dan mal untuk simbol-simbol elektro dan elektronika.

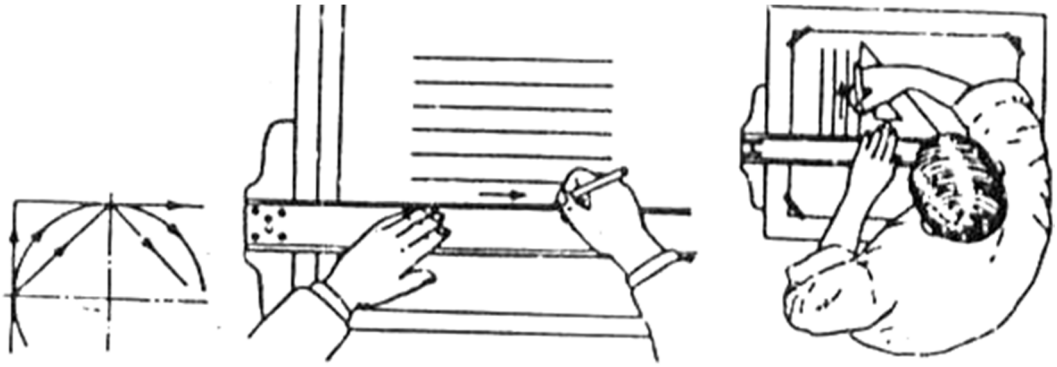


Gambar 12. Macam-macam Sablon (Mal)

b. Menggambar

i. Menggambar garis lurus

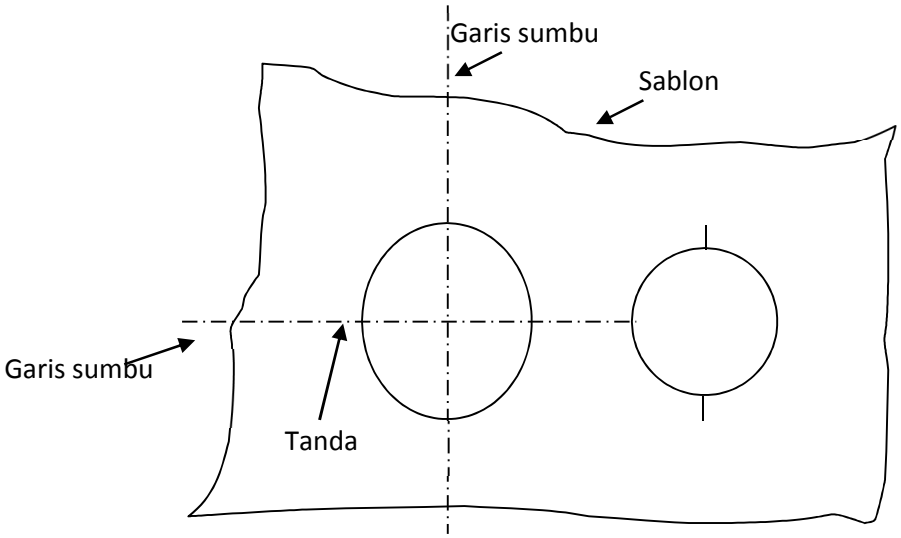
Menarik garis dilakukan dengan cara *garis lurus mendatar* ditarik dari kiri ke kanan, sedangkan *garis vertikal* ditarik dari bawah ke atas. *Garis sembarang* ditarik dari kiri ke kanan.



Gambar 13. Cara Menggambar Garis Lurus (a) Arah menarik garis lurus (b) Garis horisontal (c) Garis vertikal

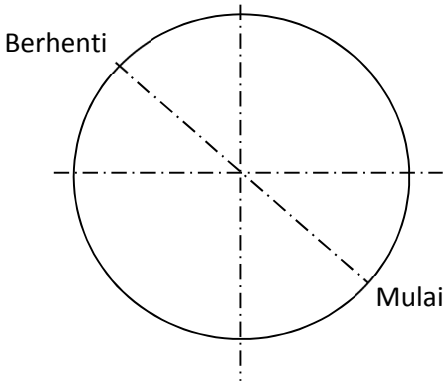
ii. Menggambar lingkaran

- Lingkaran kecil dapat digambar dengan sablon lingkaran, sedangkan lingkaran besar dilakukan dengan dua tahap.



Gambar 14. Sablon Lingkaran.
Tanda-Tanda Harus Berimpit dengan Garis Sumbu.

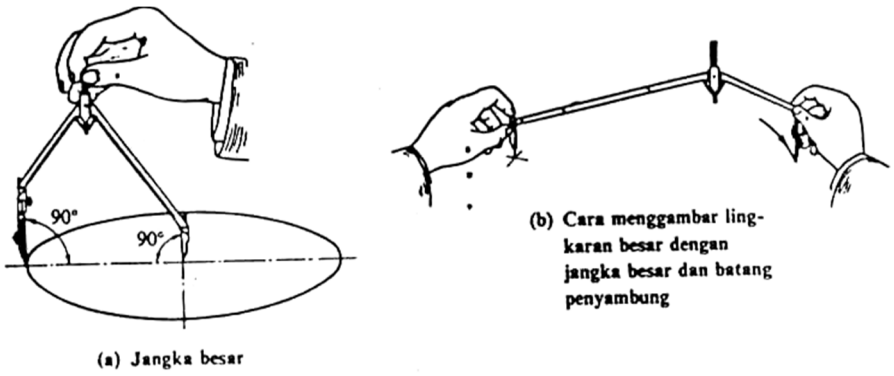
- Dalam menggunakan jangka harus diusahakan kedua kakinya berdiri tegak lurus untuk menghasilkan tebal garis yang sama.



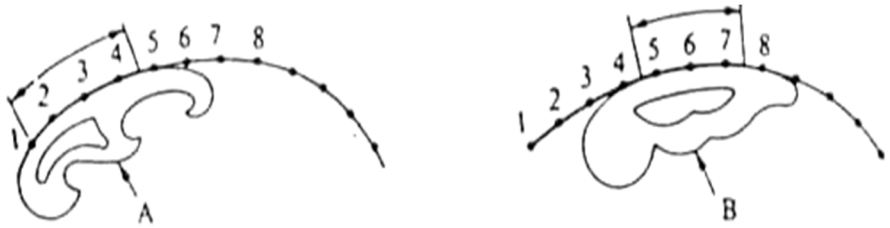
Gambar 15. Cara menggunakan jangka

- Cara penarikan garis lurus menggunakan pena. Garis-garis tegak digambar dari kiri ke kanan, dan semua garis vertikal dari atas ke bawah. Dengan demikian garis-garis mendapat cukup waktu untuk mengering, dan kemungkinan merusak garis akan berkurang. Garis yang kering juga diperlukan untuk garis yang berpotongan.
- Mulut pena pada sisi-sisinya harus sering dibersihkan, sebelum dan setelah selesai harus selalu dibersihkan.

Pena gambar mempunyai ujung dengan bermacam-macam ukuran, seperti pensil mekanik. Pena gambar biasa disebut dengan *Rapido*.



Gambar 16. Cara Menggambar Lingkaran



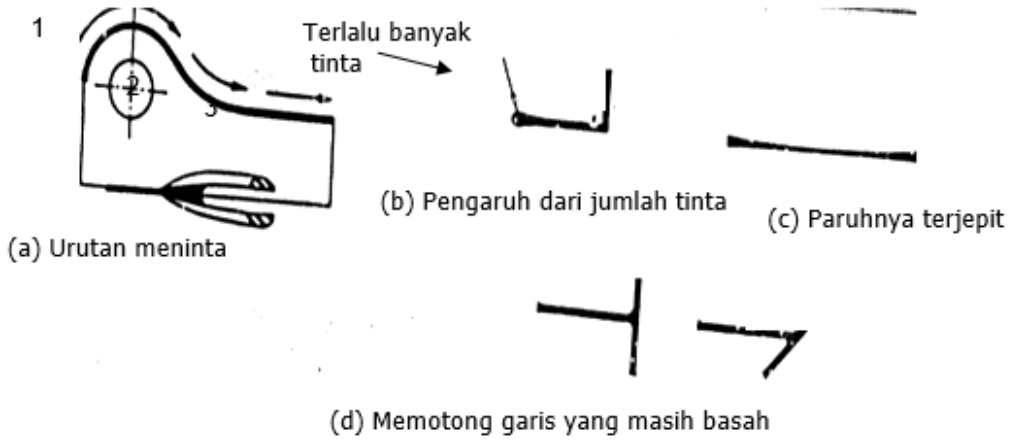
Gambar 17. Cara Penggunaan Mal.

Garis lengkung digambar dengan bantuan mal. Bagian luar maupun bagian dalam dari mal dapat digunakan. Pada umumnya garis lengkung tidak dapat diselesaikan dengan satu tarikan. Bagilah garis lengkung tersebut dalam bagian-bagian yang cocok dengan mal. Bagian-bagian tersebut satu dengan yang lain harus sambung-menyambung, sehingga diperoleh sebuah garis lengkung yang licin (*smooth*).

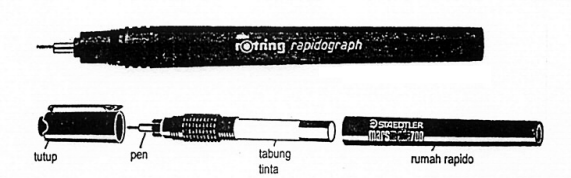
iii. Meninta gambar

Langkah-langkah yang harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil gambar yang baik :

- Isilah pena dengan tinta secukupnya. Terlalu banyak atau sedikit akan menghasilkan garis yang tidak sama.
- Utamakan gambar lingkaran, busur lingkaran atau garis lengkung.



Gambar 18. Cara meninta gambar



Gambar 19. Macam-macam pena rapido

1.2.4. TUTORIAL CAD SOFTWARE - SOLIDWORK

(Terlampir)

1.3. PERALATAN PRAKTIKUM

Dalam praktikum tentang spesifikasi produk, ada beberapa alat yang harus disediakan, yaitu :

1. Alat bantu dan alat ukur seperti: mistar, busur derajat, jangka sorong, micrometer sekrup
2. Alat tulis
3. Software CAD (Solidwork / AutoCAD / dll)
4. Tabel data Antropometri

1.4. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Untuk praktikum Modul 1 (spesifikasi produk) prosedur pelaksanaan praktikum meliputi:

1. Mahasiswa men-*disassembly* (lepas rakit) produk yang telah ditentukan
2. Mahasiswa melakukan pengukuran terhadap part produk
3. Mahasiswa menentukan toleransi terhadap masing-masing dimensi part
4. Mahasiswa melakukan evaluasi ukuran berdasarkan data antropometri
5. Mahasiswa menggambar teknik baik secara manual maupun dengan menggunakan software (CAD)

1.5. LUARAN PMT 1 MODUL 1

Luaran yang dihasilkan Modul 1 Spesifikasi Produk yaitu

1. Gambar teknik part dan produk dengan ukuran baik manual maupun software (CAD)
2. Toleransi masing-masing part
3. Analisa ukuran berdasarkan data antropometri

1.6. FORMAT LAPORAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA
3.1. Pengumpulan Data Part / Komponen
3.2. Desain 2 Dimensi Produk
3.3. Desain 3 Dimensi Produk
BAB IV ANALISA
4.1. Analisis spesifikasi produk
4.2. Analisis rancangan berdasarkan antropometri
BAB V PENUTUP

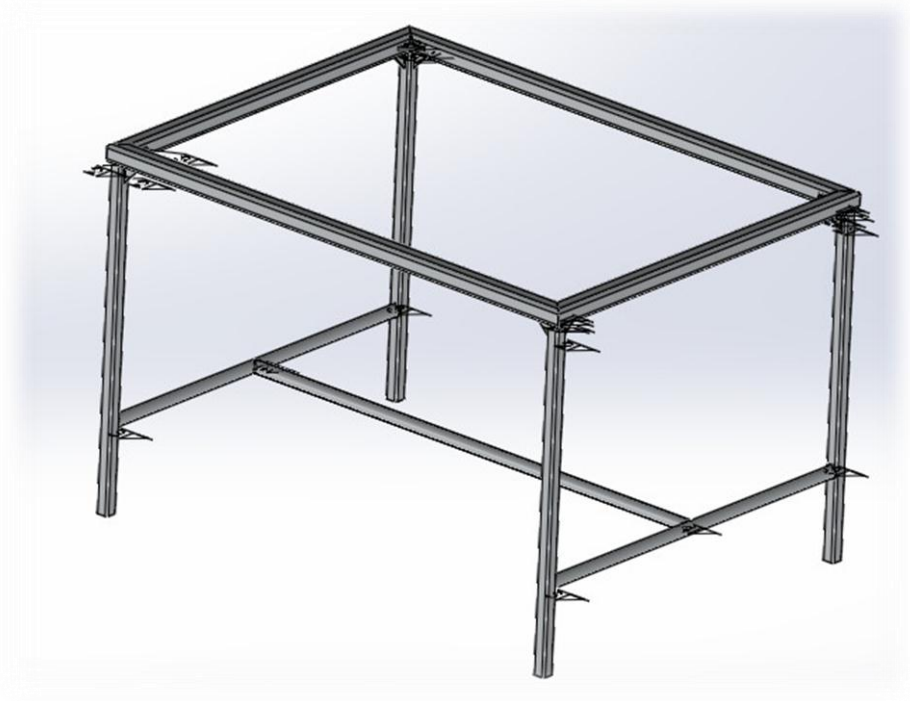
TUTORIAL SOLIDWORKS :
MEMBUAT RANGKA MEJA MENGGUNAKAN *WELDMENT*

oleh : Zul Fauzi, Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia

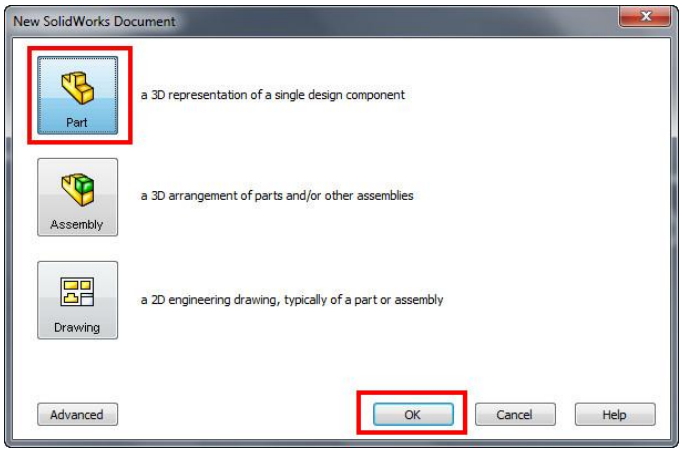
Tutorial ini akan membahas proses dan cara perancangan sebuah rangka meja menggunakan fasilitas weldment pada solidworks. Weldment adalah fasilitas untuk mempermudah desainer dalam merancang suatu konstruksi yang memiliki sambungan las. Yeah, karena sesuai namanya, weldment artinya las-lasan. Fasilitas weldment pada solidworks banyak digunakan untuk merancang rangka – rangka suatu komponen, seperti : rangka meja, rangka kursi, rangka bangunan, rangka jembatan, rangka kendaraan, rangka bogey, dsb.

Pada kesempatan ini kita akan belajar bersama merancang sebuah rangka meja sederhana. Yap, sederhana aja, ora sah sing angel – angel. Eh, angel tu kalo dimasukin ke google tranlate jadinya malaikat lhoh (trus gue musti jumpalitan sambil bilang wow gitu ????,,,, Hehe,, just kidding :P)

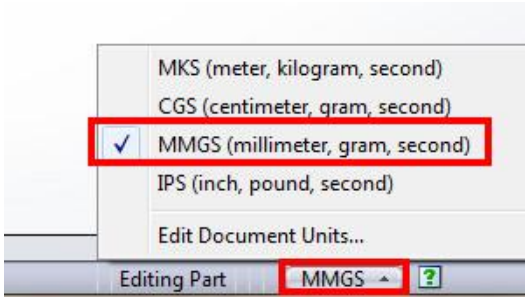
Rangka meja yang akan kita bikin bentuknya kurang lebih seperti ini.



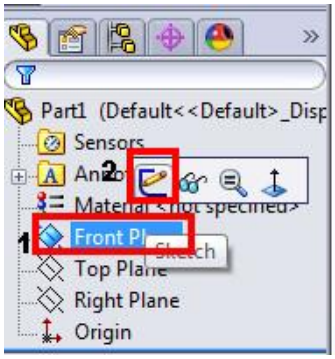
Okey, kita buka solidworksnya. Tekan **Ctrl+N** untuk mulai menggambar. Kali ini kita akan menggambar part, maka pilih **part > OK.**



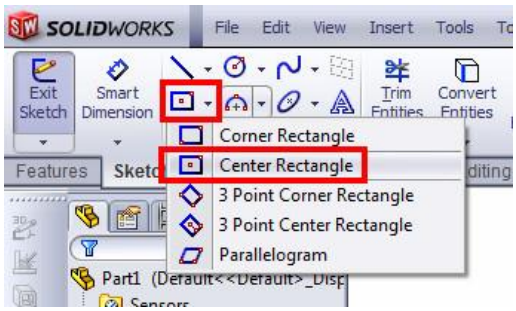
Format satuan ukuran yang akan digunakan kali ini adalah **MMGS (milimeter, gram, second)**. Cara mengatur format satuan ukuran ada di interface bagian pojok kanan bawah.

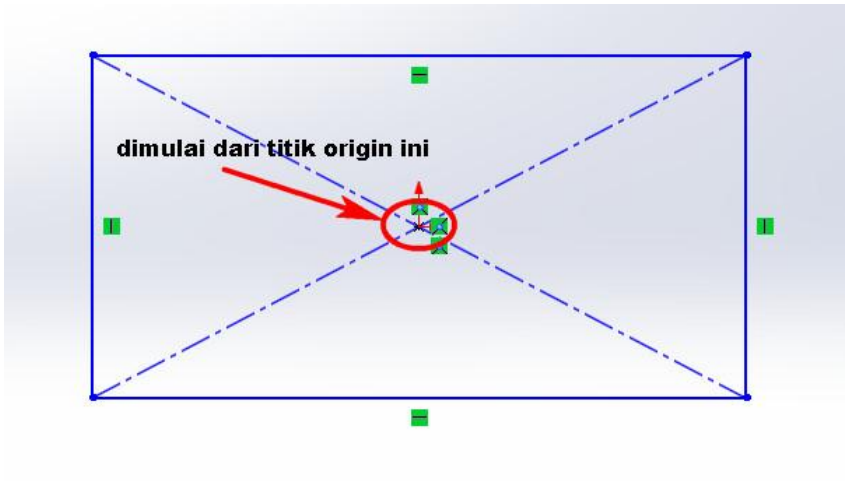


Misal kita mulai dari front plane. Pilih **front plane(1) > sketch(2).** Walaupun sebetulnya pakai plane lain juga ndak papa sih.

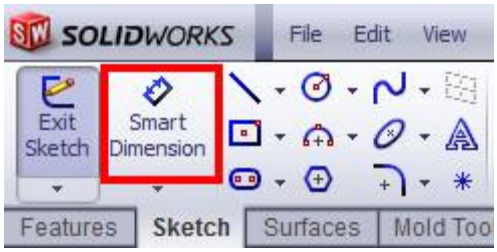


Pada **rectangle >** pilih **center rectangle**. Persegi akan digambar mulai dari titik origin.



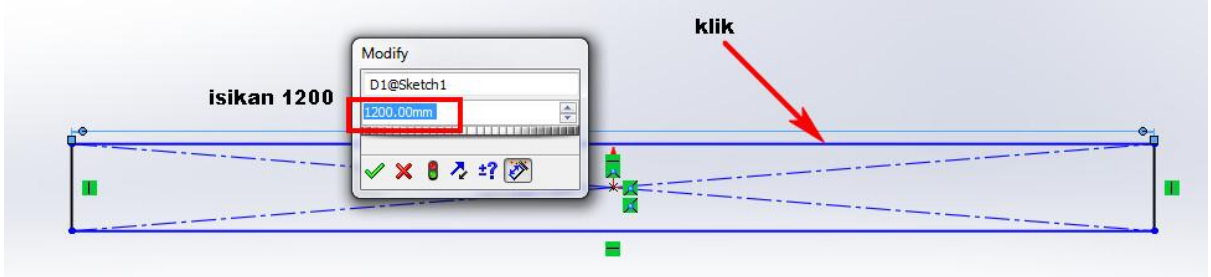


Selanjutnya, pilih **smart dimension**, dan klik pada sisi persegi tersebut.

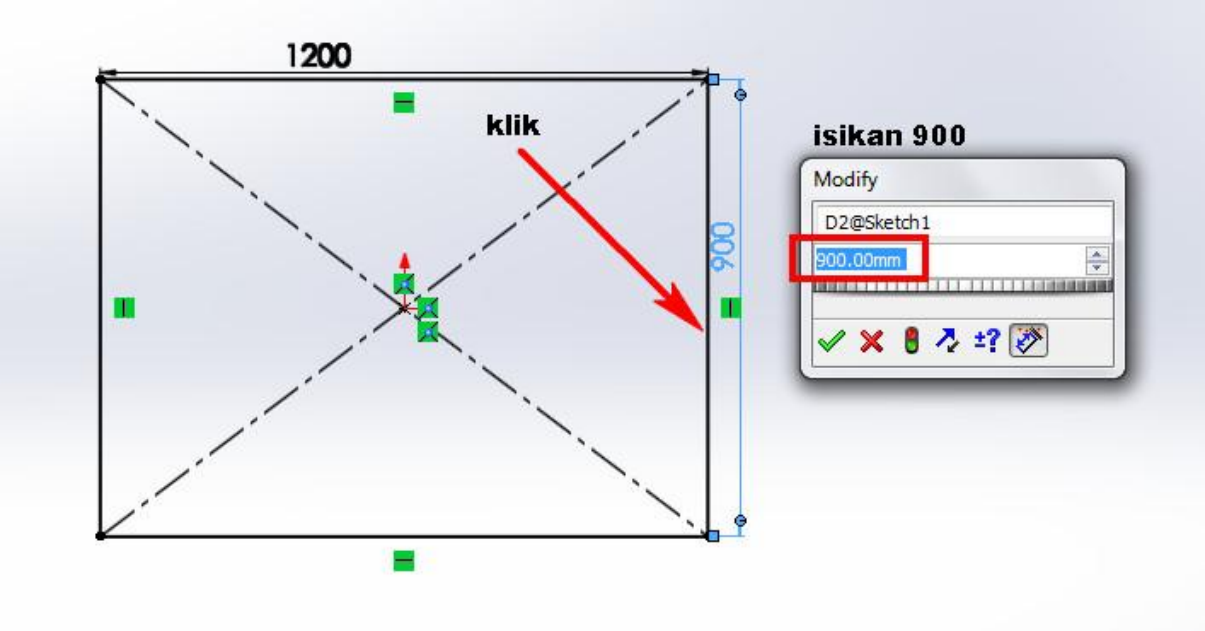


Persegi akan dibuat memiliki panjang x lebar = 1200 x 900 mm.

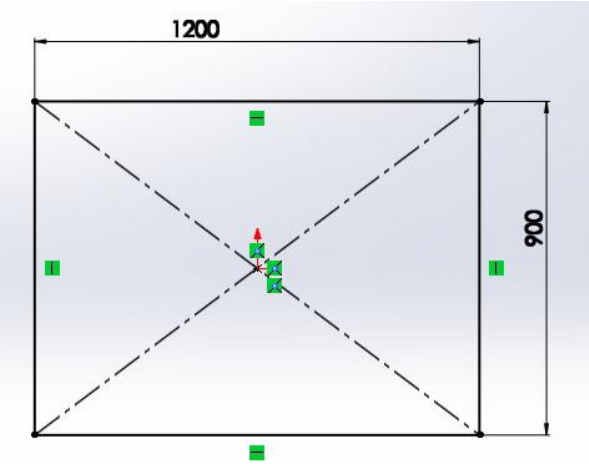
Setelah sisi persegi diklik, isikan nilai 1200 dan tekan enter.



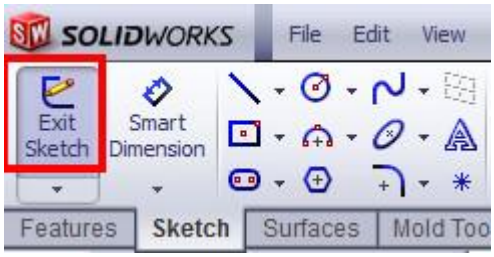
Kemudian sisi satunya, cara sama persis, hanya ukuran yang dibuat 900 mm. Klik pada sisi tersebut dan isikan nilai 900 dan tekan enter.



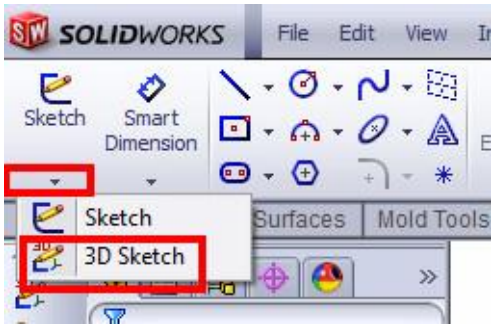
Persegi panjang ini akan dijadikan sebagai garis referensi untuk rangka penopang kayu meja bagian atas.



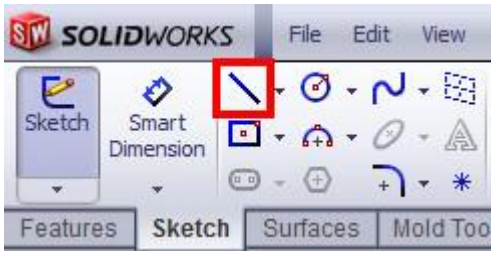
Sekarang mulai membuat garis referensi untuk kaki – kaki. Kaki – kaki akan dirancang memiliki tinggi sebesar 800 mm. Sebelum itu klik **exit sketch** terlebih dahulu untuk keluar dari front plane.



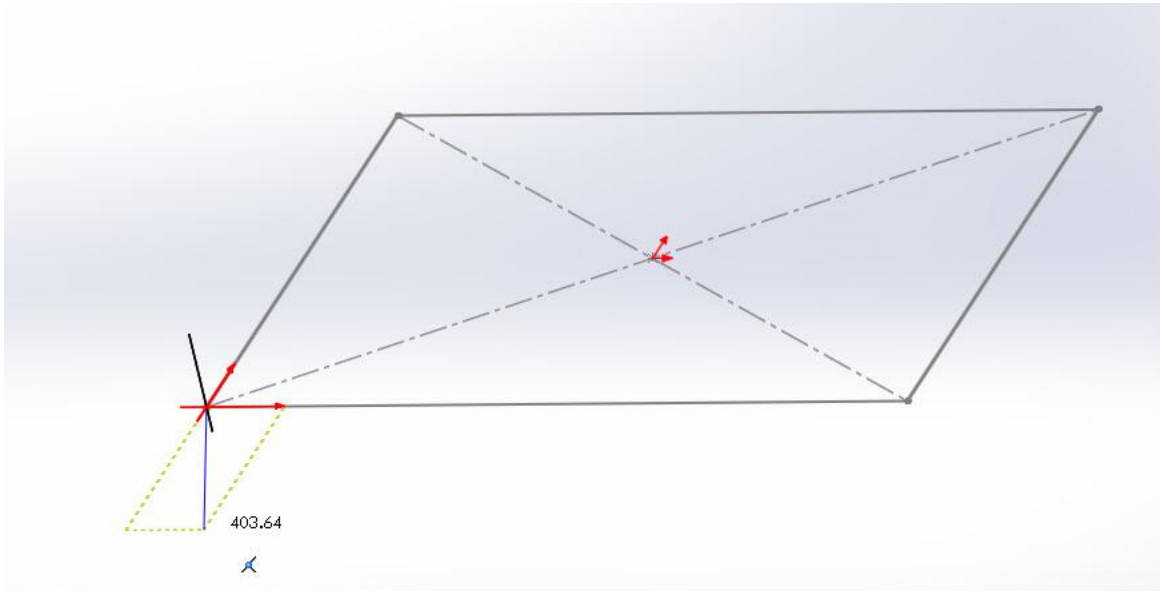
Kemudian pada tanda panah ke bawah bagian sketch, pilih **3D sketch.**



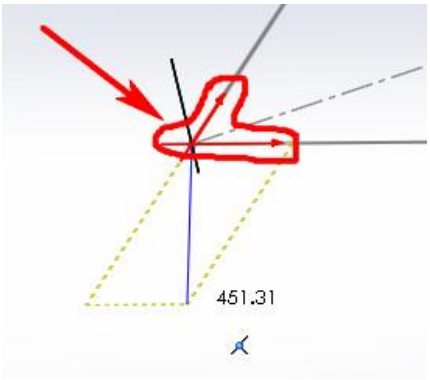
Pilih **line**



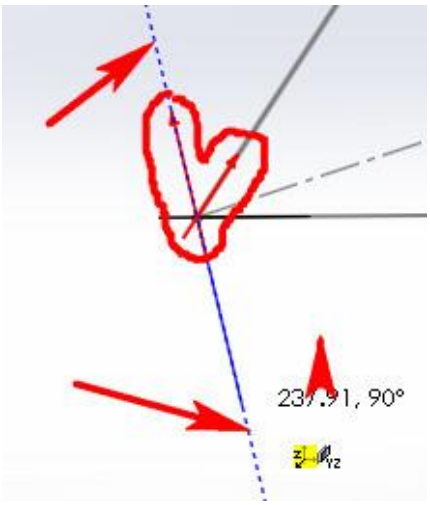
Lalu mulai menarik garis tersebut dari sudut persegi panjang.



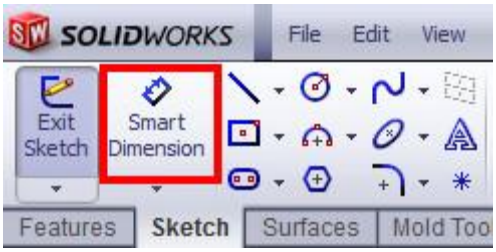
Garis yang akan ditarik adalah mengarah menuju sumbu Z (ke bawah), namun apabila menemui kasus seperti gambar berikut, yaitu justru garis tidak mau mengarah ke sumbu Z tetapi malah mengarah menuju sumbu X maupun Y karena koordinat origin pada posisi XY, maka cara mengatasinya adalah dengan tekan tombol **TAB pada keyboard** sampai titik origin berada pada posisi XZ atau YZ.



Maka titik origin telah berada pada posisi YZ, dan garis tegak lurus terhadap sumbu X dapat dibuat.

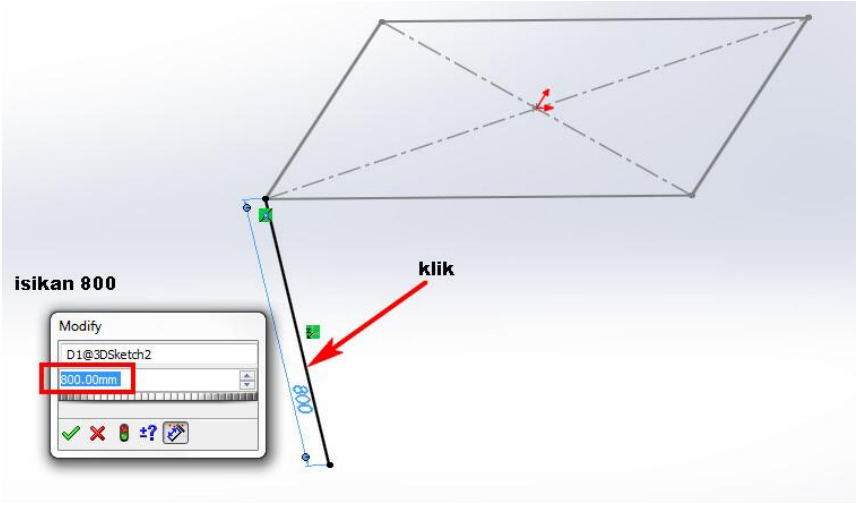


Selanjutnya, pilih **smart dimension**, dan klik pada garis tersebut

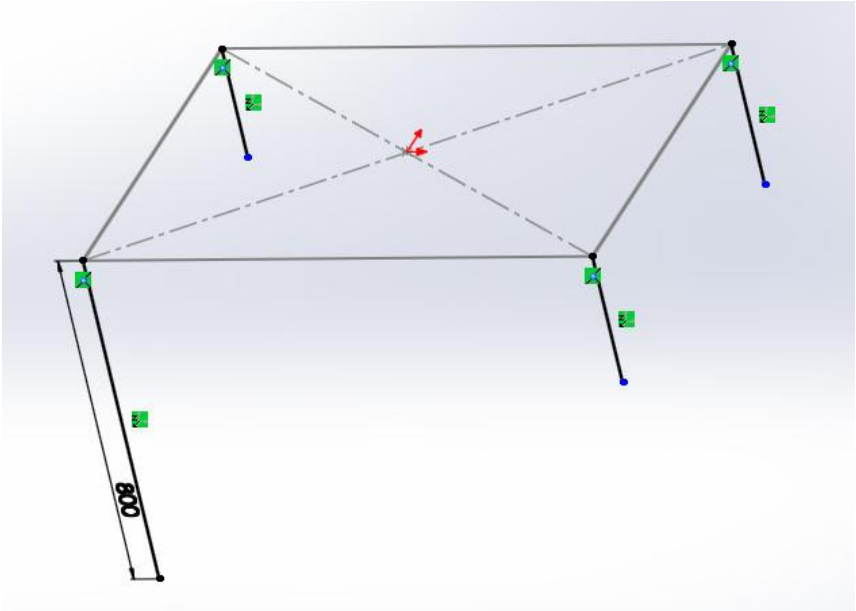


Garis tersebut akan dibuat memiliki panjang 800 mm.

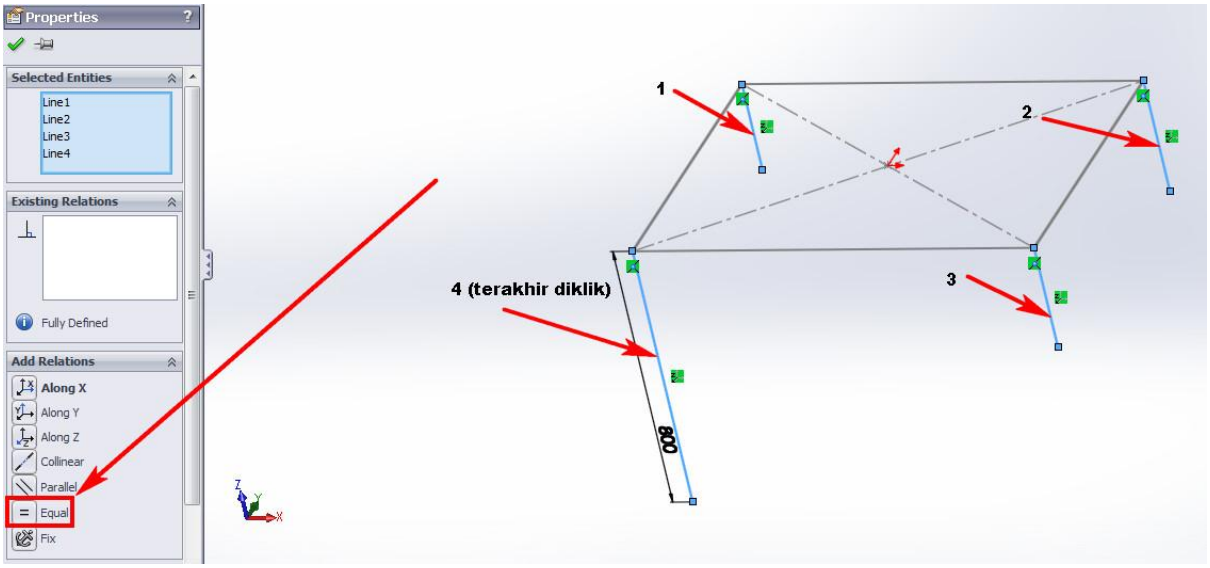
Setelah garis diklik, isikan nilai 800 dan tekan enter.



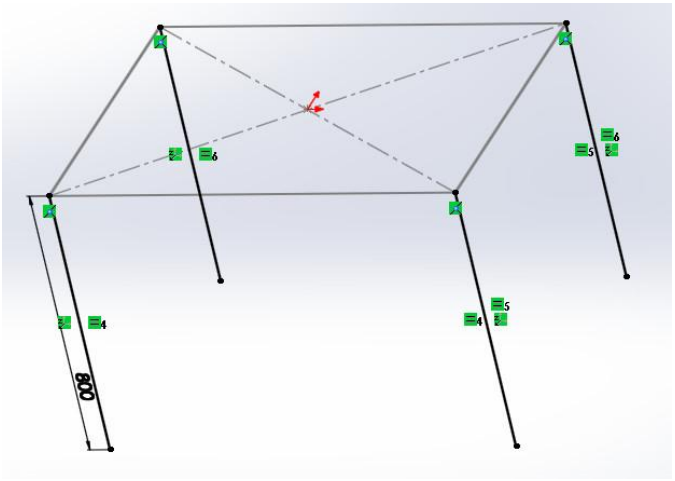
Buat garis pada 3 sudut yang tersisa, dan jangan diberi ukuran.



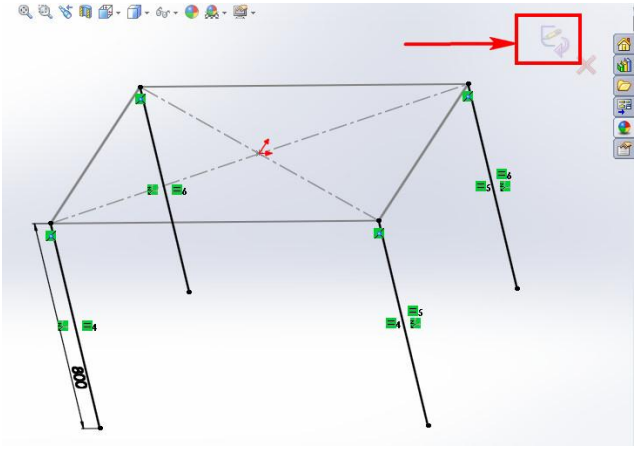
Kita cukup menyamakan panjangnya dengan **relation**. Caranya, tekan Ctrl dan klik keempat garis untuk referensi kaki rangka meja tersebut, dan pastikan garis dengan panjang 800 mm tadi adalah garis yang terakhir diklik. Kemudian pada **properties**, pilih **equal**.



Maka ketiga garis tanpa ukuran tersebut akan berubah ukuran menjadi 800 mm.

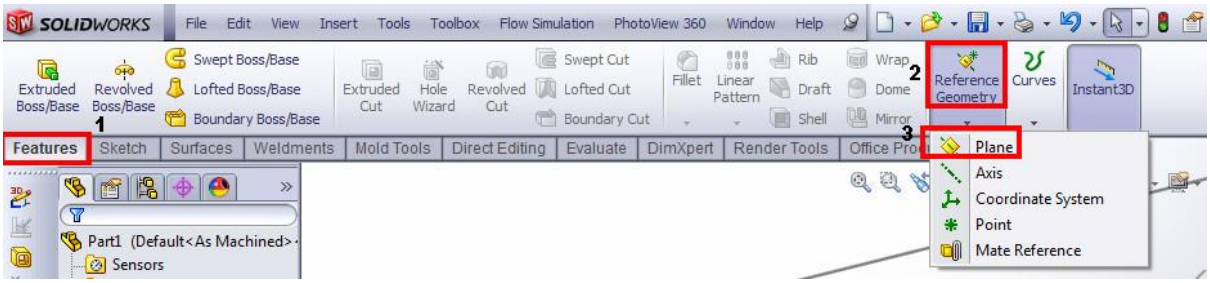


Exit 3D sketch dengan klik pada tombol **exit** seperti gambar berikut.

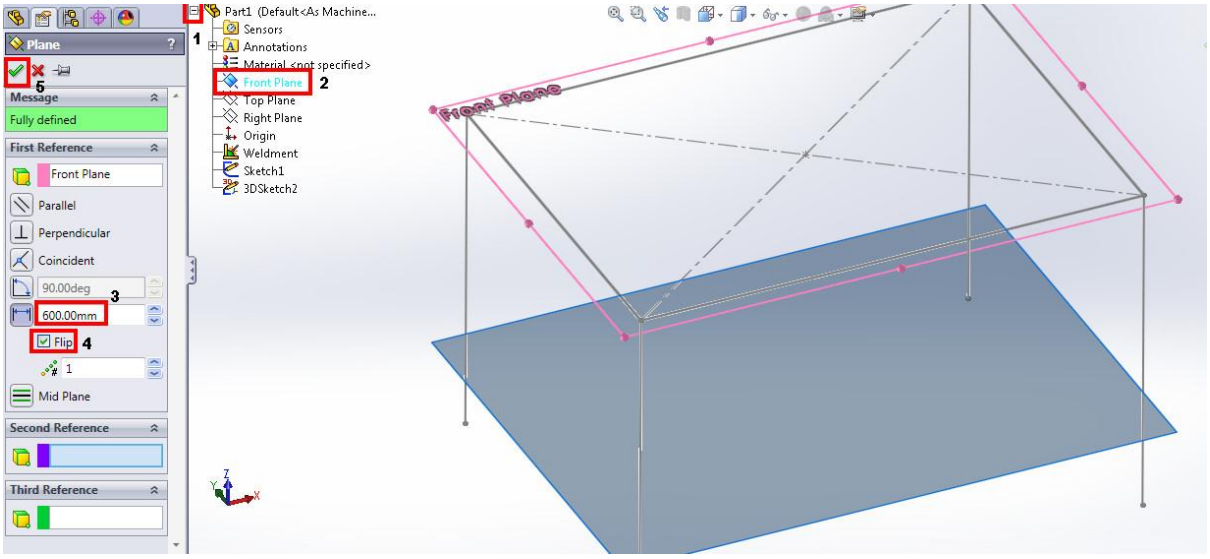


Kemudian kita akan sambung bagian bawah rangka meja dengan batang yang biasa dipakai untuk tempat meletakkan kaki.

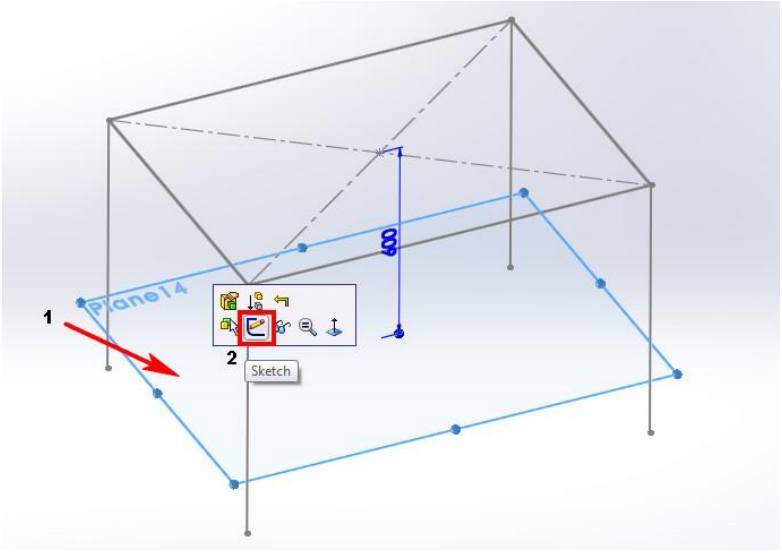
Pada tab **feature >** pilih **reference geometry > plane**



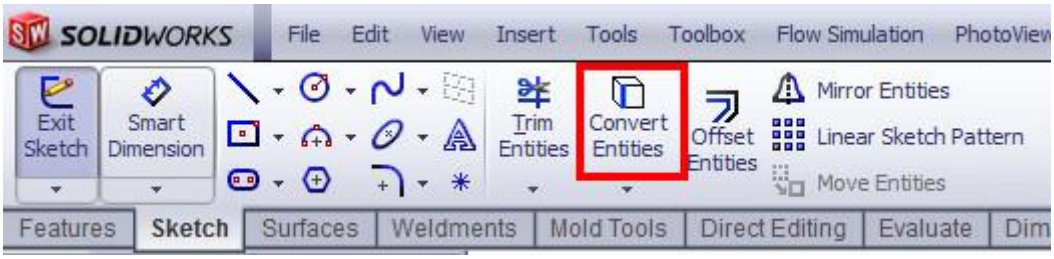
Expand(1) > pilih front plane(2) > misal palang tempat kaki jaraknya 600 mm dari rangka atas(3) > centang pada flip untuk membuat plane baru berada di bagian bawah rangka meja(4) > OK(5).



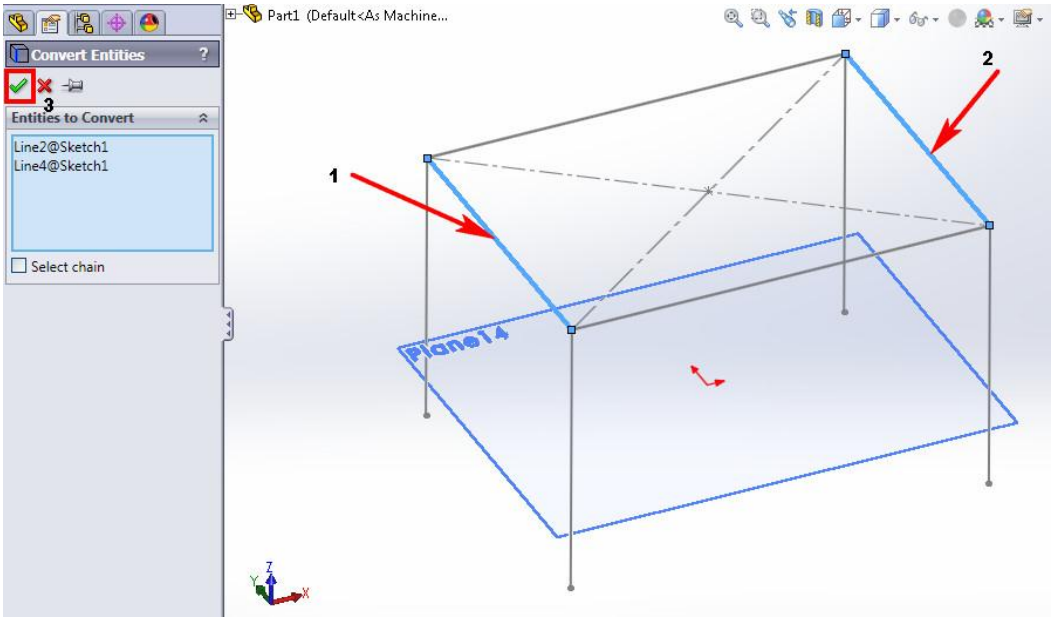
Klik kiri/kanan pada **plane** yang telah dibuat tadi(1) > **sketch**(2).



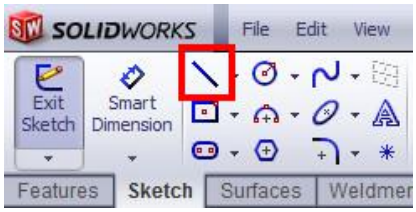
Pada tab **sketch** > pilih **convert entities**.



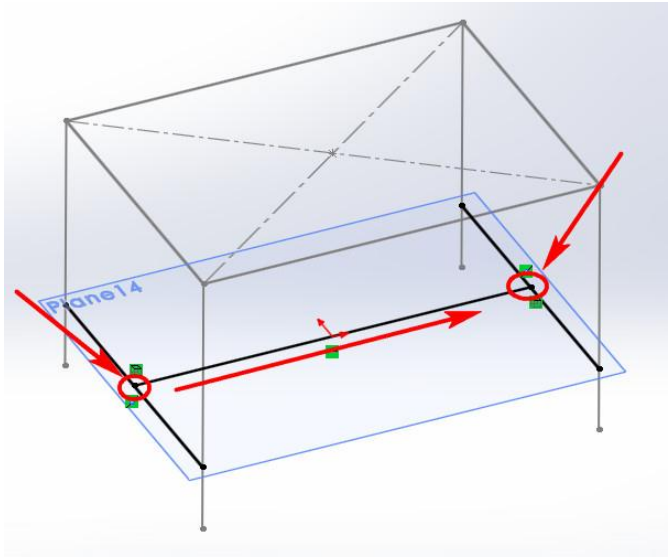
Klik pada garis 1 & 2, lalu OK.



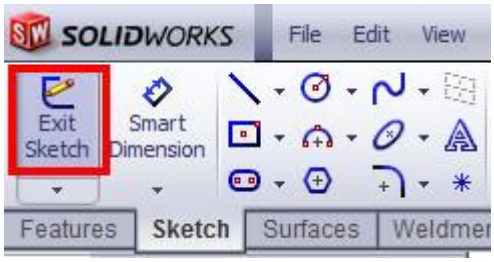
Kemudian pilih **line**



Lalu buatlah garis melintang di antara 2 garis hasil convert entities yang telah dibuat tadi seperti gambar berikut.



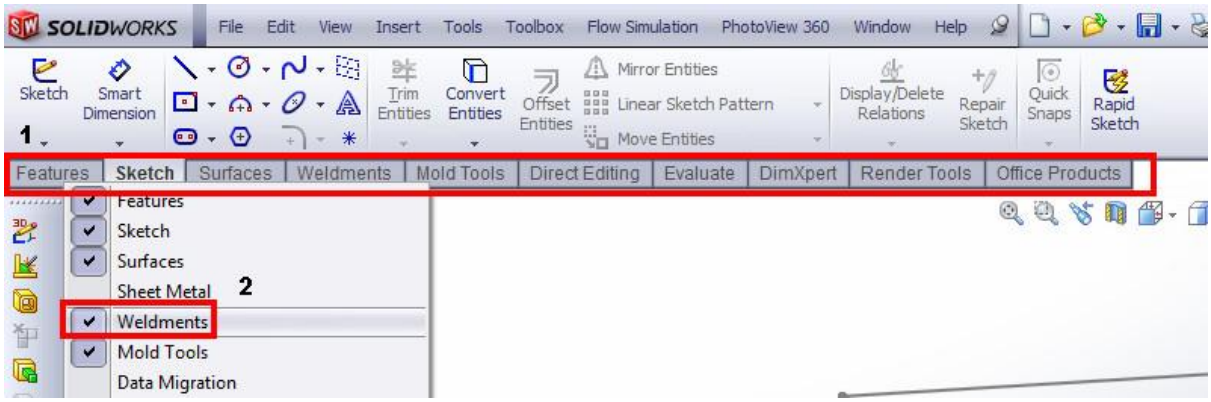
Exit sketch.



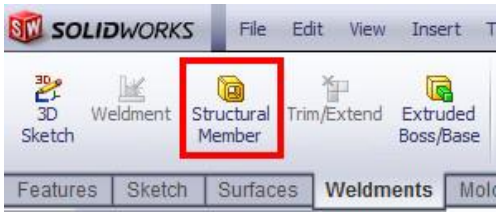
Garis – garis referensi rangka meja telah selesai dibuat, selanjutnya kita akan mulai melakukan perancangan rangka meja.

LANJUT KE WELDMENTS

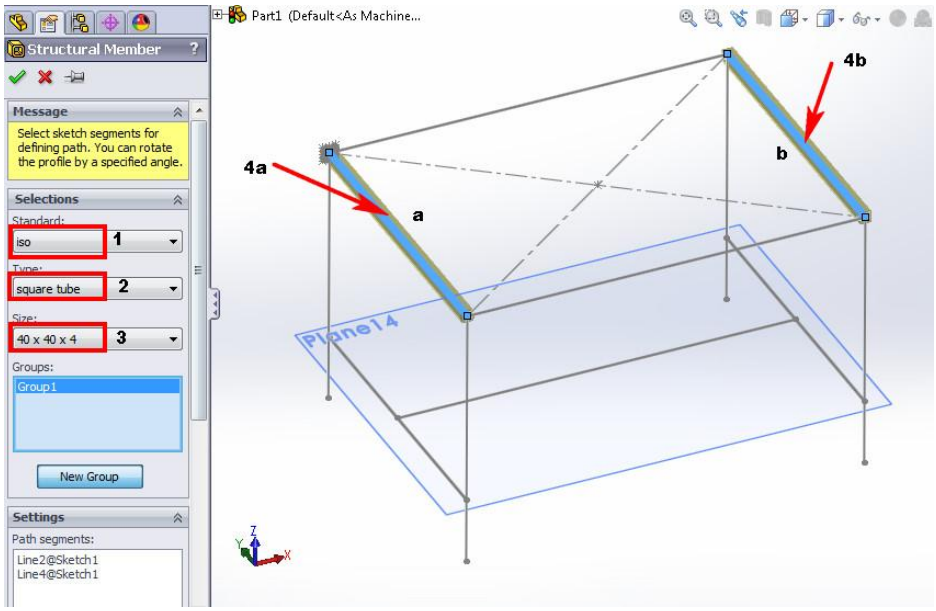
Pada **tab – tab** di bawah command (1) > klik kanan dan centang pada **weldments**(2) jika tab weldments belum ada.



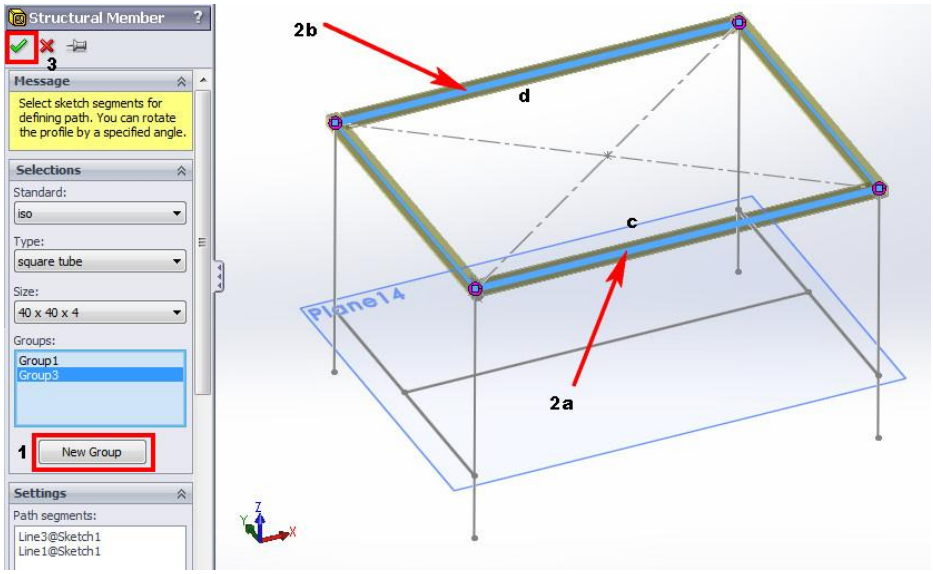
Pada tab **weldments** > pilih **structural member**. Kita akan mulai membuat rangkanya.



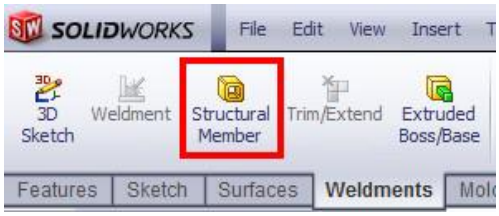
Pada **structural member**, pilih standar baku batang yang digunakan, misal ISO (1) > pilih jenis batang, misal batang kotak/**square** (2) > pilih ukuran batang, misal **40x40x4 mm** (3), kemudian klik pada garis a dan b (4a&4b), dan jangan klik centang/OK dulu.



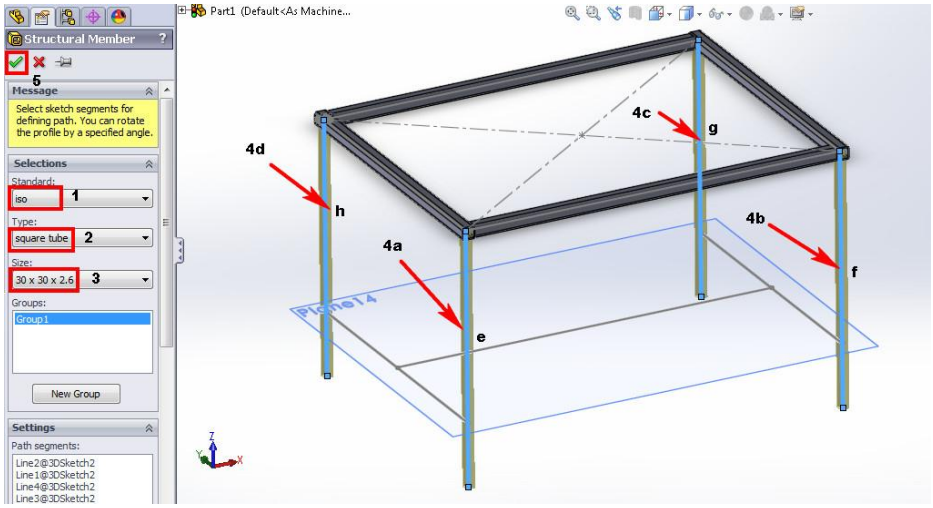
Selanjutnya, pilih **new group**(1) > klik garis c(2a) > klik garis d(2b) > centang/OK (3).



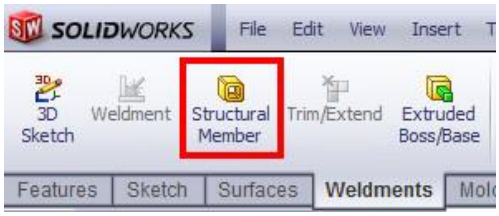
Kembali pada tab **weldments** > pilih **structural member**. Kita akan mulai membuat kaki – kaki.



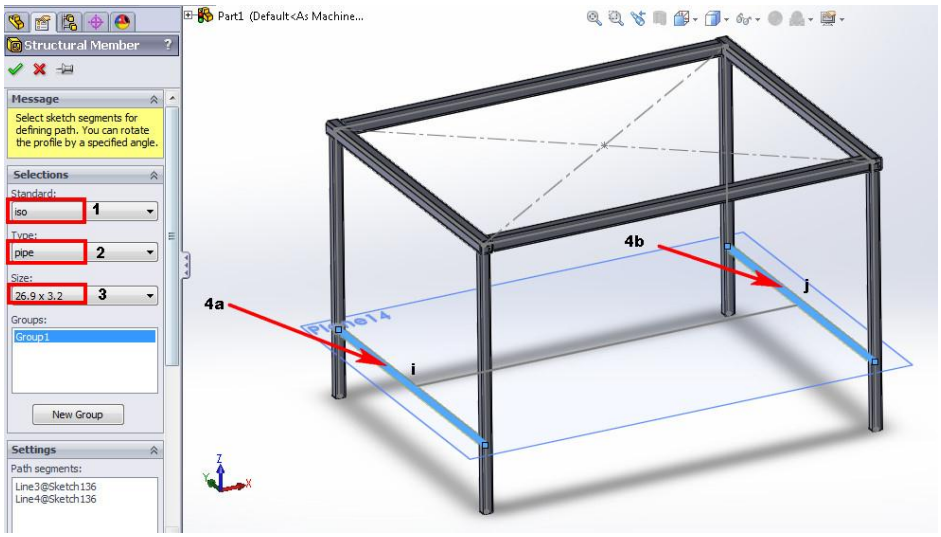
Cara sama dengan pembuatan rangka penopang, hanya saja kali ini memakai ukuran yang lebih kecil, yaitu : **30x30x2,6 mm**. Pilih standar ISO(1) > pilih jenis batang, misal sama dengan sebelumnya, yaitu **square**(2) > atur ukurannya, yaitu : 30x30x2,6 mm(3) > kemudian klik garis e,f,g,h (4a-4d) > centang/OK(5).



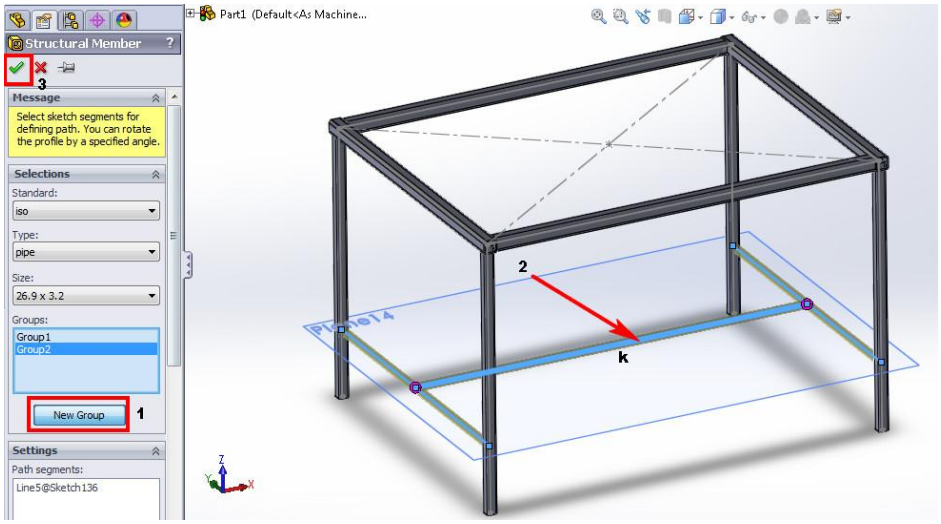
Kembali pada tab **weldments** > pilih **structural member**. Kita akan membuat bridge, atau batang penghubung yang biasa digunakan untuk tempat kaki selonjoran sekaligus berfungsi sebagai penguat kaki-kaki meja agar tidak mleyot.



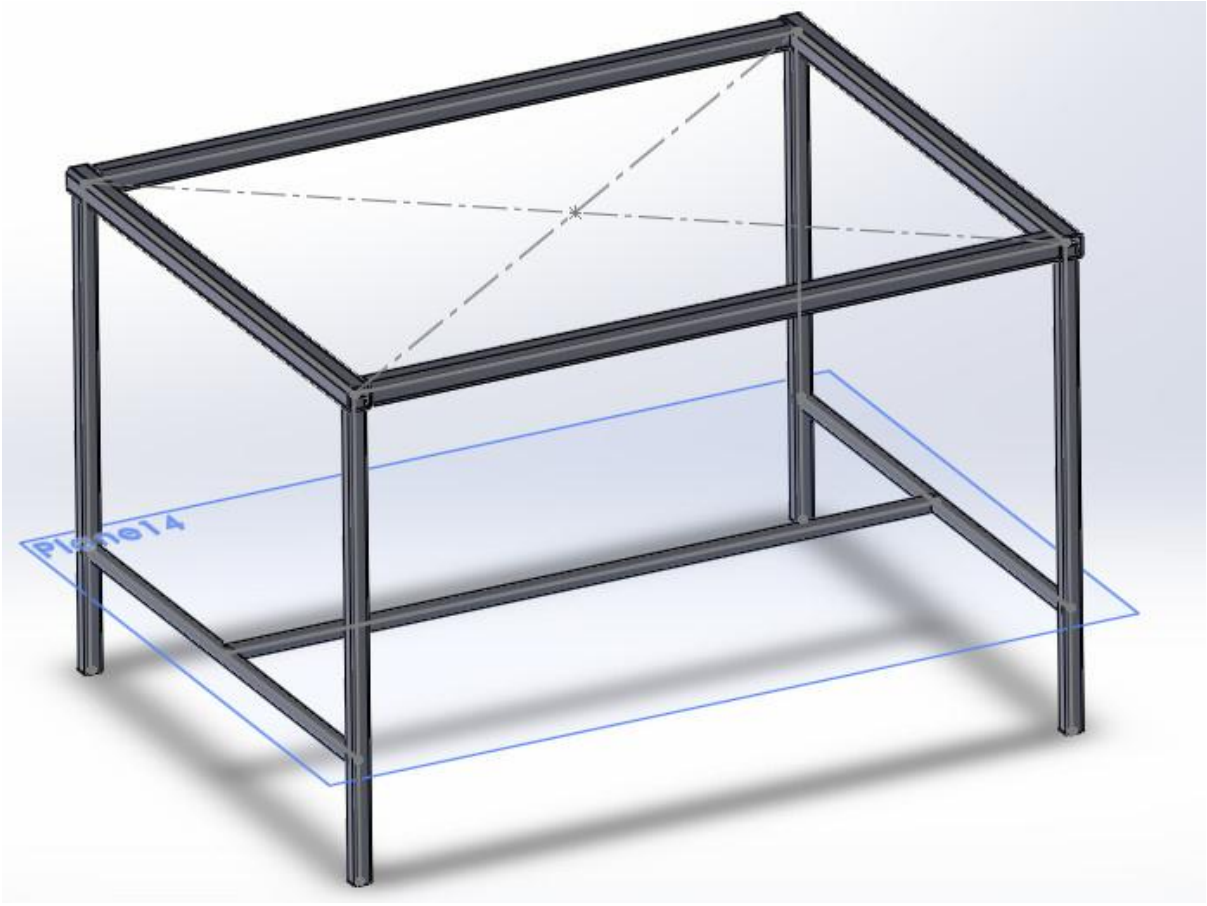
Sama dengan langkah sebelumnya, pilih standar ISO(1) > pilih jenis batang, kali ini menggunakan **pipa** silindris(2) > atur ukurannya, pipa ini pakai ukuran **26,9x3,2mm**(3) > klik garis i (4a) > klik garis j (4b), dan jangan klik centang/OK dulu.



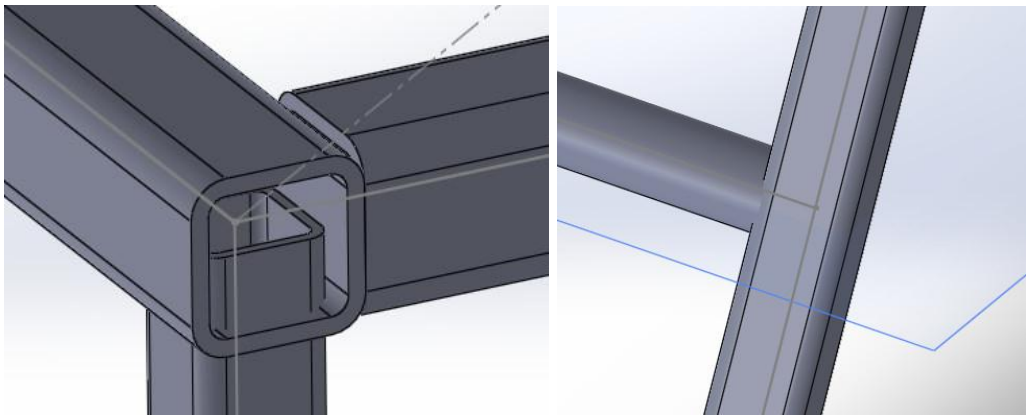
Pilih **new group**(1) > klik garis k(2) > centang/OK(3).



Dan berikut adalah wujud rangka meja yang telah dibuat.

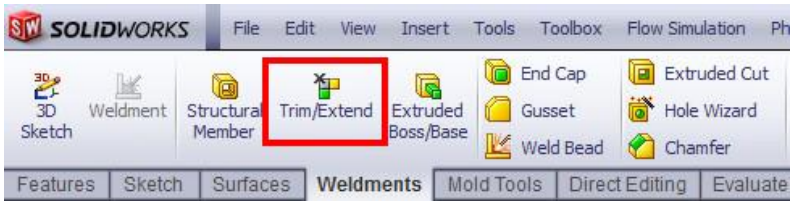


Namun rangka tersebut masih belum jadi, karena sambungan antar batang masih belum menyatu dengan baik, seperti gambar berikut.

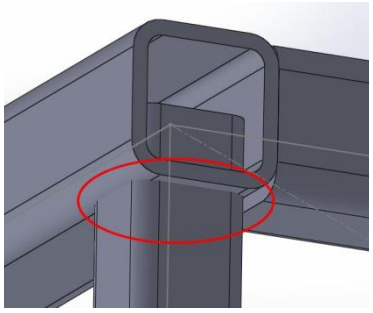


Maka dari itu perlu dilakukan pemotongan (trim).

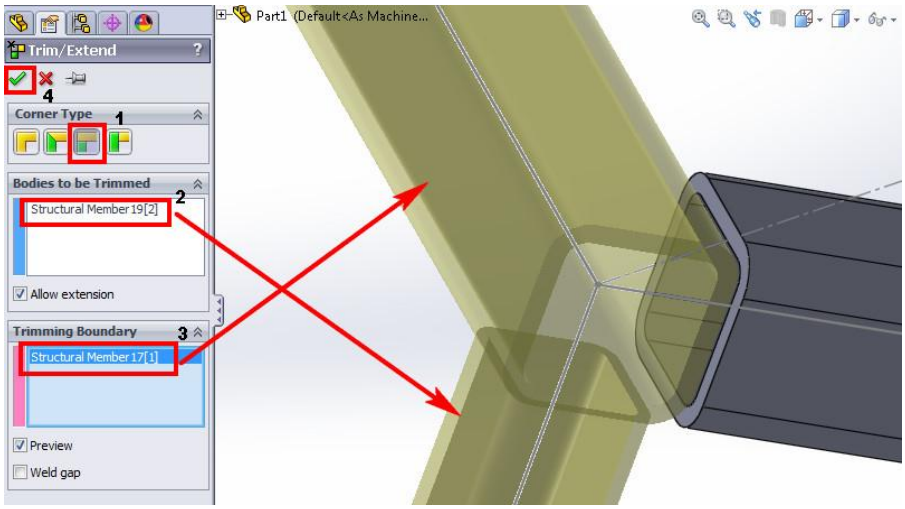
Pada tab **weldments** > pilih **trim/extend.**



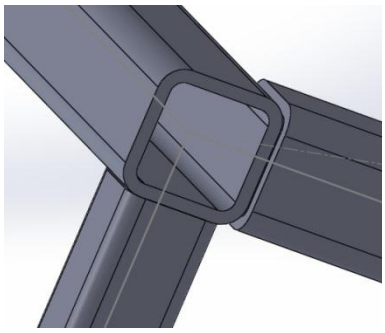
Bagian yang akan dipotong pertama – tama adalah keempat kaki meja. Keempat kaki tersebut menembus rangka penopang atas.



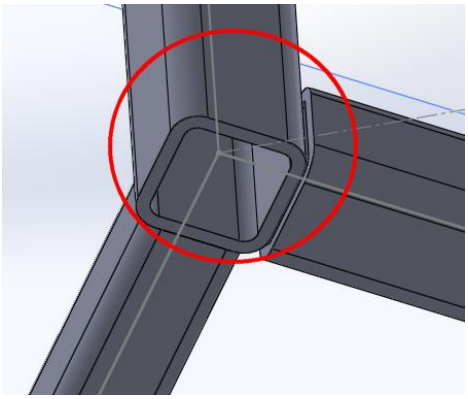
Pada **corner type**, pilih **end butt**(1) > klik kaki meja(2) > klik salah satu batang penopang(3) > centang/OK(3).



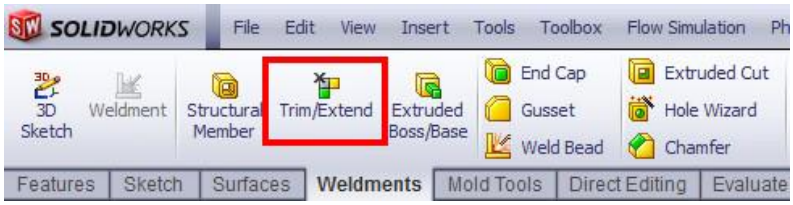
Berikut adalah batang kaki meja yang telah dipotong. Lakukan pada ketiga kaki yang lain.



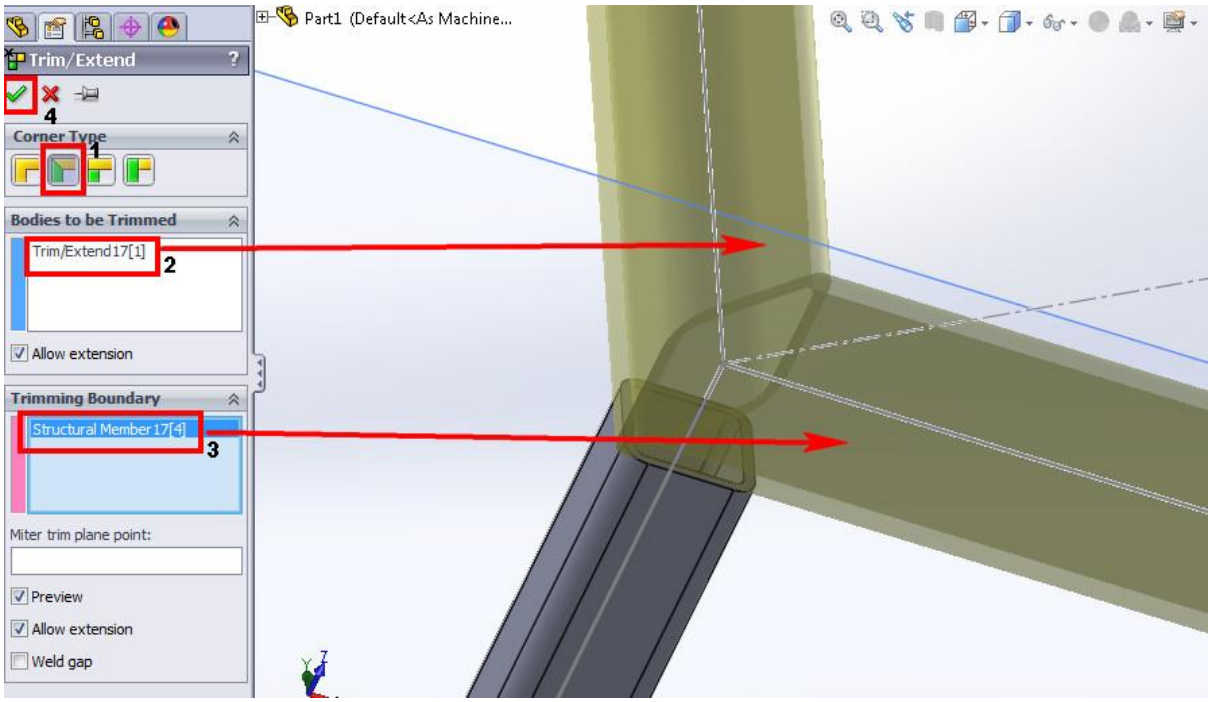
Kemudian kita akan menyatukan keempat batang pada rangka penopang atas menjadi 1. Bagian yang akan disatukan adalah bagian berikut. Keempat bagian itu masih belum menyatu dengan baik.



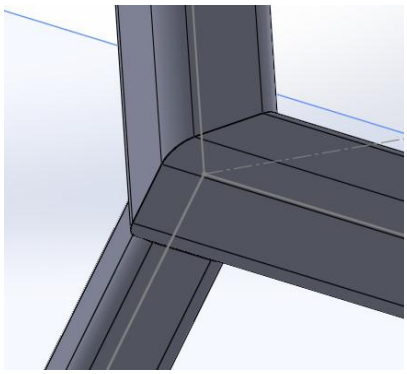
Pada tab **weldments** > pilih **trim/extend**.



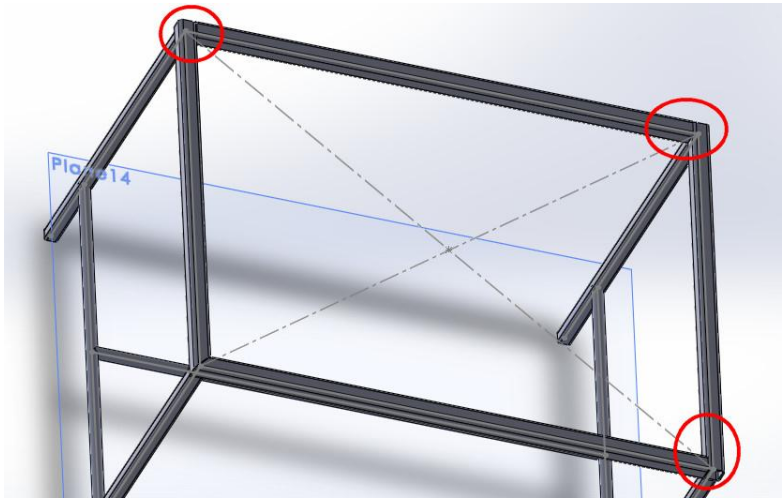
Pada **corner type**, pilih **end mitter**(1) > klik pada masing – masing batang penopang yang masih belum menyatu (2&3) > > centang/OK(4).



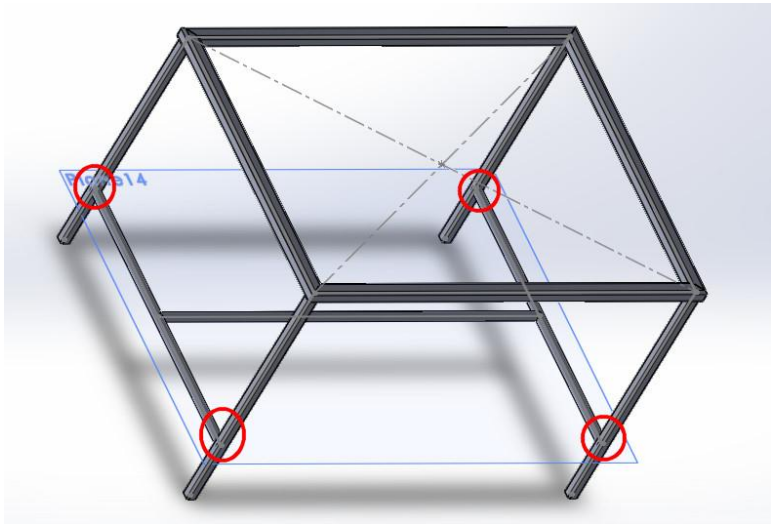
Dan berikut adalah batang penopang yang telah menyatu dengan baik.



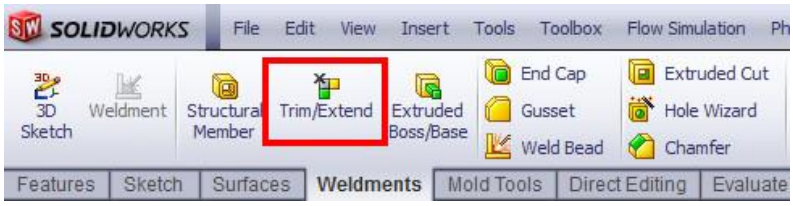
Lakukan pemotongan pada 3 sektor yang tersisa.



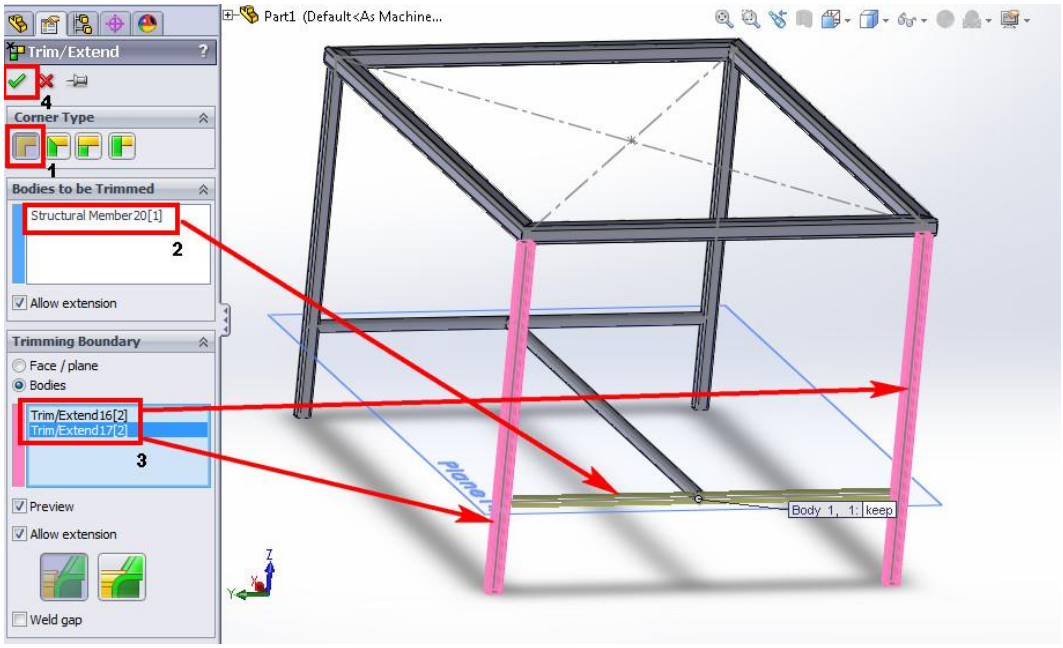
Bagian lain yang masih belum menyatu dengan baik adalah keempat ujung bridge. Sedangkan batang tengah yang menghubungkan bridge tersebut telah menyatu, sehingga hanya tersisa keempat ujung saja yang harus dipotong(trim), seperti ditunjukkan gambar berikut.



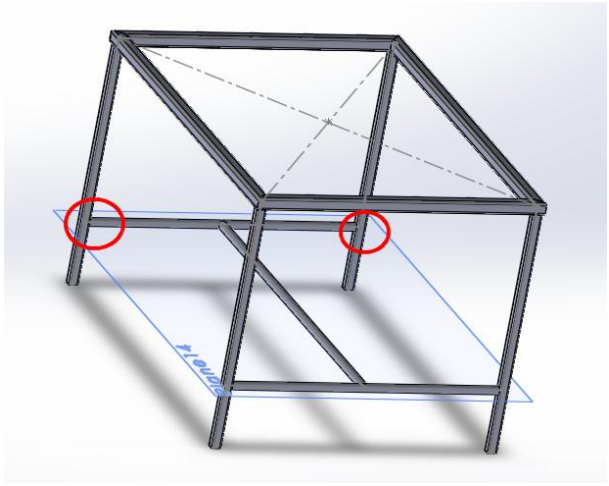
Pada tab **weldmens** > pilih **trim/extend.**



Pada **corner type**, pilih **end trim**(1) > klik batang melintang(2) > klik kedua kaki meja(3) > centang/OK(4).

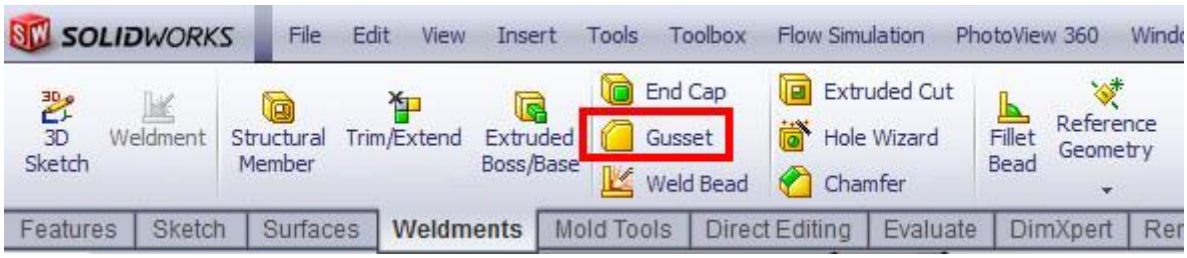


Lakukan hal yang sama terhadap kedua sektor yang tersisa.

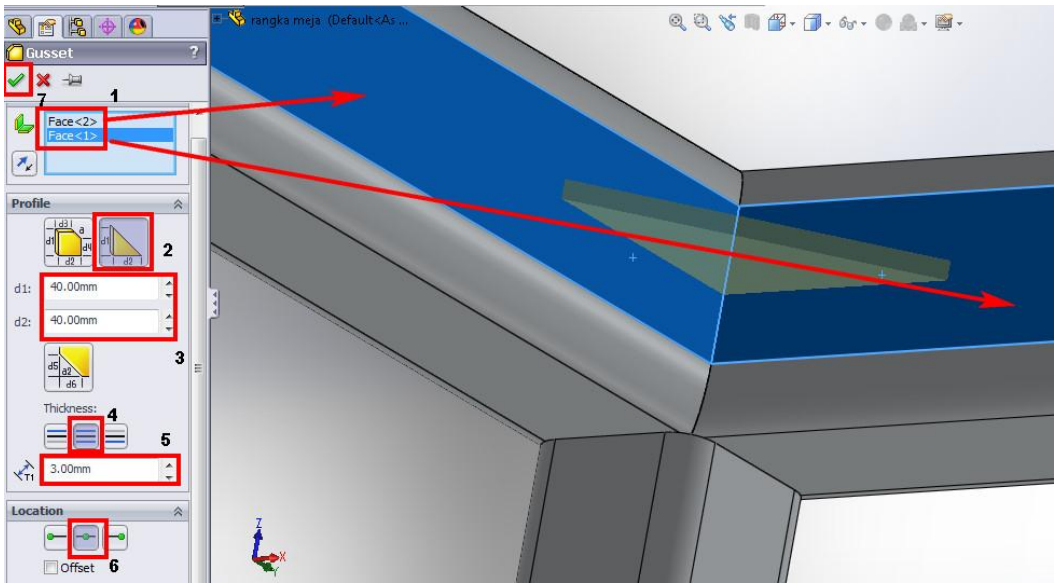


Jangan lupa simpan pekerjaan anda, klik **rebuild**(1) > **save** (2).

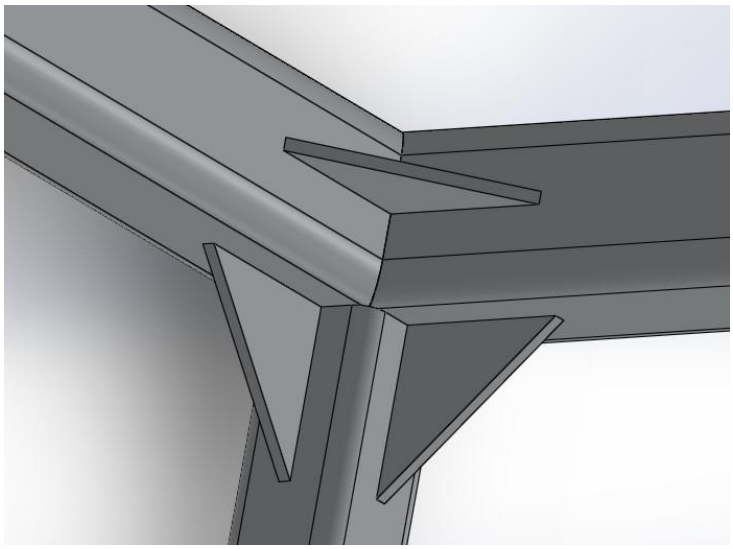
Kemudian, berilah plat penguat pada sudut sambungan. Pada tab **weldments**, pilih **gusset.**



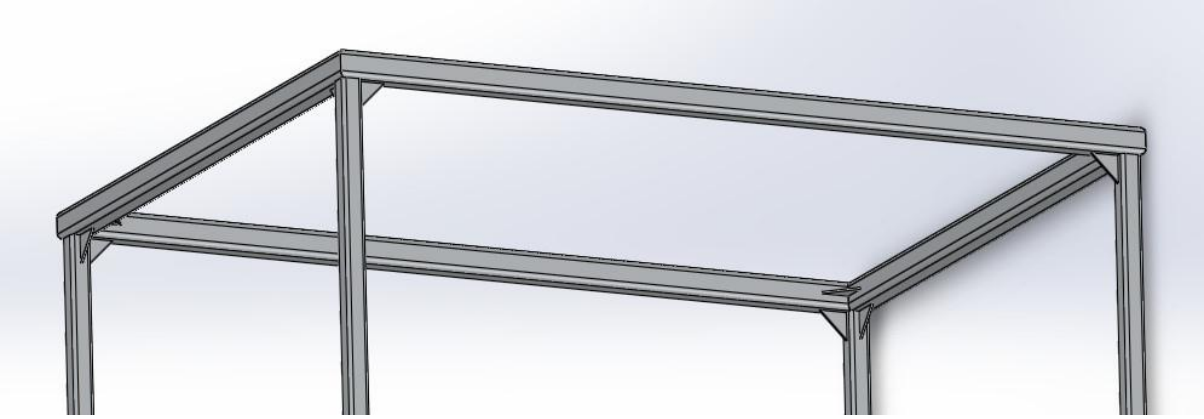
klik face pada masing – masing batang yang berpotongan(1) > pilih geometri segitiga(2) > atur dimensi plat penyangga tersebu, misal 40x40mm(3) > pilih tengah (4) > atur ketebalan plat penyangga tersebut, misal 3 mm(5) > pada **location**, pilih tengah(6) > centang/OK(7).



Lakukan hal yang sama pada sudut antara kaki meja dengan penopang hingga terbentuk seperti gambar berikut.

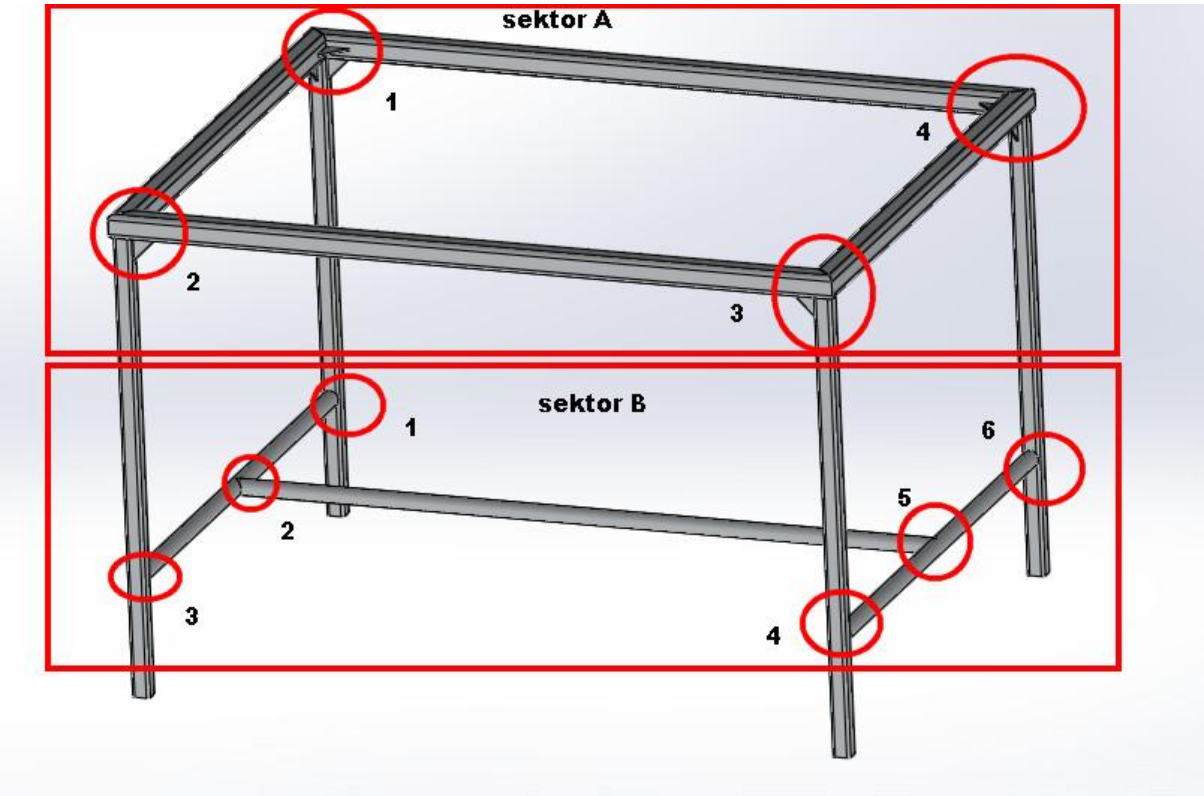


Lakukan hal yang sama pada ketiga sambungan yang tersisa hingga semua sambungan pada rangka atas memiliki plat penyangga, seperti ditunjukkan gambar berikut.



Sekarang mulai mengelas.

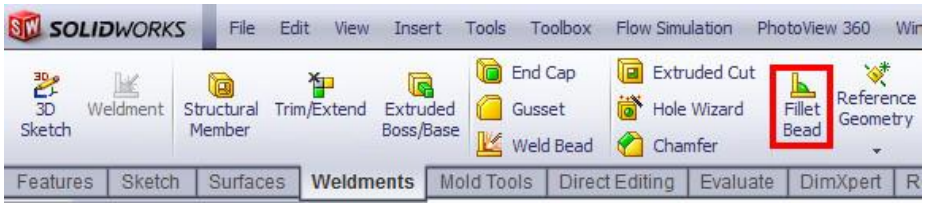
Bagian – bagian yang harus dilas antara lain bagian – bagian yang ditunjukkan gambar berikut, terdiri dari sektor A dan sektor B.



Ada 4 bagian pada sektor A yang harus dilas. setiap bagian tersebut terdiri dari 3 sambungan ditambah gusset. Dan ada 6 bagian pada sektor B yang harus dilas, namun tiap bagian pada sektor B tersebut hanya 1 sambungan tanpa gusset.

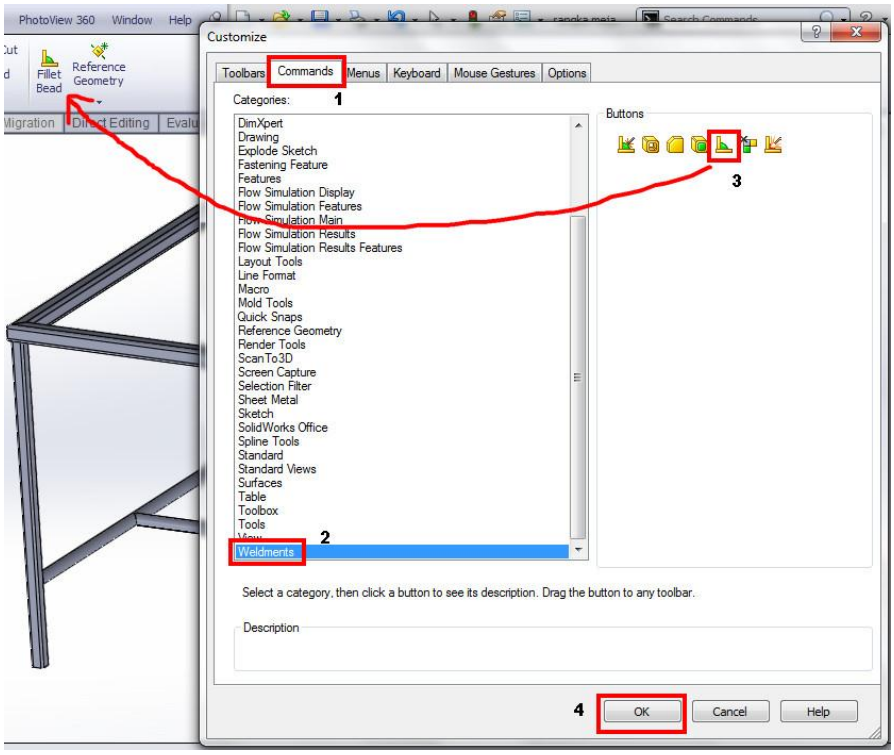
SEKTOR A

Kita mulai pengelasan di sektor A. Pertama sambungan pada rangka penopang. Sebelumnya, pastikan toolbar **fillet bead** ada pada tab weldments.

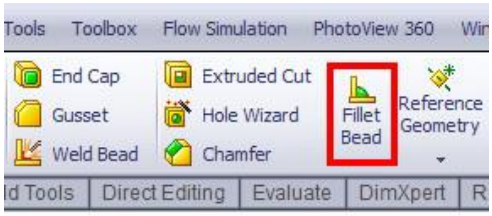


Jika belum ada, buka **customize.**

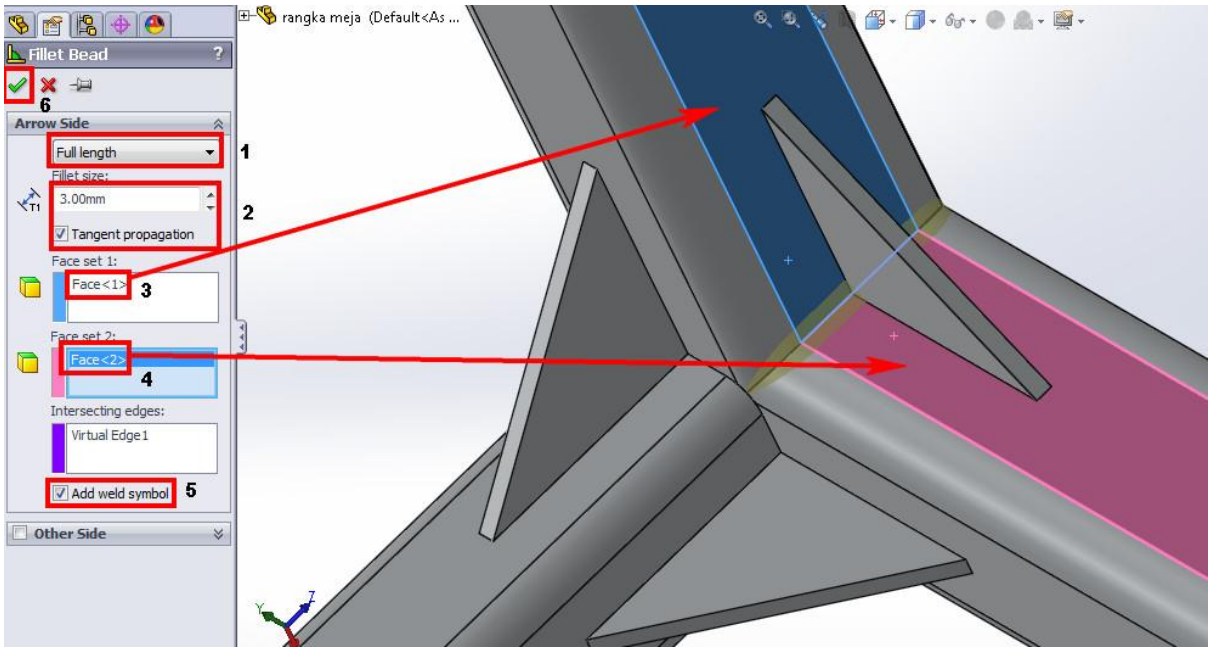
Pada customize, masuk tab **command**(1) > pilih **weldments**(2) > lalu drag fillet bead ke interface solidworks(3) > OK(4).



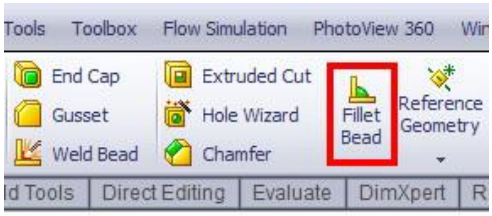
Sekarang, klik **fillet bead** tersebut.



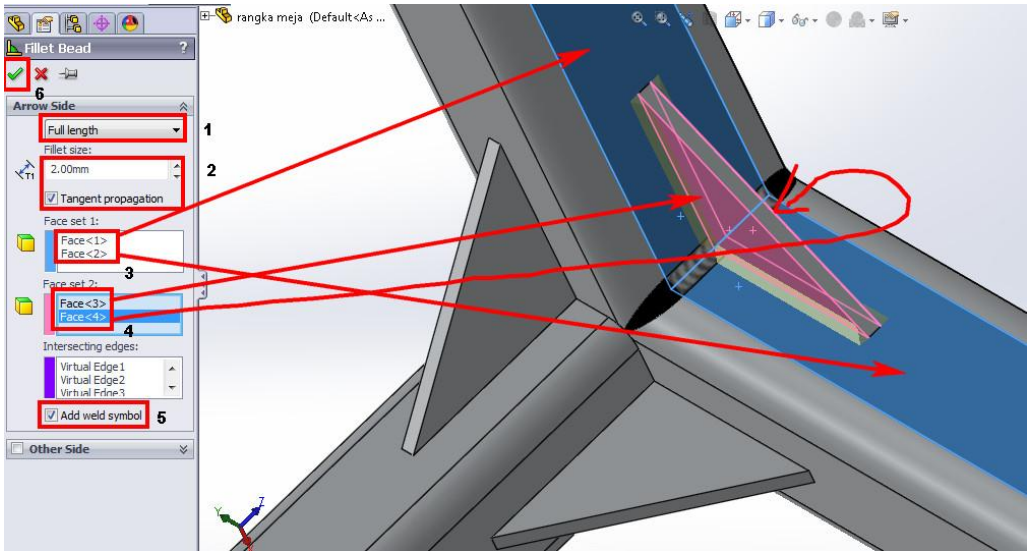
Pilih **full length**(1) > atur radius las-lasan, misal 3 mm dan centang **tangent propagation**(2) > klik permukaan batang (3) > klik permukaan batang(4) > centang **add weld symbol**(5) > centang/OK(6).



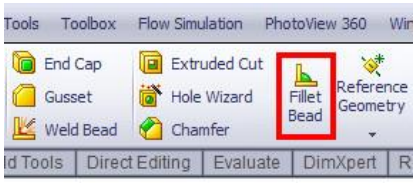
Selanjutnya,bagian gusset pada penopang. Klik **fillet bead**.



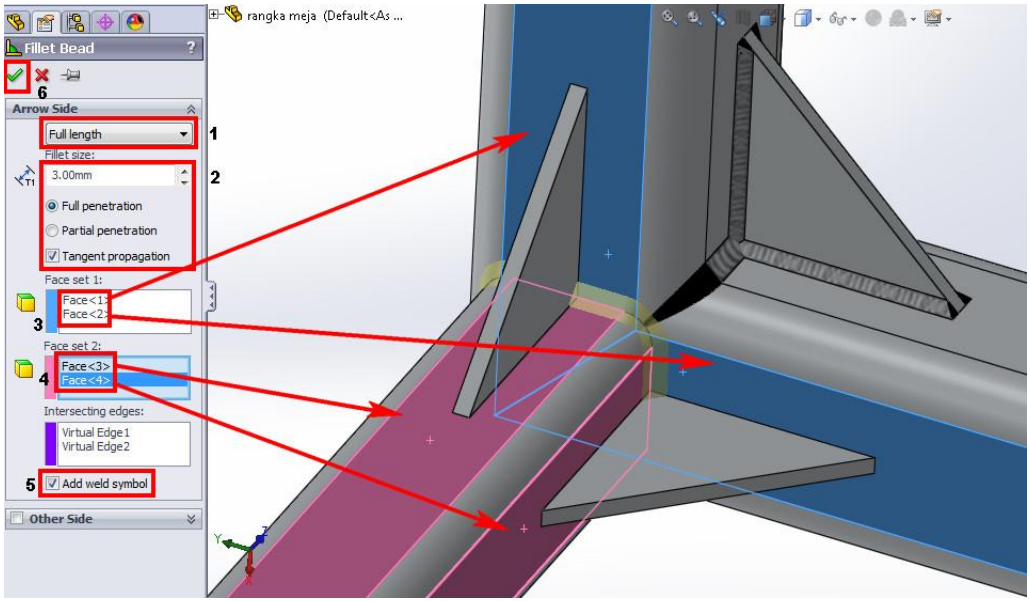
Kemudian pilih **full length**(1) > atur radius las-lasan, misal 2 mm dan centang **tangent propagation**(2) > klik 2 face pada penopang(3) > klik 2 face pada **gusset** (4) > centang **add weld symbol**(5) > centang/OK(6).



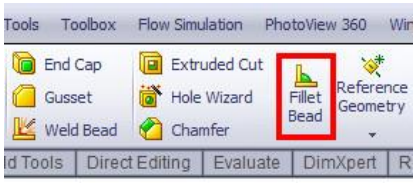
Selanjutnya, kaki meja. Klik **fillet bead**.



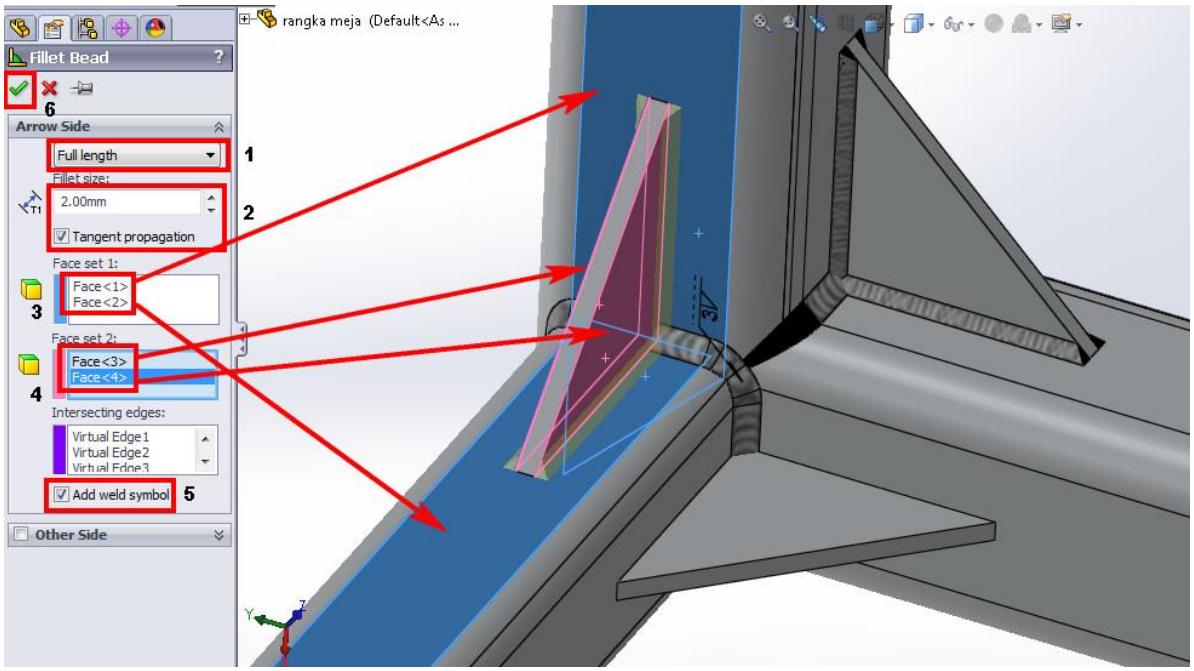
Pilih **full length**(1) > atur radius las-lasan, misal 3 mm klik **full penetration** dan centang **tangent propagation**(2) > klik 2 face pada penopang(3) > klik 2 face pada **gusset** (4) > centang **add weld symbol**(5) > centang/OK(6).



Selanjutnya, gusset pada kaki meja. Klik **fillet bead**.

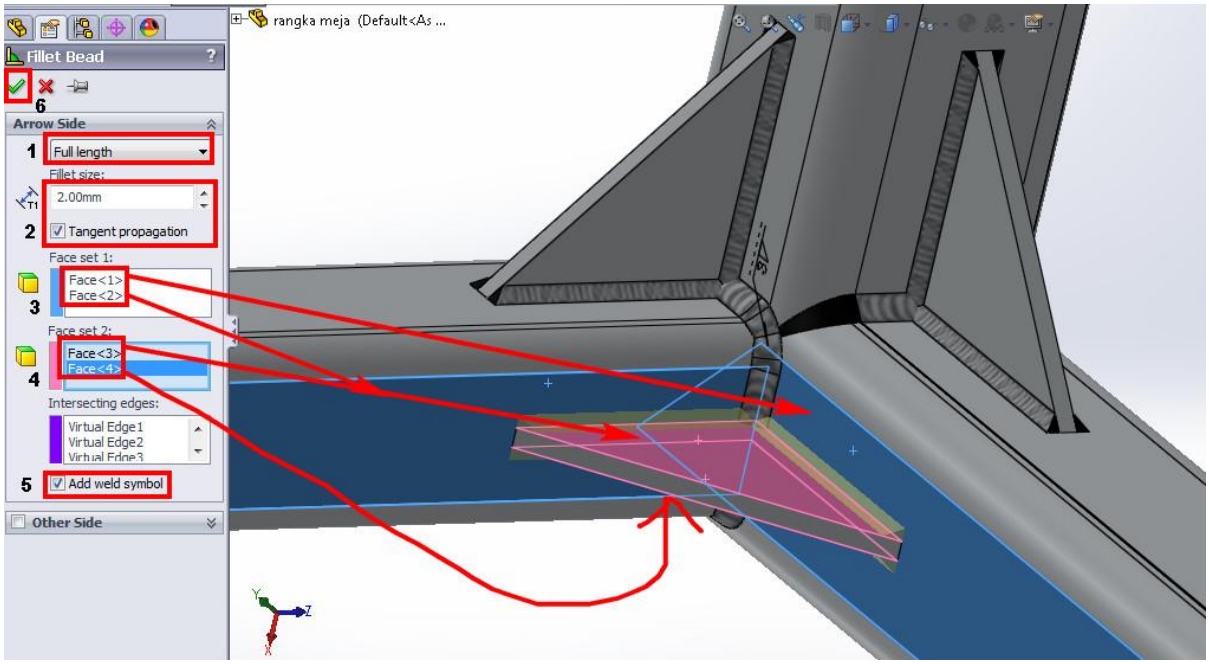


Pilih **full length**(1) > atur radius las-lasan, misal 2 mm dan centang **tangent propagation**(2) > klik 2 face, 1 pada penopang, 1 lagi pada kaki meja (3) > klik 2 face pada **gusset** (4) > centang **add weld symbol**(5) > centang/OK(6).

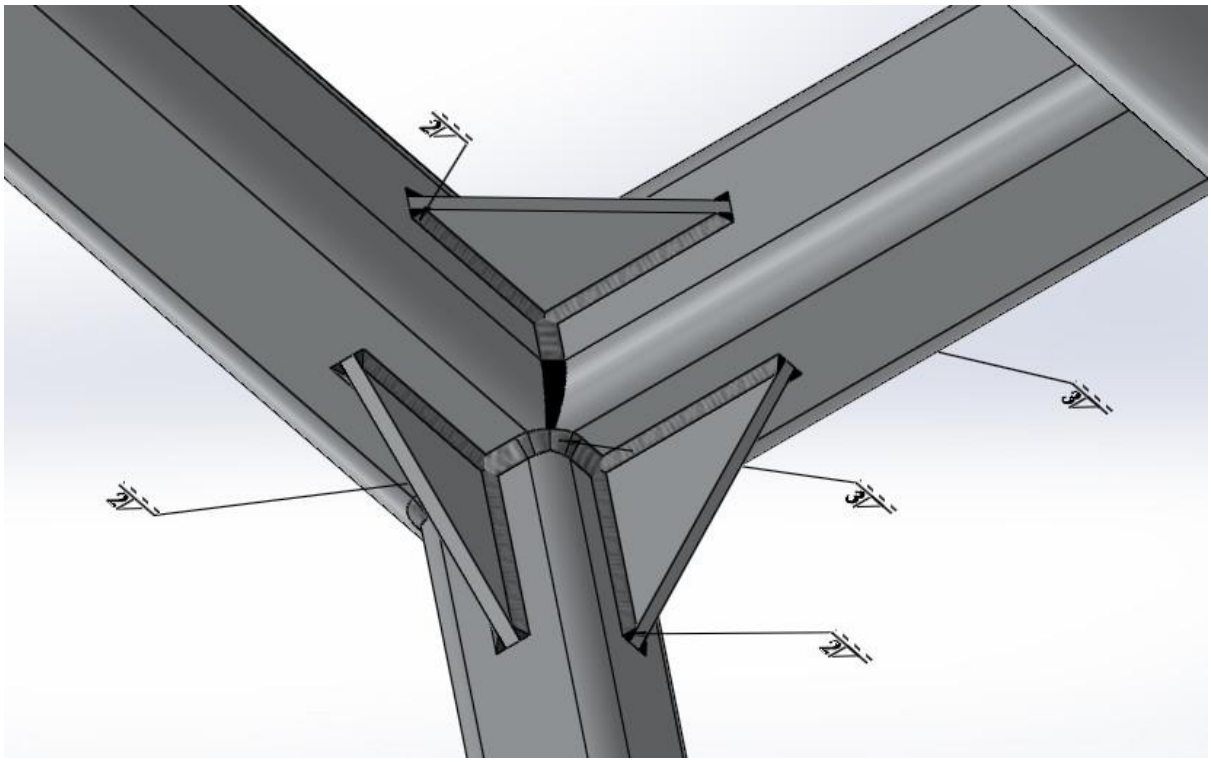


Selanjutnya, gusset pada kaki meja satunya. Klik **fillet bead**.

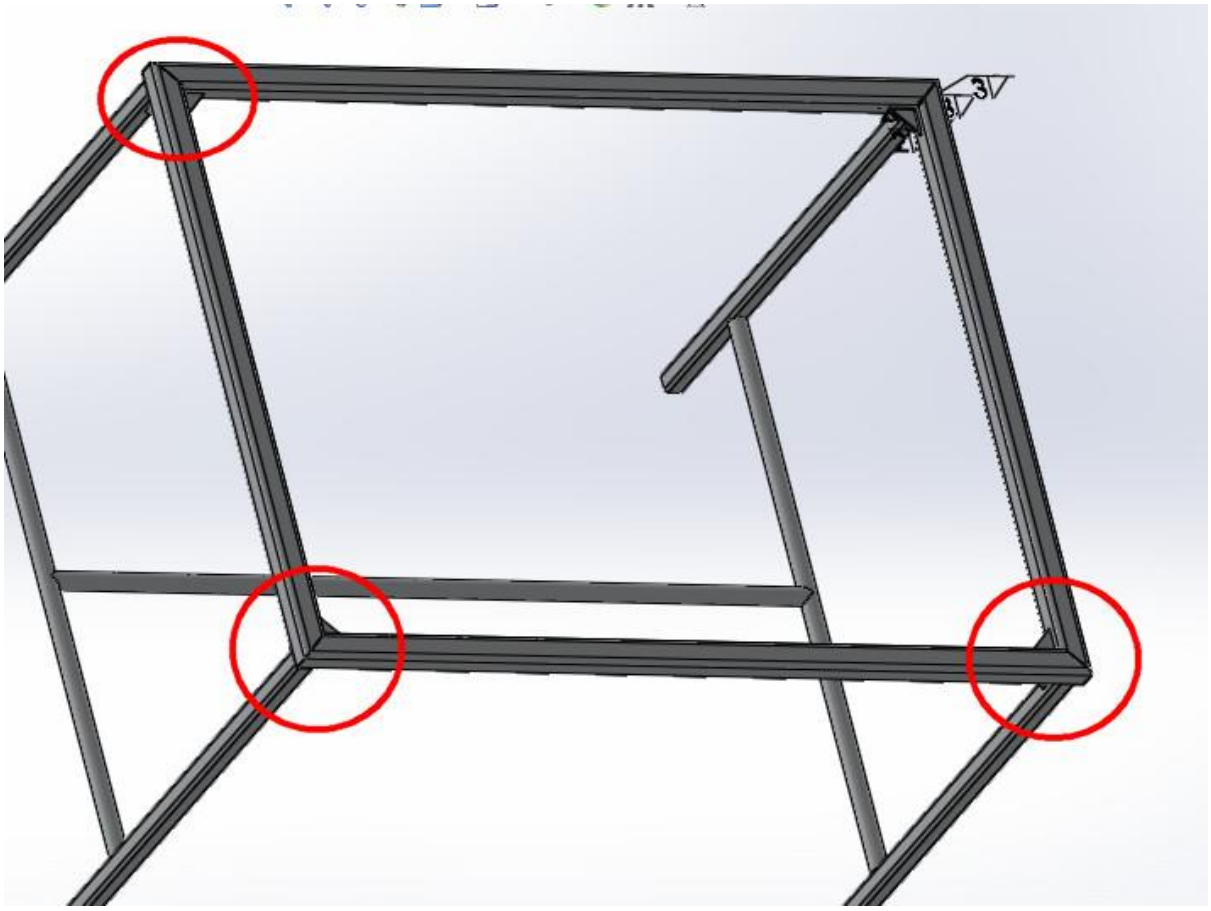
Pilih **full length**(1) > atur radius las-lasan, misal 2 mm dan centang **tangent propagation**(2) > klik 2 face, 1 pada penopang, 1 lagi pada kaki meja (3) > klik 2 face pada **gusset** (4) > centang **add weld symbol**(5) > centang/OK(6).



Berikut adalah hasil las-lasan yang telah terbentuk.

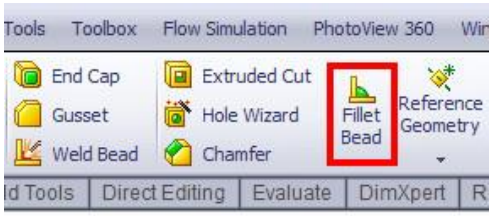


Lakukan hal yang sama pada 3 bagian tersisa pada sektor A

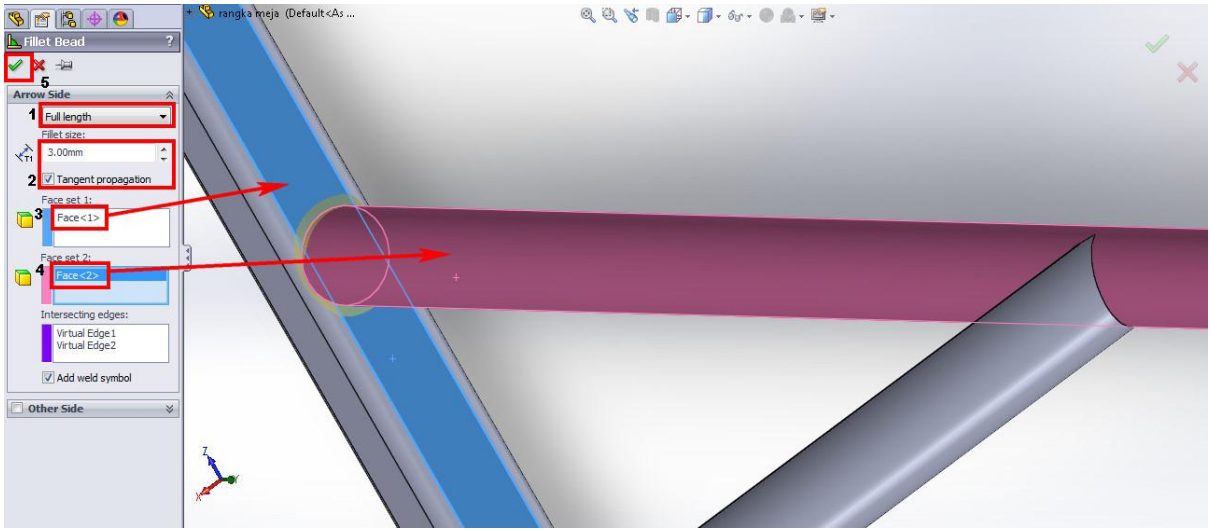


SEKTOR B

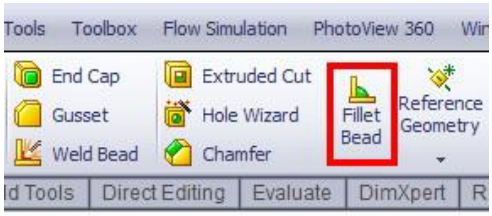
Klik **fillet bead**



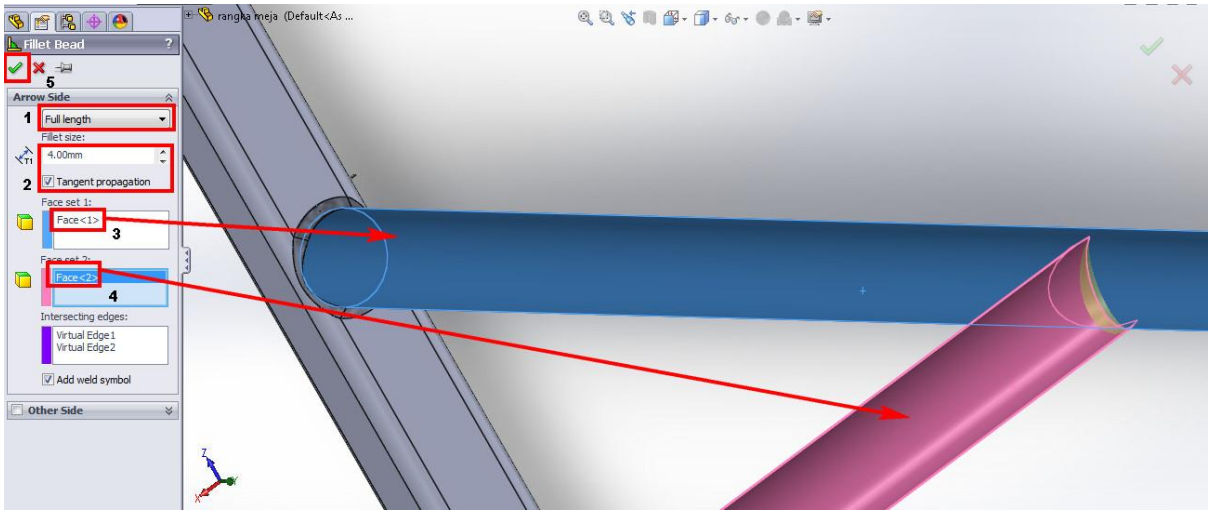
Kemudian pilih full length(1) > atur radius, misal 3 mm dan centang **tangent propagation**(2) > pada face 1, pilih face pada kaki meja(3) > pada face 2, pilih batang bridge(4) > centang pilihan **add weld symbol** > centang/OK(5).



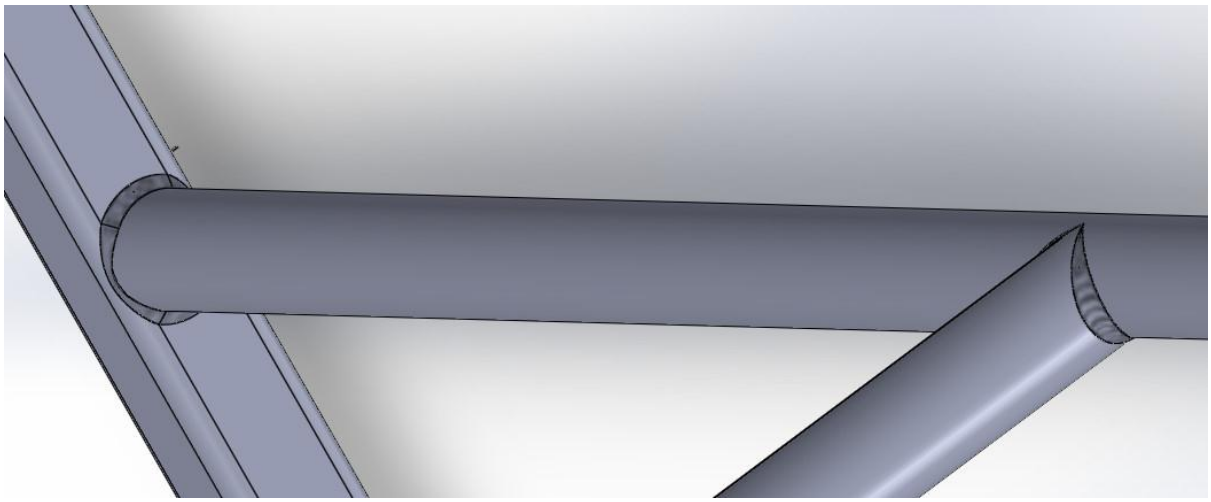
Klik **fillet bead**



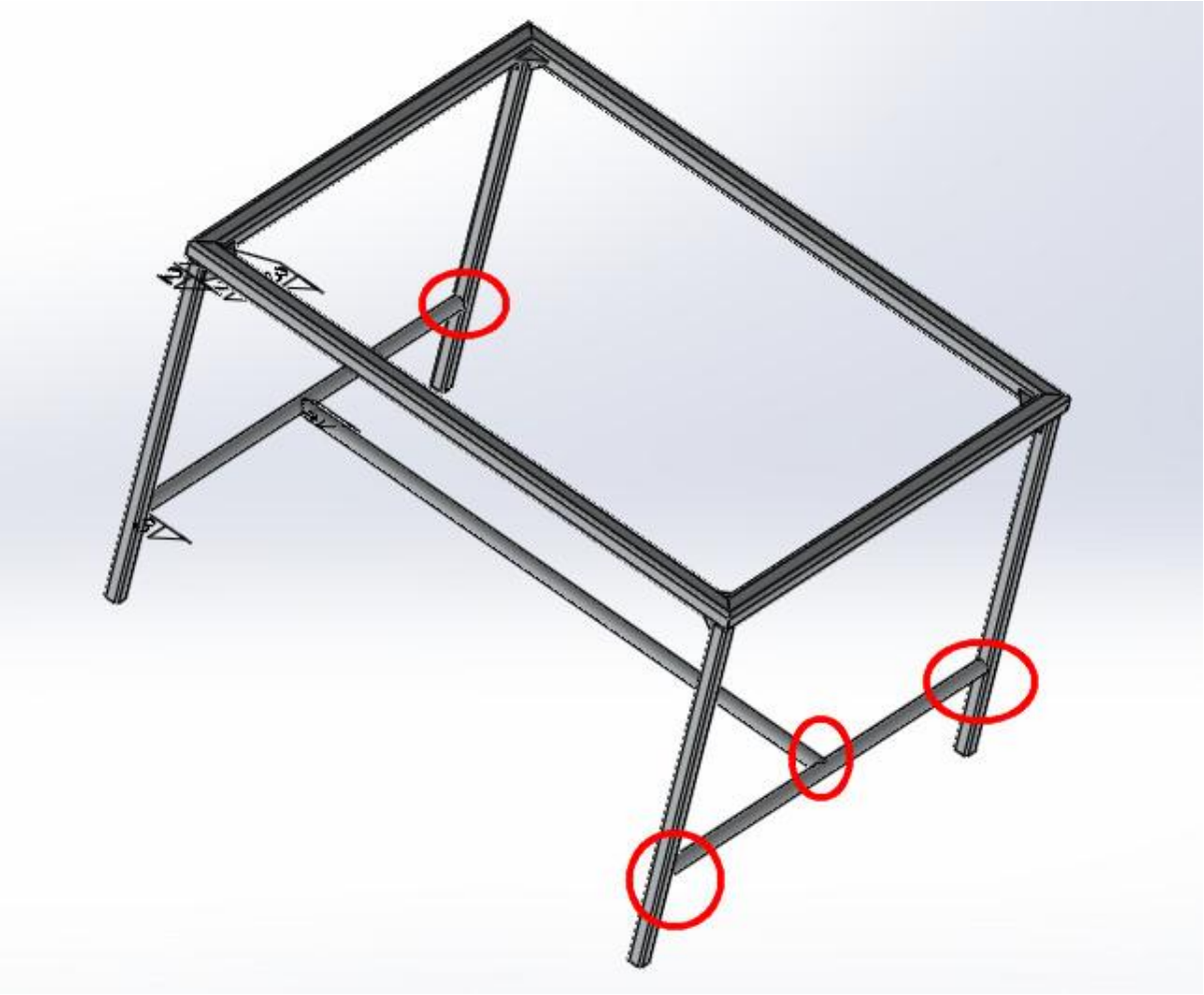
Sekarang memberikan sambungan las pada batang melintang pada bridge. Pilih **full length**(1) > atur radius las , misal 4 mm dan **centang tangent propagation**(2) > pada face 1 pilih batang bridge yang terhubung dengan kaki meja(3) > pada face 2 pilih batang melintang pada bridge tersebut(4) > centang pada **add weld symbol** > centang/OK(5).



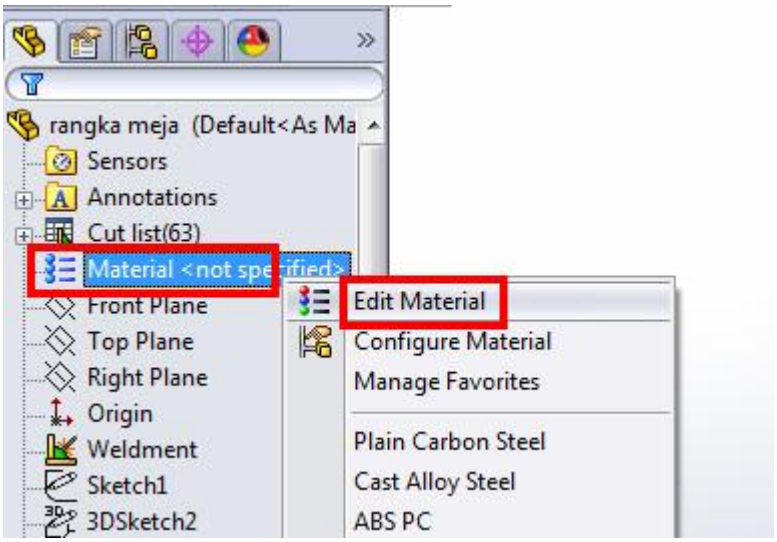
Berikut adalah wujud las-lasan yang telah dibentuk.



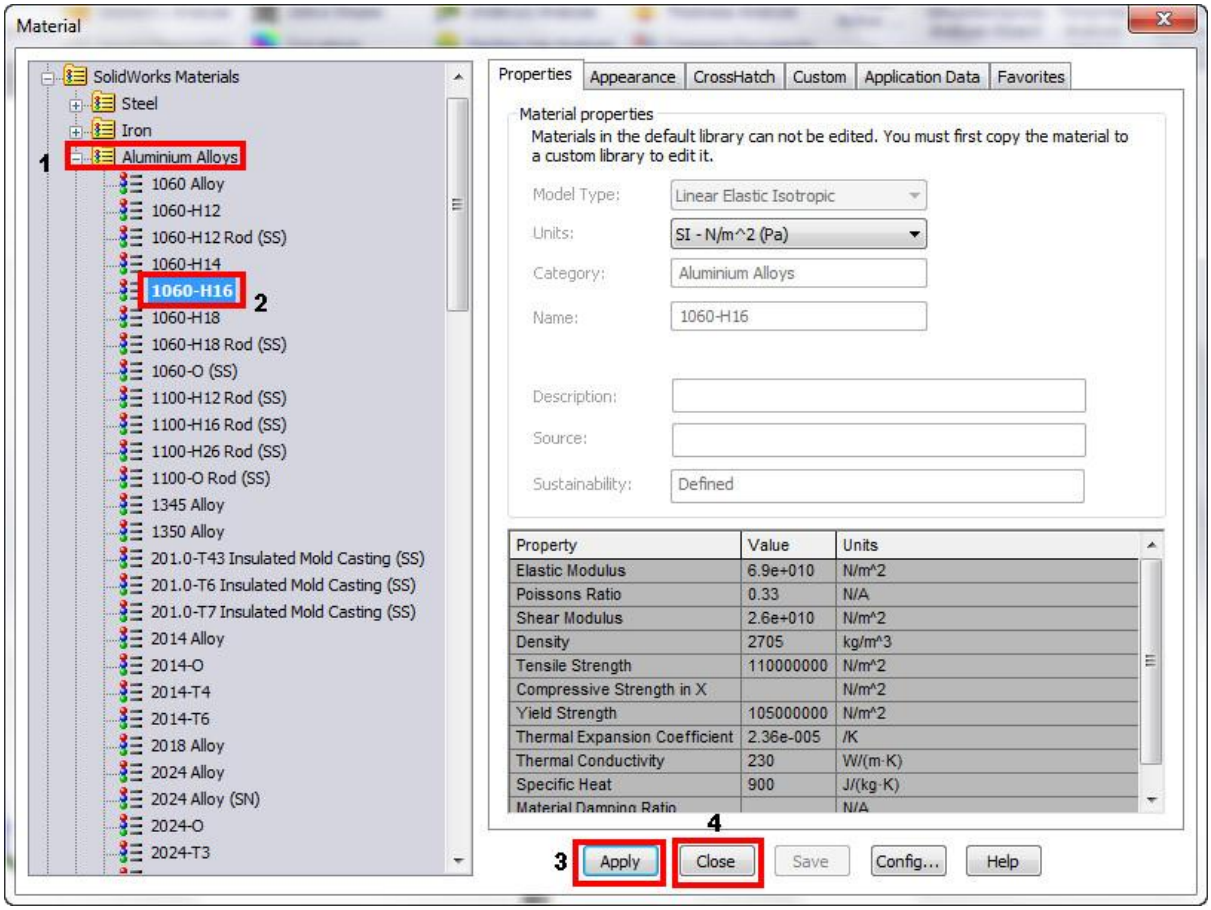
Lakukan hal yang sama pada keempat bagian di sektor B yang tersisa.



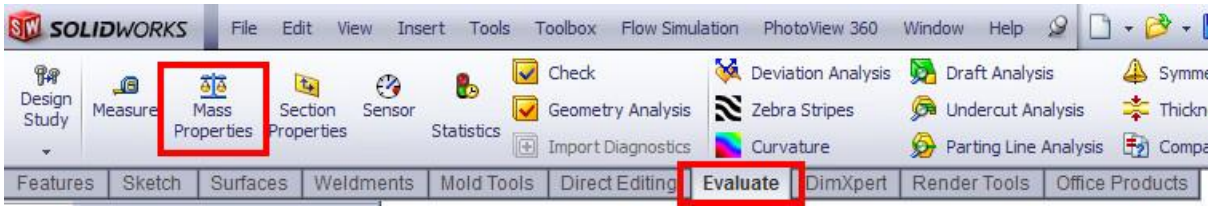
Kemudian kita tentukan materialnya, pada tree, klik kanan pada **material**(1) > **edit material**(2).



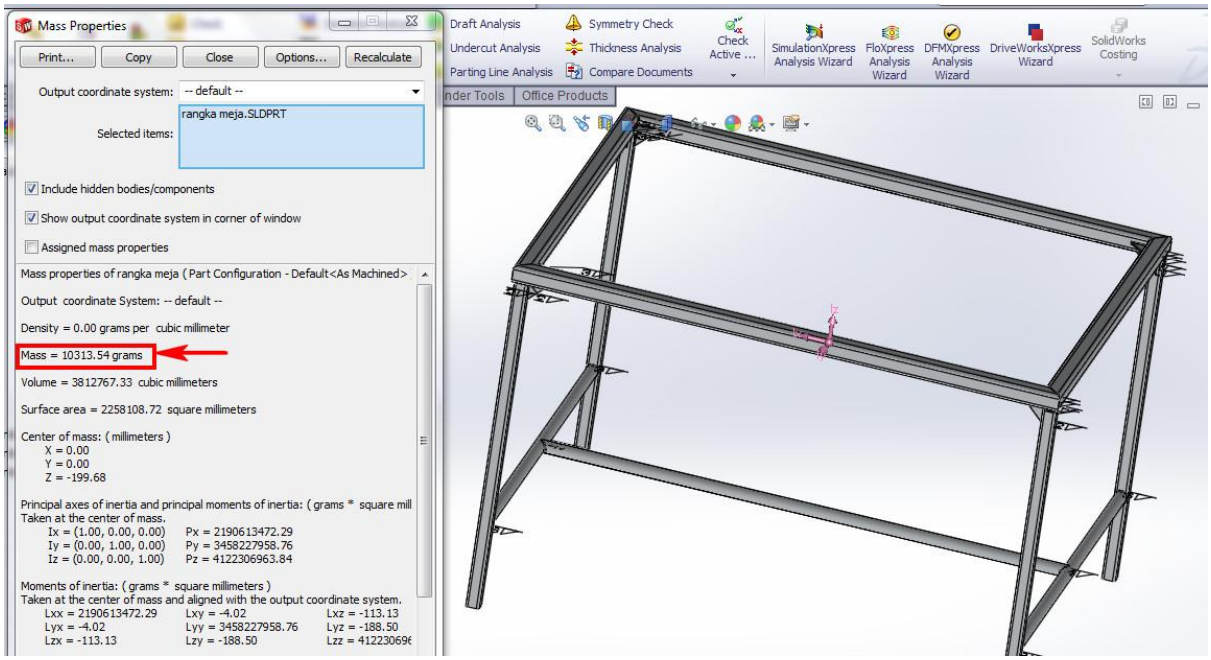
Misal, material yang digunakan adalah aluminium campuran(1) > misal pilih **aluminium 1060-H16**(2). Spesifikasi material pun sudah tertera di gambar berikut. Klik **apply**(3) dan **close**(4).

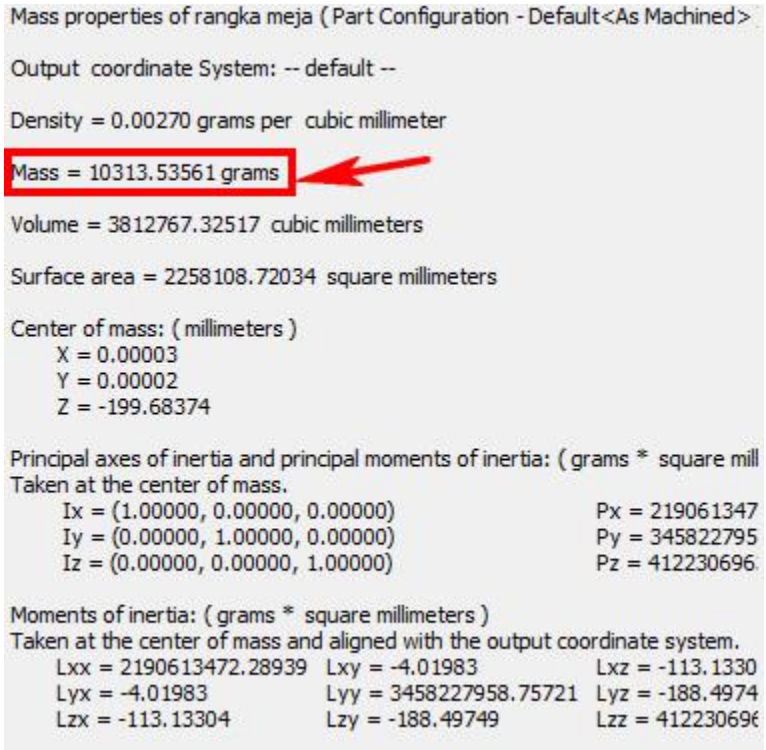


Sekarang kita ukur berapa massa dari rangka meja ini. Masuk pada tab **evaluate** > pilih **mass properties**.



Rangka meja ini memiliki massa 10313,53 gram (10,3 kg).





Nah, sekarang rangka meja anda telah jadi.

MODUL 2
PERANCANGAN PROSES

2.1. TUJUAN PRAKTIKUM

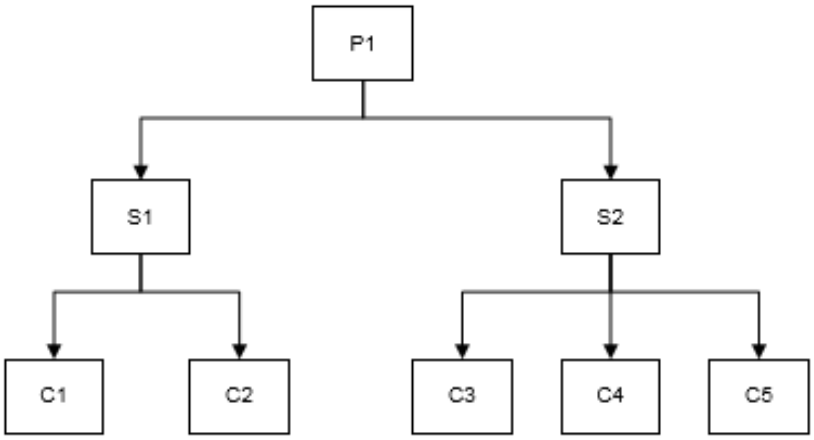
1. Praktikan mampu melakukan analisis data demand dan kapasitas mesin
2. Praktikan mengetahui konsep BOM, MPPC, *Flowchart*, dan *Assembly Chart* serta kegunaannya
3. Praktikan mampu menyusun BOM, MPPC, *Flowchart*, dan *Assembly Chart*
4. Praktikan mengetahui konsep dan mampu melakukan analisa perancangan proses untuk membuat suatu produk

2.2. LANDASAN TEORI

2.2.1. *BILL OF MATERIAL*

2.2.1.1 Pengertian

Struktur produk atau *Bill of Materials* (BOM) berisi informasi mengenai semua material, komponen, dan sub-assembly yang dibutuhkan untuk memproduksi tiap item akhir. Selain itu, BOM juga menunjukkan suatu struktur yang menggambarkan urutan langkah dalam pembuatan produk. Struktur tersebut terdiri atas level-level dimana tiap level merupakan tahapan tertentu dalam proses pembuatan produk. *Raw material* adalah level yang terendah, sedangkan item akhir adalah level yang tertinggi. Bill of Materials biasanya ditampilkan dalam bentuk gambar/chart yang terdiri dari produk, subassembly, dan komponen, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. BOM digunakan pada manufaktur diskrit, yang pada proses manufakturnya kuantitas selalu diukur dalam unit diskrit (pieces). *Bill of Materials* digunakan dalam beberapa hal, seperti: *requirements planning*, *assembly*, *computer aided design* (CAD), dan sebagainya.



Gambar 1. *Bill of Materials*

2.2.1.2 Kegunaan

Bill of Materials memiliki beberapa kegunaan. Kegunaan secara garis besar:

1. Mengetahui berapa jumlah item penyusun suatu produk akhir
2. Memberikan rincian mengenai komponen apa saja yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu produk.

Sedangkan kegunaan BOM secara spesifik:

1. Untuk menghitung biaya produk dan harga jual, sehingga diketahui laba dari hasil penjualan produk.
2. Menentukan komponen-komponen mana saja yang harus dibuat sendiri atau dibeli (make or buy decision)

2.2.1.3 Jenis - Jenis

Bill of Materials (BOM) berdasarkan pembuat dan fungsinya, terdiri dari:

1. *Engineering* BOM

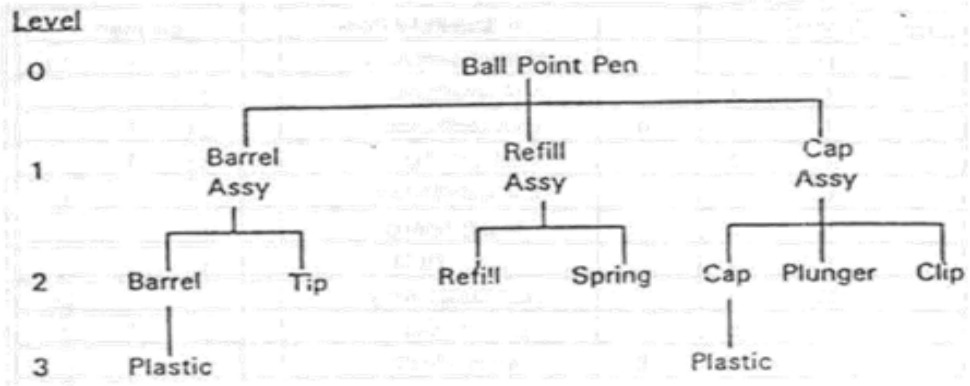
Daftar seluruh item yang dibutuhkan untuk membangun produk tertentu.

Item No.	Description	Quantity	Make or Buy	Drawing File No.
1	Barrel	1	Make	26.079
2	Tip	1	Buy	26.080
3	Spring	1	Buy	26.091
4	Refill	1	Buy	26.026
5	Cap	1	Make	26.048
6	Plunger	1	Buy	26.032
7	Clip	1	Buy	26.054

Gambar 2. Contoh *Engineering* BOM

2. *Manufacturing* BOM

Daftar seluruh item produk tetapi menggambarkan juga urutan yang diperlukan untuk membuat produk tersebut.



Gambar 3. Contoh *Manufacturing* BOM

3. *Planning* BOM

Jenis BOM ini tidak menggambarkan struktur suatu produk tertentu, melainkan struktur kelompok item tertentu untuk mempermudah peramalan dan perencanaan item.

Manufacturing BOM berdasarkan levelnya terdiri dari tiga tipe :

a. Single-level Bill of Materials

Digunakan untuk menggambarkan hubungan sebuah induk dengan level komponen-komponen penyusunnya, baik part maupun *assembly*. Gambar 4 menunjukkan contoh *Single-level Bill of Material*.

Single-level Bill of Materials **Page 1**

Part: Electric motor, part-id: E10

Part-id	Part name	Unit	Quantity	...
901	Case (complete)	pc	1	
860	Bearing cap with breakout	pc	2	
830	Arbor (complete)	pc	1	
750	Base plate 30×40 cm	pc	1	
510	Junction plate box cap	pc	1	
490	Junction plate 3-pin	pc	1	
470	Nut M 4	pc	1	
460	Rigid coupling ∅ 14 mm	pc	1	
450	Capacitor16 µF	pc	1	
440	Hex nut M 4×200	pc	4	
420	Hex nut M 4×10	pc	2	
410	Hex nut M 8×30	pc	4	

Gambar 4. Contoh *Single-level Bill of Material*

b. *Multilevel Bill of Materials*

Digunakan untuk menggambarkan struktur produk yang lengkap dari level 0 (paling atas) sampai level paling bawah. Gambar 5 menunjukkan contoh *Multilevel Bill of Material*.

Multi-level Bill of Materials **Page 1**

Part: Electric motor, Part-id: E10

Level	Part-id	Part name	Unit	Quantity	...
1	901	Case (complete)	pc	1	
. 2	891	Case with laminations	pc	1	
. . 3	870	Housing block (aluminum)	pc	1	
. . . 4	130	Aluminum bar	kg	0.5	
. . 3	790	Plate packet (complete)	pc	1	
. . . 4	700	Stator plate muller	pc	34	
. . . . 5	110	Electrical sheet coil 200 mm	m	0.02	
. . . 4	400	Rivet 4x150 mm	pc	6	
. 2	740	Stator winding	pc	1	
. . 3	120	Copper wire ∅ 0.5 mm	m	38	
1	830	Arbor (complete)	pc	1	
. 2	770	Muller plate packet (complete)	pc	1	

Gambar 5. Contoh *Multilevel Bill of Material*

c. *Summarized Bill Of Materials*

Mendaftar setiap item satu kali dan menyebutkan jumlah total setiap item penyusun produk. Tidak menyebutkan hubungan urutann perakitannya. Gambar 6 menunjukkan contoh *Summarized Bill of Material*.

Item No.	Description	Quantity
1	Barrel	1
2	Tip	1
3	Spring	1
4	Refill	1
5	Cap	1
6	Plunger	1
7	Clip	1
8	Plastic	2
11	Barrel assy.	1
12	Refill assy.	1
13	Cap assy.	1

Gambar 6. Contoh *Multilevel Bill of Material*

2.2.2. *MULTI PRODUCT PROCESS CHART*

Multi Product Proses Chart (MPPC) merupakan suatu peta yang digunakan untuk menganalisa aliran barang dalam pabrik yang sudah ada maupun untuk perencanaan pabrik baru dan mempunyai keterkaitan dengan peta proses operasi. Fungsi dari peta ini yaitu untuk menunjukkan keterkaitan produksi antar komponen atau antar produk mandiri, bahan, bagian, pekerjan, atau kegiatan.

Tujuan dari pembuatan *Multi Product Proses Chart* (MPPC) yaitu untuk dapat memahami aliran proses produksi suatu produk secara keseluruhan beserta dengan total waktu pengoperasian mesin yang digunakan. Berdasarkan *Multi Product Proses Chart* (MPPC) tersebut akan dipelajari dan dianalisis dua hal yang memiliki pengaruh yang cukup signifikasi dalam perencanaan tata letak seperti:

a. Aliran balik dimana dalam hal ini ditunjukan dengan adanya aliran balik akibat fasilitas produksi tidak ditempatkan sesuai dengan urutan proses. Aliran balik dalam proses perencanaan tata letak merupakan indikator penting karena hal tersebut akan menunjukkan langkah pemindahan material yang sama sekali tidak efisien.
b. Pengelompokan pola aliran yaitu pengelompokan komponen yang memiliki urutan proses pengerjaan dan menggunakan mesin yang sama. Hal ini akan penting dalam penyusunan tata letak berdasarkan pengelompokan proses produksi.

2.2.3. *FLOWCHART*

2.2.3.1 Definisi

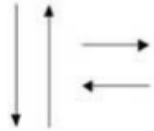
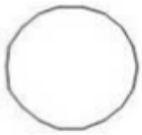
Flowchart merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung. *Flowchart* digunakan baik oleh auditor maupun oleh personel sistem. Pemakaian *flowchart* meluas seiring dengan berkembangnya komputerisasi pemrosesan data bisnis. Pemakaian yang meluas ini memicu perlunya keseragaman simbol dan konvensi yang digunakan.

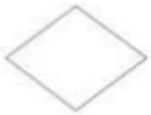
Flowchart ini merupakan langkah awal pembuatan program. Dengan adanya *flowchart* urutan proses kegiatan menjadi lebih jelas. Jika ada penambahan proses

maka dapat dilakukan lebih mudah. Setelah *flowchart* selesai disusun, selanjutnya pemrogram (programmer) menerjemahkannya ke bentuk program dengan bahasa pemrograman.

2.2.3.2 Simbol-simbol *Flowchart*

Flowchart disusun dengan simbol-simbol. Simbol ini dipakai sebagai alat bantu menggambarkan proses di dalam program. Simbol-simbol yang dipakai antara-lain:

Simbol	Nama	Penjelasan
	**Flow Direction symbol**	Yaitu simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain. Simbol ini disebut juga connecting line.
	Terminator Symbol	yaitu simbol untuk permulaan (start) atau akhir (stop) dari suatu kegiatan
	**Connector Symbol**	Yaitu simbol untuk keluar – masuk atau penyambungan proses dalam lembar / halaman yang sama.
	Connector Symbol	Yaitu simbol untuk keluar – masuk atau penyambungan proses pada lembar / halaman yang berbeda.
	Processing Symbol	Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer.
	Simbol Manual Operation	Simbol yang menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer

	**Simbol Decision**	Simbol pemilihan proses berdasarkan kondisi yang ada.
	Simbol Input-Output	Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya
	Simbol Preparation	Simbol untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan di dalam storage.
	Simbol Predefine Proses	Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (sub-program)/prosedure
	Arsip	Arsip dokumen disimpan dan diambil secara manual. N = Urut nomor, A = Urut abjad, T = Urut tanggal.
	Simbol Display	Simbol yang menyatakan peralatan output yang digunakan yaitu layar, plotter, printer dan sebagainya.
	Simbol disk and On-line Storage	Simbol yang menyatakan input yang berasal dari disk atau disimpan ke disk.

Gambar 7. Simbol-simbol *Flowchart*

Dalam pembuatan *flowchart* tidak ada rumus atau patokan yang bersifat mutlak. Karena flowchart merupakan gambaran hasil pemikiran dalam menganalisa

suatu masalah dengan komputer. Sehingga *flowchart* yang dihasilkan dapat bervariasi antara satu pemrogram dengan pemrogram lainnya. Namun secara garis besar, setiap pengolahan selalu terdiri dari tiga bagian utama, yaitu;

a. Input berupa bahan mentah
b. Proses pengolahan
c. Output berupa bahan jadi

2.2.4. *ASSEMBLY CHART*

Assembly Chart (AC) merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antara komponen-komponen yang akan dirakit menjadi sebuah produk. *Assembly Chart* bermanfaat untuk menunjukkan komponen penyusun dari suatu produk dan menjelaskan urutan perakitan komponen.

2.3. PERALATAN PRAKTIKUM

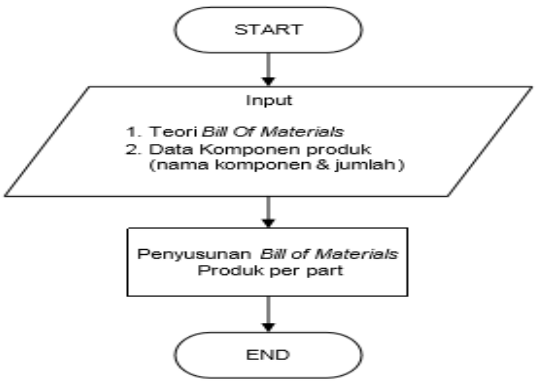
Dalam praktikum ini ada beberapa alat yang harus disiapkan:

1. *Microsoft Excel*
2. Software QS
3. Microsoft Visio
4. Alat pendukung lainnya

2.4. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Untuk Modul 2 Perancangan Proses meliputi beberapa tahapan dengan masing-masing prosedur seperti berikut:

1. Melakukan input data demand dan kapasitas mesin
2. Prosedur menyusun BOM:



Gambar 8. Prosedur Menyusun BOM

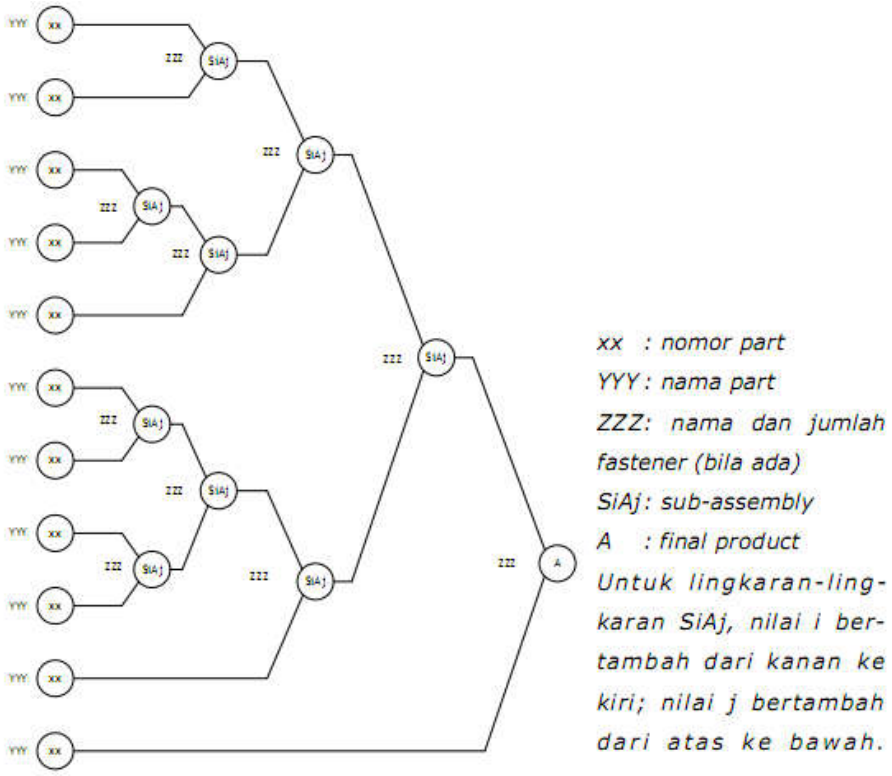
3. Prosedur menyusun MPPC:
    a. Tuliskan bagian, kegiatan, proses, dan mesin yang harus dilalui suatu komponen pada sisi kiri kertas, berurutan dari atas ke bawah, dalam:
        - Urutan yang selogis mungkin, semua faktor diperhitungkan (tidak diperlukan urutan yang pasti, karena struktur peta ini akan menunjukkan pengaturan atau urutan yang sesuai).
        - Dari Routing Sheet, catat operasi pada tiap komponen, berhadapan dengan nama departemen, proses atau mesin yang sesuai, di bawah jenis komponen yang sesuai, dengan menggunakan lingkaran yang tertulis nomor operasinya.
    b. Hubungkan lingkaran menurut urutannya, mungkin saja timbul urutan mundur.
    c. Lakukan analisis peta yang dihasilkan untuk:
        - Urutan mundur, menunjukkan kemungkinan pengaturan kembali bagian, dan seterusnya.
        - Kesamaan pola aliran, menunjukkan kebutuhan akan komponen proses pada tempat yang sama atau waktu yang sama.
        - Pedoman pengaturan yang akan menghasilkan pola aliran yang efisien. Pada kolom paling kanan dihitung jumlah mesin teoritis untuk tiap kelompok mesin, dan jumlah mesin aktualnya.

Lampiran 1 : format MPPC

Departemen	Material	Material I	Material II	Material III	Jumlah Mesin	
	Komponen / Mesin	Komponen I	Komponen II	Komponen III	Teoritis	Aktual
Prefabrikasi	Mesin I	10 (Jumlah mesin teoretis/proses/mesin)	10 (0.50)			
	Mesin II	20 (0.71)	20 (0.93)			
	Mesin III	30 (1.19)				
	Mesin IV	40 (1.62)				
Fabrikasi	Mesin I					
	Mesin II					
	Mesin III					
	Mesin IV					

4. Menyusun *flowchart*
5. Menyusun *Assembly Chart*:
   a. Tentukan operasi terakhir sesuai aliran proses perakitan, kemudian digambarkan dengan lingkaran pada pojok kanan bawah, dan operasinya dituliskan di sebelah kanan lingkaran.
   b. Dari lingkaran tersebut dibuat garis horisontal ke arah kiri. Kemudian dibuat lingkaran untuk menyatukan tiap komponen yang dirakit pada operasi yang baru ditulis. Komponen sebaiknya disusun menurut urutan pemasangannya, yang terakhir dirakit diletakkan di bawah.
   c. Pada akhir garis ditulis nomor komponen, nama, dan jumlah yang dirakit.
   d. Diameter lingkaran pada *Assembly Chart*:
      - Komponen-komponen yang akan dirakit : 10 mm
      - *Sub-Assembly* dan *Assembly* : 18 mm

e. Nomor komponen yang akan dirakit ditulis di dalam lingkaran, sedangkan nama komponen dituliskan sebelum lingkaran tersebut.



2.5. LUARAN PMT 1 MODUL 2

Luaran yang dihasilkan Modul 2 yaitu:

1. BOM
2. MPPC
3. *Flowchart*
4. *Assembly Chart*

2.6. FORMAT LAPORAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1. Data demand dan kapasitas mesin

3.2. BOM

3.3. MPPC

3.4. *Flowchart*
3.5. AC
BAB IV ANALISA
4.1. Analisa data demand dan kapasitas mesin
4.2. Analisa BOM
4.3. Analisa MPP
4.4. Analisa *Flowchart*
4.5. Analisa AC
BAB V PENUTUP

MODUL 3
EVALUASI ERGONOMI
DALAM PERANCANGAN AREA DAN TEMPAT KERJA
(*ERGONOMIC EVALUATION IN WORK AREA DESIGN*)

3.1. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Praktikan mampu mengetahui interaksi antar manusia, mesin, peralatan, bahan, maupun lingkungan kerjanya.
2. Membekali mahasiswa dengan konsep berpikir (prosedural) penganalisaan dan perancangan.
3. Praktikan mampu mengetahui dan memahami kaitan ilmu ergonomi dengan sistem
4. Praktikan mampu memahami adanya sejumlah data anthropometri dan menggunakannya untuk perancangan / pengaturan sistem kerja.
5. Praktikan mampu merancang area dan tempat kerja, tata-letak (layout) fasilitas produksi yang ergonomis berdasarkan data anthropometri, untuk memudahkan dan mempercepat operasi kerja.
6. Praktikan memahami dan menganalisa postur kerja operator
7. Praktikan mampu mengaplikasikan metode RULA dan REBA untuk mengurangi resiko cidera saat bekerja
8. Praktikan mampu memberi rekomendasi berdasarkan hasil analisa postur kerja

3.2. LANDASAN TEORI

3.2.1. ERGONOMI

Definisi Ergonomi

Untuk dapat menghasilkan rancangan sistem kerja yang baik perlu di kenal sifat-sifat, keterbatasan, serta kemampuan yang dimiliki manusia. Dalam sistem kerja, manusia berperan sebagai sentral yaitu sebagai perencana, perancang, pelaksana, dan pengevaluasi sistem kerja yang bekerja secara keseluruhan agar

diperoleh hasil kerja yang baik dan memuaskan. Ilmu yang mempelajari manusia beserta perilakunya didalam sistem kerja disebut *ERGONOMI*.

Ergonomi ialah ilmu yang sistematis dalam memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja, dengan *ERGONOMI* diharapkan penggunaan proyek fisik dan fasilitas dapat lebih efektif serta memberikan kepuasan kerja.

Ergonomi dalam Kaitannya dengan Sistem

Mengkaji permasalahan dengan pendekatan ergonomi tidak akan lepas dari mengkaji sistem terkait. Dalam sistem terdapat interaksi antar komponen-komponen yang membangunnya. Interaksi antara komponen yang satu dengan yang lainnya di dalam sistem pada akhirnya akan berkontribusi pada permasalahan yang kompleks. Oleh karena itu mengkaji permasalahan dengan pendekatan ergonomic bersifat kompleks. Dari tingkat kompleksitas pengkajian permasalahan yang ada, dalam ergonomi dikenal *micro ergonomics* dan *macro ergonomics*.

a) *Micro Ergonomics*, permasalahan dikaji melalui perancangan peralatan seperti perancangan keyboard, perancangan bangku, dan lain sebagainya/
b) *Macro Ergonomics*, pengkajian permasalahan jauh lebih kompleks karena cakuoan oerimbangan yang lwbih luas, seperti sistem social (seperti contohnya mempertimbangkan kebijakan-kebijakan pemerintah yang ada kaitannya dengan permasalahan yang dikaji).

Pendekatan Ergonomi dan Aplikasi di Industri

Dilihat dari sisi rekayasa, informasi hasil penelitian *ERGONOMI* dapat dikelompokkan dalam 4 bidang penelitian, yaitu:

1. Penelitian tentang *Display*.

   Display adalah alat yang menyajikan informasi tentang lingkungan yang dikomunikasikan dalam bentuk tanda-tanda atau lambang-lambang. *Display* terbagi menjadi dua bagian, yaitu *Display statis* dan *Display dinamis.*
2. Penelitian Tentang Kekuatan Fisik Manusia

   Penelitian ini mencakup mengukur kekuatan / daya fisik manusia ketika bekerja dan mempelajari bagaimana cara kerja serta peralatan harus dirancang agar sesuai dengan kemampuan fisik manusia ketika melakukan aktifitas tersebut. Penelitian ini merupakan bagian dari *biomekanik*.

3. Penelitian Tentang Ukuran / Dimensi Dari Tempat Kerja.

   Penelitian ini diarahkan untuk mendapatkan ukuran tempat kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh manusia, dipelajari dalam *Antropometri.*

4. Peneitian Tentang Lingkungan Fisik.

   Penelitian ini berkenaan dengan perancangan kondisi lingkungan fisik dari ruangan dan fasilitas-fasilitas dimana manusia bekerja. Hal ini meliputi perancangan cahaya, suara, warna, temperatur, kelembaman, bau-bauan dan getaran pada suatu fasilitas kerja

Pendekatan ergonomi yang diaplikasikan di dunia industri diantaranya: (1) Perancangan, modifikasi, penggantian/perbaikan fasilitas kerja untuk meningkatkan produktivitas, kualitas produk, dan lingkungan kerja fisik; (2) Perancangan, modifikasi area dan tempat kerja, tata-letak (layout) fasilitas produksi yang ergonomis berdasarkan data anthropometri, untuk memudahkan dan mempercepat operasi kerja

Human Centered/Integrated Design (HC/ID)

Konsep utama metode ergonomi yang terkenal adalah *Human Centered/Integrated Design* (HC/ID). Pada konsep HC/ID akan menempatkan semua unsur / parameter desain yang menyesuaikan dengan karakteristik (kelebihan maupun kekurangan) manusia atau biasa dikenal dengan istilah "*fitting the task/design to the man*". Suatu rancangan dikatakan memenuhi kriteria "baik" kalau mampu memenuhi konsepa ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, Efisien).

3.2.2. ANTHROPOMETRI

Istilah *Anthropometri* berasal dari kata "*anthro*" yang berarti manusia dan "*metri*" yang berarti ukuran. Secara definitif *Anthropometri* dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. *Anthropometri* secara luas digunakan untuk pertimbangan ergonomis dalam suatu perancangan (desain) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas merupakan faktor yang penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa

produksi. Data *Anthropometri* yang diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

1. Perancangan areal kerja: perancangan ini terkait perancangan stasiun kerja yang merupakan tempat dimana pekerjaan berlangsung (*work stasion*, *interior* mobil, dll).
2. Perancangan peralatan kerja: perancangan ini terkait dengan perancangan peralatan-peralatan yang digunakan dalam upaya menyelesaikan pekerjaan (gunting, obeng, perkakas, mesin, dll).
3. Perancangan produk-produk kosumtif: perancangan terkait dengan barang-barang yang digunakan pada kehidupan sehari-hari (pakaian, kursi, meja, dll).
4. Perancangan lingkungan kerja fisik: perancangan ini terkait dengan perancangan lingkungan kerja dimana perancangan ini jauh lebih luas dan lebih rumit dibandingkan perancangan area kerja.

Anthropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh. *Anthropometri* dibagi atas dua bagian, yaitu :

- *Anthropometri statis,* dimana pengukuran dilakukan pada tubuh manusia yang berada dalam posisi diam.
- *Anthropometri dinamis,* dimana dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang bergerak, sehingga lebih kompleks dan lebih sulit diukur.

1) *Anthropometri statis*

Dimensi yang diukur pada *Anthropometri statis* diambil secara linier (lurus) dan dilakukan pada permukaan tubuh. Agar hasil pengukuran representatif, maka pengukuran harus dilakukan dengan metode tertentu terhadap berbagai individu, dan tubuh harus dalam keadaan diam. Terdapat berbagai macam faktor yang mempengaruhi dimensi tubuh manusia, diantaranya :

a). Umur

Ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir sampai kira-kira berumur 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita.

Kemudian manusia akan berkurang ukuran tubuhnya saat berumur 60 tahun.

b). Jenis kelamin

Pada umumnya pria memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali dada dan pinggul.

c). Suku bangsa (*etnis*)

Variasi dimensi akan terjadi, karena pengaruh *Etnis*.

d). Pekerjaan

Selain faktor-faktor diatas, aktifitas kerja sehari-hari juga menyebabkan perbedaan ukuran tubuh manusia.

2) *Anthropometri dinamis*

Terdapat tiga kelas pengukuran dinamis, yaitu :

a) Pengukuran tingkat ketrampilan sebagai pendekatan untuk mengerti keadaan mekanis dari suatu aktfitas.

Contoh : dalam mempelajari *performance* atlet.

b) Pengukuran jangkauan ruangan yang dibutuhkan saat bekerja.

Contoh : jangkauan dari gerakan tangan dan kaki efektif saat bekerja yang dilakukan dengan berdiri atau duduk.

c) Pengukuran variabilitas kerja.

Contoh : analisis kinematika dan kemampouan jari-jari tangan dari seorang juru ketik atau operator komputer.

Selain faktor-faktor diatas, masih ada beberapa kondisi tertentu (khusus) yang dapat mempengaruhi variabilitas ukuran dimensi tubuh manusia yang juga perlu mendapat perhatian, seperti :

a) Cacat tubuh, dimana data *Anthropometri* disini akan diperlukan untuk perancangan produk bagi orang-orang cacat.

b) Tebal / tipisnya pakaian yang harus dikenakan, dimana faktor iklim yang berbeda pula dalam bentuk rancangan dan spesifikasi pakaian. Artinya, dimensi orangpun akan berbeda dalam satu tempat dengan tempat yang lain.

c) Kehamilan (*pregnancy*), dimana kondisi semacam ini jelas akan mempengaruhi bentuk dan ukuran dimensi tubuh (untuk perempuan)

dan tentu saja memerlukan perhatian khusus terhadap produk-produk yang dirancang bagi sigmentasi seperti itu.

3.2.3. PENGUKURAN BENTUK TUBUH

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui bentuk tubuh manusia, sehingga dirasakan nyaman dan menyenangkan. Terdapat 5 tingkat kenyamanan, yaitu :

5- ketidaknyamanan / sakit yang tidak tetahankan.

4- sakit yang masih bisa ditahan.

3- sakit.

2- kematian rasa.

1- sensasi yang dirasakan.

0- Tidak ada sensasi.

Misalnya kita akan mengukur tingkat kenyamanan suatu kursi, maka untuk menentukan terjadinya sensasi tersebut, terdapat 9 titik penting pertemuan antara badan dengan kursi yang menentukan kenyamanan, yaitu:

A- Daun pundak (bagian yang menonjol dari tukang belikat).

B- Dasar pundak.

C- Daerah punggung yang melengkung.

D- Daerah lengkungan pinggang.

E- Pantat

F- Pantat paling bawah.

G- Pangkal paha.

H- Pertengahan paha.

Data *Anthropometri* jelas diperlukan agar suatu rancangan produk bisa sesuai dengan orang yang akan mengoperasikannya. Dalam kaitan ini maka perancang produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh yang dapat dipakai oleh sejumlah populasi yang besar. Sekurang-kurangnya 90-95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai produkharus dapat menggunakan dengan selayaknya. Untuk kepentingan itulah maka data *Anthropometri* diharapkan mengikuti distribusi normal. Dalam statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (mean, $\bar{x}$) dan simpangan standarnya (standar deviatio, σ_x) dari data yang ada. Dari data tersebut

kemudian dapat kemudian dapat ditetapkan "*percentile*". *Percentile* adalah suatu nilai yang menunjukkan presentasi tertentu dari orang-orang yang memiliki ukuran di bawah atau pada nilai tersebut. Sebagai contoh, 95-th *percentile* akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau di bawah nilai dari suatu data yang diambil.

Beberapa pengolahan data yang harus dilakukan pada data *Anthropometri* adalah :

1) Kecukupan data

$$N' = \left[\frac{k / s\sqrt{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Tingkat kepercayaan = 95 %, sehingga k = 1,96 ~ 2

S = derajat ketelitian

Apabila N' < N, maka data dinyatakan cukup.

2) Keseragaman data

BKA / BKB = $\bar{x} \pm k\sigma$

σ = standar deviasi

3) Percentile

Pada umumnya, percentile yang digunakan adalah :

$p_5 = \bar{x}$ -1,645σ

$p_{50} = \bar{x}$

$p_{95} = \bar{x}$ + 1,645σ

Dapat pula diberikan toleransi terhadap perbedaan yang mungkin dijumpai dari data yang tersedia dengan populasi yang dihadapi dalam merekomendasikan ukuran suatu rancangan (*allowance*).

3.2.4. POSTUR KERJA

Postur kerja yang baik sangat ditentukan oleh pergerakan organ tubuh saat bekerja. Pergerakan yang dilakukan saat bekerja meliputi:

a. *Flexion* : gerakan dimana sudut antara dua tulang terjadi pengurangan

b. *Extension* : gerakan merentangkan (*stretching*) dimana terjadi peningkatan sudut antara dua tulang
c. *Abduction* : pergerakan menyamping menjauhi dari sumbu tengah tubuh (*median plane*)
d. *Adduction* : pergerakan kearah sumbu tengah tubuh (*median plane*)
e. *Pronation* : perputaran bagian tengah (menuju kedalam) dari anggota tubuh
f. *Supination* : perputaran kearah samping (menuju keluar) dari anggota tubuh

Suatu pekerjaan yang memaksa terjadinya postur dan pergerakan kerja yang tidak alamiah pada tubuh bagian atas, dapat menyebabkan gejala CTDs (*Cummulative Trauma Disorders*) yang merupakan gangguan atau cidera pada sistem otot kerangka, yang sering terjadi di industri.

3.2.5. *RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT* (REBA)

Rapid Entire Body Assessment (REBA) adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi, dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki seorang operator. Metode ini dipengaruhi oleh faktor *coupling*, beba eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja. Penilaian menggunakan REBA tidak membutuhkan waktu lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring*. Tahapan-tahapan penilaian menggunaan REBA adalah:

Tahap I: Pengambilan data postur kerja dengan menggunakan bantuan video atau foto

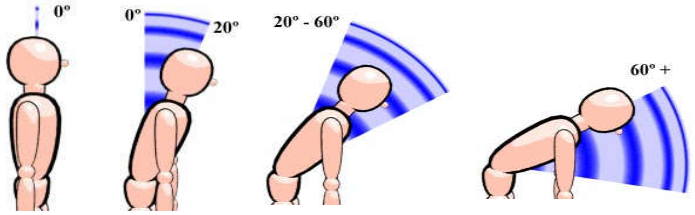
Dari hasil rekaman video dan hasil foto bisa didapatkan data postur tubuh yang akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya.

Tahap II: Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja

Pada metode REBA, segmen tubuh dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A dan B. Grup A meliputi punggung, leher, dan kaki. Sedangkan grup B meliputi lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Skor pada masing-masing grup dapat diketahui dari data sudut berdasarkan hasil video/foto, lalu skor tersebut digunakan untuk melihat tabel A untuk segmen tubuh grup A dan tabel B untuk grup B agar diperoleh skor untuk masing-masing tabel.

Tabel 1 Skor Pergerakan Punggung

Pergerakan	Score	Perubahan Score
Tegak/alamiah	1	+1 jika memutar atau miring ke samping
0^0 - 20^0 *flexion* 0^0 - 20^0 *extension*	2	
20^0 - 60^0 *flexion*	3	
$> 20^0$ *extension*		
$> 60^0$ *flexion*	4	

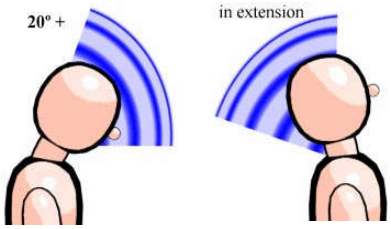


(a) (b) (c) (d)

Gambar 1 Rentang Pergerakan Punggung (a) tegak 0°; (b) *flexion* 0-20°; (c) *flexion* 20-60°; (c) *flexion* ≥ 60°

Tabel 2 Skor Pergerakan Leher

Pergerakan	Score	Perubahan Score
0^0 - 20^0 *flexion*	1	+1 jika memutar atau miring ke samping
$>20^0$ *flexion* atau *extension*	2	

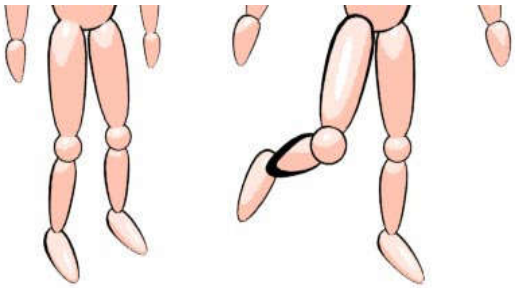


(a) (b)

Gambar 2 Rentang Pergerakan Leher (a) *flexion* ≥ 20°; (b) *extension*

Tabel 3 Skor Posisi Kaki

Pergerakan	Score	Perubahan Score
Kaki tertopang, bobot tersebar merata, jalan atau duduk	1	+1 jika lutut antara 30^0 dan 60^0 *flexion*
Kaki tidak tertopang, bobot tidak tersebar merata/postur tidak stabil	2	+2 jika lutut >600 *flexion* (tidak ketika duduk)

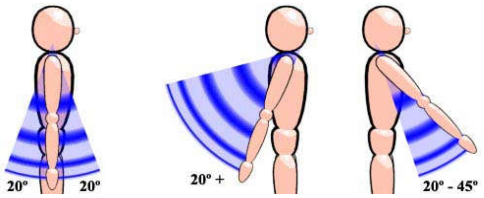


(a) (b)

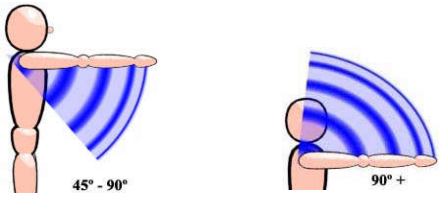
Gambar 3 Rentang Pergerakan Kaki (a) kaki bertopang keduanya, bobot tersebar merata; (b) kaki tidak bertopang keduanya, bobot tidak tersebar merata

Tabel 4 Skor Pergerakan Lengan Atas

Pergerakan	Score	Perubahan Score
20^0 *extension*sampai 20^0 *flexion*	1	+1 jika posisi lengan: - abducted - rotated
>20^0 *extension* 20^0 - 45^0 *flexion*	2	
45^0 - 90^0 *flexion*	3	+1 jika bahu ditinggikan
> 90^0 *flexion*	4	-1 jika bersandar, bobot lengan ditopang atau sesuai gravitasi



(a) (b)

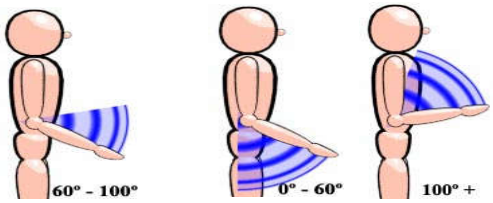


(c) (d)

Gambar 4 Rentang Pergerakan Lengan Atas (a) *flexion* dan *extension* 20°; (b) *extension* ≥ 20° dan *flexion* 20 - 45°; (c) *flexion* 45 - 90°; (d) *flexion* ≥ 90°

Tabel 5 Skor Pergerakan Lengan Bawah

Pergerakan	Score
60^0 - 100^0 *flexion*	1
$<60^0$ *flexion* atau $>100^0$ *flexion*	2

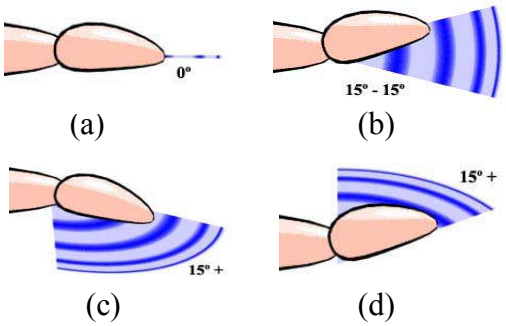


(a) (b)

Gambar 5 Rentang Pergerakan Lengan Bawah (a) *flexion* 60 - 100°; (b) *flexion* 0 - 60° dan ≥ 100°

Tabel 6 Skor Pergerakan Pergelangan Tangan

Pergerakan	Score	Perubahan Score
0^0 - 15^0 *flexion / extension*	1	+1 jika pergelangan tangan menyimpang atau berputar
$>15^0$ *flexion / extension*	2	



Gambar 6 Rentang Pergerakan Pergelangan Tangan (a) lurus 0°; (b) *flexion*/*extension* 0 - 15°; (c) *flexion* ≥15°; (d) *extension* ≥15°

Tabel 7 Tabel A

		Punggung				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
Leher = 1	**Kaki**					
	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
Leher = 2	**Kaki**					
	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
Leher = 3	**Kaki**					
	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

Tabel 8 Tabel B

		Lengan atas					
		1	2	3	4	5	6
Lengan bawah = 1	Pergelangan						
	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	3	3	5	5	8	8
Lengan bawah = 2	Pergelangan						
	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Hasil skor yang diperoleh dari Tabel A dan Tabel B digunakan untuk melihat tabel C, sehingga didapatkan skor tertentu pada Tabel C.

Tabel 9 Tabel C

		Score A											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Tahap III: Penentuan berat benda yang diangkat, faktor *coupling*, dan aktivitas pekerja

Selain *scoring* pada masing-masing segmen tubuh, faktor lain yang perlu disertakan adalah berat badan yang diangkat, *coupling*, dan aktivitas pekerjanya. Masing-masing faktor tersebut juga mempunyai kategori skor.

Tabel 10 Skor Berat Beban yang Diangkat

0	1	2	+1
< 5Kg	5 - 10 Kg	> 10 Kg	Penambahan beban yang tiba - tiba atau secara cepat

Tabel 11 Tabel *Coupling*

0 Good	1 Fair	2 Poor	3 Unacceptable
Pegangan pas dan tepat ditengah, genggaman kuat.	Pegangan tangan bisa diterima tapi tidak ideal atau *coupling* lebih sesuai digunakan oleh bagian lain dari tubuh.	Pegangan tangan tidak bisa diterima walaupun memungkinkan.	Dipaksakan, genggaman yang tidak aman, tanpa pegangan *Coupling* tidak sesuai digunakan oleh bagian lain dari tubuh.

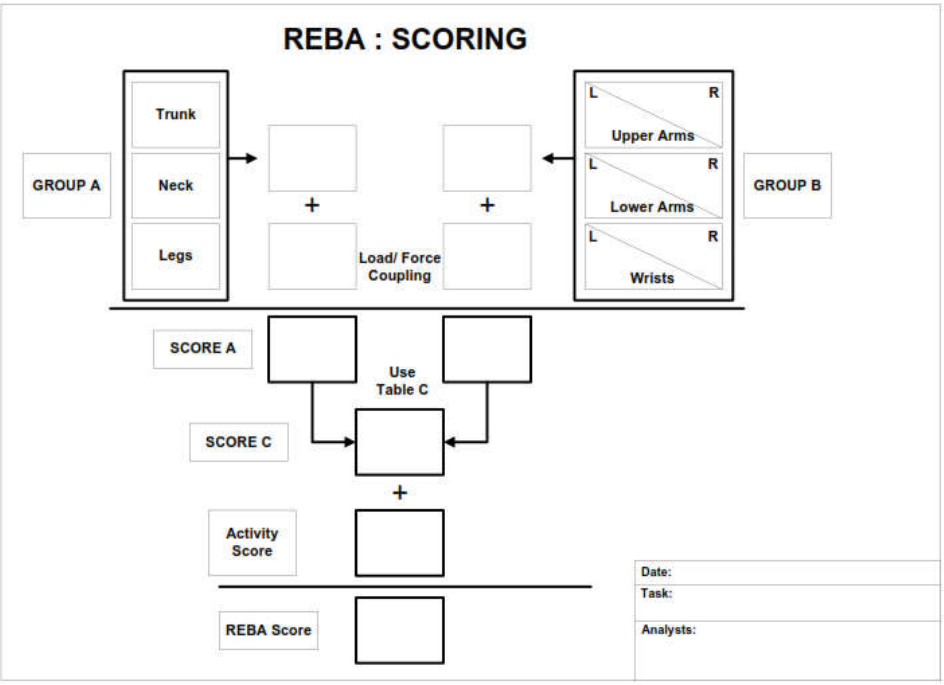
Tabel 12 *Activity Score*

+1	- 1 atau lebih baguan tubuh status, ditahan lebih dari 1 menit
+1	- pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali per menit (tidak termasuk berjalan)
+1	- Gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari postur awal

Tahap IV: Perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan

Skor dari Tabel A dijumlahkan dengan skor berat beban yang diangkat akan didapatkan nilai bagian A. Sedangkan skor dari Tabel B dijumlahkan dengan skor dari tabel *coupling* akan didapatkan nilai bagian B. Nilai bagian A dan nilai bagian B dapat digunakan untuk mencari nilai bagian C dari Tabel C.

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan nilai bagian C dengan nilai aktivitas pekerja. Dari nilai REBA tersebut dapat diketahui level resiko pada *musculosketelal* dan tindakan yang perlu dilakukan untuk mengurangi resko serta perbaikan kerja. Alur cara kerja menggunakan metode REBA serta level resiko yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 6 dan Tabel 13.



Gambar 6 Langkah-Langkah Perhitungan Metode REBA

(sumber: Hignett dan McAtamney)

Tabel 13 Level Resiko dan Tindakan

Action Level	Skor REBA	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
0	1	Bisa diabaikan	Tidak perlu
1	2 - 3	Rendah	Mungkin perlu
2	4 - 7	Sedang	Perlu
3	8 - 10	Tinggi	Perlu segera
4	11 - 15	Sangat Tinggi	Perlu saat ini juga

Dari Tabel 13 dapat diketahui level resiko yang terjadi berdasarkan nilai REBA, sehingga dapat diketaui perlu atau tidaknya tindakan perbaikan. Perbaikan yang mungkin dilakukan salah satunya adalah perancangan ulang peralatan kerja berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi.

3.2.6. *RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT* (RULA)

Rapid Upper Limb Assessment adalah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang menginvestigasi dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas. Metode ini tidak memerlukan piranti khusus dalam memberikan suatu pengukuran postur leher, punggung, dan tubuh bagian atas, sejalan dengan fungsi otot dan beban eksternal yang ditopang oleh tubuh. Penilaian dengan menggunakan RULA sedikit membutuhkan waktu dibanding dengan REBA, yaitu untuk melengkapi dan melakukan *scoring* general pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan pengangkatan fisik yang dilakukan operator. RULA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang beresiko dan melakukan perbaikan sesegera mungkin. Tahapan-tahapan menggunakan metode RULA adalah sebagai berikut (McAtemney dan Corlett, 1993):

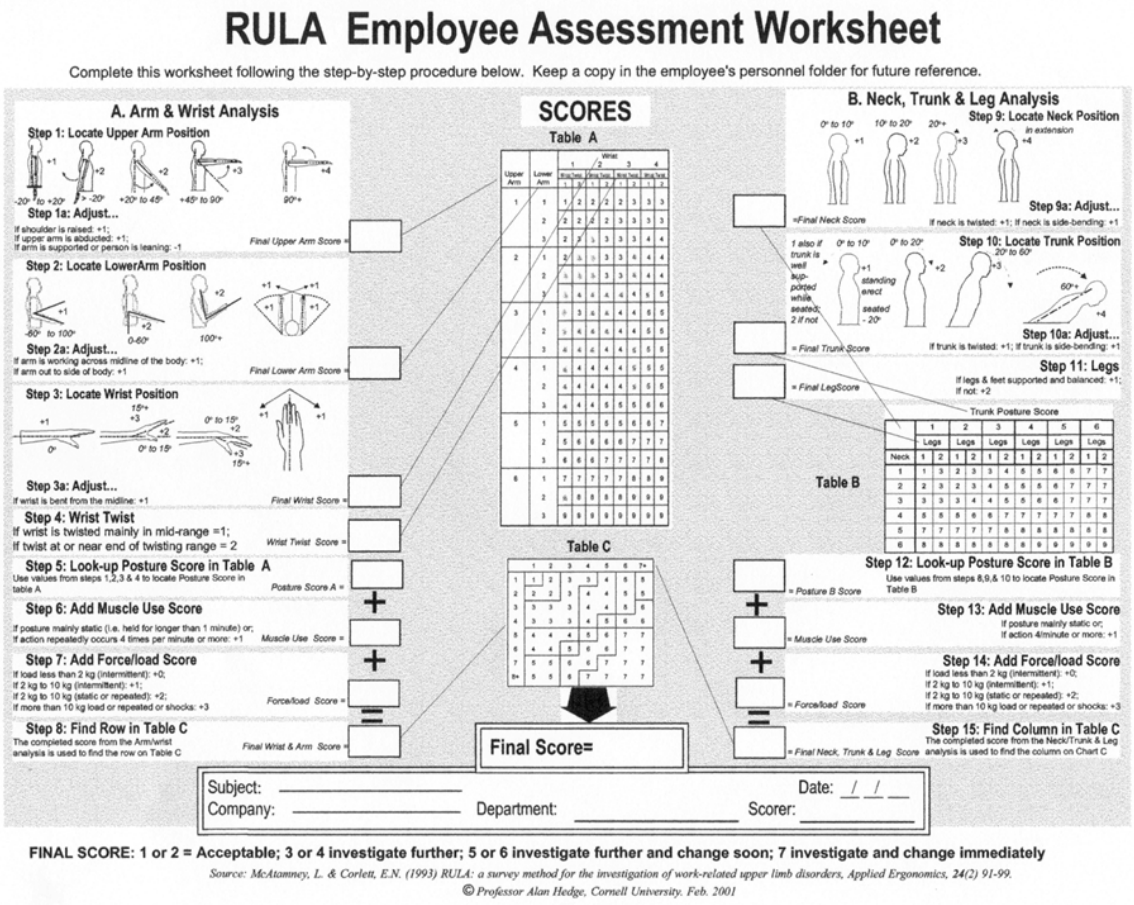
Tahap I: Pengembangan metode untuk pencatatan postur kerja

Tubuh dibagi menjadi dua bagian, yaitu grup A dan grup B. Grup A meliputi lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Sedangkan Grup B meliputi leher, badan, dan kaki. Hal ini memastikan bahwa seluruh postur tubuh dicatat sehingga postur kaki, badan, dan leher dapat masuk dalam penilaian postur tubuh.

Bagian-bagian tubuh diberikan penilaian mulai dari 1 untuk gerakan/postur yang resikonya terkecil/minimal, hingga angka-angka yang lebih besar untuk gerakan/postur yang lebih besar resikonya. Sistem *scoring* pada setiap postur bagian tubuh ini menghasilkan urutan angka yang logis dan mudah untuk diingat.

Pengukuran RULA dilakukan pada postur dengan siklus kerja terlama, dimana beban kerjanya juga akan lebih besar. Karena RULA dapat dilakukan dengan cepat, maka pengukuran dapat dilakukan pada setiap postur pada siklus kerja. Grup A yang mengkaji anggota tubuh bagian lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan, diukur dan dilakukan *scoring* dengan dasar dari studi yang

dilakukan oleh Tichauer, Herberts *et. al.,* Hagbeg, Schuld *et. al.*, serta Harms-Ringdahl dan Shuldt.



Gambar 7 RULA *Employee Assessment Worksheet*

Tahap II: Perkembanan sistem untuk pengelompokan skor postur bagian tubuh

Postur kelompok A yang meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan putaran tangan, diamati dari hasil rekaman video dan ditentukan skor untuk masing-masing postur, kemudian skor tersebut dimasukkan ke dalam Tabel A untuk memperoleh skor A.

Tabel 14 Skor Postur Kelompok A

Table A		Wrist Score							
		1		2		3		4	
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Postur kelompok B yaitu leher, punggung (badan), dan kaki, diamati dari hasil rekaman video dan ditentukan skor untuk masing-masing postur, kemudian skor tersebut dimasukkan ke dalam Tabel B untuk memperoleh skor B.

Tabel 15 Skor Postur Kelompok B

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Sistem penskoran dilanjutkan dengan melibatkan otot dan tenaga yang digunakan. Skor untuk penggunaan otot:

+1, jika postur statis dalam waktu 1 menit, atau postur berulang lebih dari 4 kali dalam 1 menit.

Sedangkan skor untuk penggunaan tenaga yaitu:

0 jika pembebanan sesekali atau tenaga kurang dari 20 kg dan ditahan

1 jika beban sesekali 10 – 20 kg

2 jika beban 2 – 10 kg bersifat statis atau berulang – ulang

2 jika beban sesekali namun lebih dari 10 kg

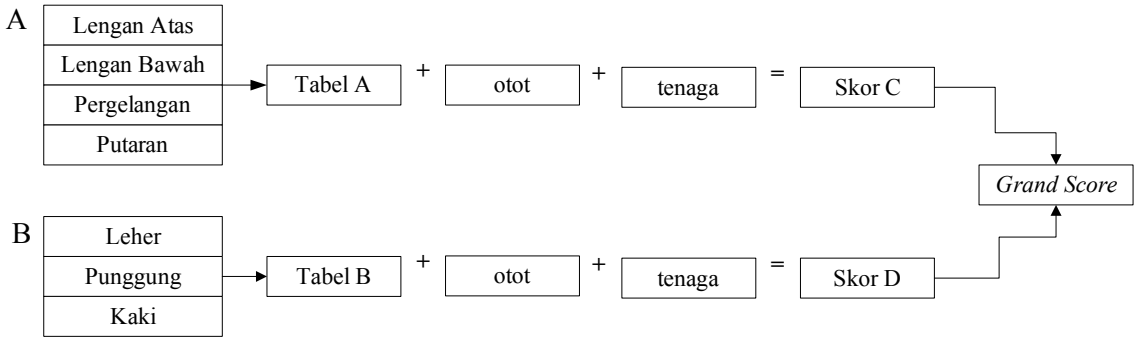
3 jika beban (tenaga) lebih dari 10 kg dialami secara statis atau berulang

4 jika pembebanan seberapapun besarnya dialami dengan sentakan cepat

Skor penggunaan otot dan tenaga pada kelompok bagian tubuh A dan B diukur dan dicatat dalam kotak – kotak yang tersedia kemudian ditambahkan dengan skor yang berasal dari Tabel A dan B, sebagai berikut:

Skor A + skor penggunaan otot + skor tenaga untuk kelompok A = Skor C

Skor B + skor penggunaan otot + skor tenaga untuk kelompok B = Skor D



Gambar 8 Perhitungan RULA

Tahap III: Pengembangan *Grand Score* dan daftar tindakan

Setiap kombinasi skor C dan D diberikan rating yang disebut dengan *Grand Score*, yang dilainya berada dalam rentang 1 – 7. Nilai *Grand Score* diperoleh dari Tabel 16 berikut:

Tabel 16 Tabel *Grand Score*

		D						
		1	2	3	4	5	6	7+
C	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7

Setelah diperoleh *Grand Score* yang bernilai 1 – 7, tindakan (*acition level*) yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

Action level 1

SKor 1 atau 2 menunjukkan bahwa posturn ini bisa diterima asal tidak dipertahankan atau tidak berulang dala periode yang lama.

Action level 2

Skor 3 atau 4 menunjukkan bahwa diperlukan pemeriksaan lanjutan dan juga diperlukan perubahan - perubahan

Action level 3

Skor 5 atau 6 menunjukkan bahwa pemeriksaan dan perubahan perlu segera dilakukan

Action level 4

Skor 7 menunjukkan bahwa kondisi ini berbahaya, sehingga dierlukan pemeriksaan dan perubahan dengan segera (saat itu juga).

3.3. PERALATAN PRAKTIKUM

Dalam praktikum tentang *Anthropometri* untuk perancangan area kerja, ada beberapa alat yang harus disediakan, yaitu :

1. Kursi *Anthropometri.*
2. Penggaris.
3. *Flexible curve.*
4. Papan.
5. Sandaran dan alas kursi.
6. Alat tulis.
7. Mistar.

Sedangkan dalam praktikum untuk menganalisis postur kerja, alat yang harus disiapkan:

1. *Video Player*
2. Aplikasi *Ergofelow*
3. Alat pendukung lainnya

3.4. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Untuk praktikum evaluasi ergonomi, prosedur pelaksanaan praktikum yang harus dilakukan adalah :

1. Membagi kelompok yang terdiri 3 atau 4 orang yaitu 1 orang sebagai obyek penelitian dan yang lain mengukur dimensi tubuh.
2. Mencatat data antropometri yang diukur.
3. Mengisi lembar pengamatan sesuai dengan pengukuran yang telah dilakukan.
4. Melakukan rancangan area dan tempat kerja, tata-letak (layout) fasilitas produksi yang ergonomis berdasarkan data anthropometri
5. Melakukan simulasi pekerjaan dengan menggunakan tata-letak area kerja yang dirancang
6. Melakukan perekaman / pendokumentasian posisi / postur kerja
7. Menilai postur tubuh menggunakan metode RULA
8. Menilai postur tubuh menggunakan metode REBA
9. Memberikan rekomendasi postur kerja berdasar hasil analisa postur kerja

3.5. PEDOMAN PENGUKURAN DATA ANTHROPOMETRI

3.5.1. Pengukuran Dimensi Tubuh

1. Posisi duduk samping.

Data yang diukur	Cara pengukuran
Tinggi duduk tegak (tdt)	Ukur jarak vertikal alas duduk sampai ujung atas kepala. Subyek duduk tegak dengan mata memandang lurus ke depan dan membentuk sudut siku-siku.
Tinggi bahu duduk (tbd)	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai tulang bahu yang menonjol pada saat subyek duduk tegak.
Tinggi mata duduk (tnd)	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai mata pada saat subjek duduk tegak.
Tinggi siku duduk (tsd)	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah siku kanan. Subyek duduk dengan lengan ke atas vertikal di sisi badan dan

	lengan bawah membentuk sudut siku-siku dengan lengan bawah.
Tebal paha (tp)	Subyek duduk tegak, ukur jarak dari permukaan ke atas paha.
Tinggi popliteal (tpo)	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bagian bawah paha.
Pantat popliteal (ppo)	Ukur jarak horisontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.
Pantat ke lutut (pkl)	Ukur jarak horisontal dari bagian terluar pantat sampai ke lutut. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.

2. Posisi berdiri

Data yang diukur	Cara pengukuran
Tinggi siku berdiri (tsb)	Ukur jarak vertikal dari lantai ke titik pertemuan antara lengan atas dan lengan bawah. Subyek berdiri tegak dengan kedua tangan tergantung secara wajar.
Panjang lengan bawah (plb)	Subyek berdiri tegak tangan di samping, ukur jarak dari siku sampai pergelengan tangan.
Tinggi mata berdiri (tmb)	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai ujung mata bagian dalam (dekat pangkal hidung). Subyek berdiri tegak dan memandang lurus ke depan.
Tinggi badan tegak (tbt)	Jarak vertikal telapak kaki sampai ujung kepala yang paling atas, sementara subyek berdiri tegak mata memandang lurus ke depan.
Tinggi bahu berdiri (tbb)	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol pada saat subyek berdiri tegak.
Tebal badan (tb)	Ukur jarak dari dada sampai punggung secara horisontal.

3. Posisi berdiri dengan tangan lurus ke depan

Data yang di ukur	Cara pengukuran
Jangkauan tangan (jt)	Ukur jarak horisontal dari punggung sampai ujung jari tengah. Subyek berdiri tegak dengan betis, pantat, punggung merapat ke dinding, tangan direntangkan ke depan.

4. Posisi duduk menghadap ke depan

Data yang diukur	Cara pengukuran
Lebar pinggul (lp)	Subyek duduk tegak, ukur jarak horisontal dari bagian terluar pinggul sisi kanan.
Lebar bahu (lb)	Ukur jarak horisontal antara kedua lengan atas, subyek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.

5. Posisi berdiri dengan kedua tangan direntangkan

Data yang diukur	Cara pengukuran
Rentangan tangan (rt)	Ukur jarak horisontal dari ujung jari terpanjang tangan kiri ke ujung jari terpanjang tangan kanan, subyek berdiri tegak dan kedua tangan direntangkan horisontal ke samping sejauh mungkin.

6. Pengukuran jari tangan

Data yang diukur	Cara pengerjaan
Panjang jari 1, 2, 3, 4, 5 (pj)	Diukur dari masing-masing pangkal ruas jari sampai ujung jari, jari-jari subyek merentang lurus dan sejajar.

Pangkal ke tangan (ppt)	Diukur dari pangkal pergelengan tangan sampai pangkal ruas jari, lengan bawah sampai telapak tangan subyek lurus.
Lebar jari 2, 3, 4, 5 (lj)	Diukur dari sisi jari telunjuk sampai sisi luar jari kelingking.
Lebar telapak tangan	Diukur dari sisi luar ibu jari sampai sisi luar jari kelingking.

3.5.2. Pengukuran Bentuk Tubuh

Praktikum duduk di kursi dengan kemiringan tertentu kemudian bentuk tubuh praktikan bagian belakang dicari bentuknya dengan menggunakan *flexible curve,* sehingga postur tubuh bagian belakang diperoleh. Kemudian digambar di atas papan, lalu tarik garis horisontal yang merupakan bagian bawah lutut dan beri nama garis tersebut garis A (perhatikan gambar).

Lakukan pengukuran-pengukuran seperti di bawah ini :

- **Tk** : jarak vertikal dari garis A sampai bentuk kepala bagian belakang yang paling menonjol.
- **Tlh** : jarak vertikal dari garis A sampai tekuk leher yang paling menonjol.
- **Tpu** : jarak vertikal dari garis A sampai bentuk punggung yang paling menonjol.
- **Tpl** : jarak vertikal dari garis A sampai titik cekung maksimum dari pinggang.

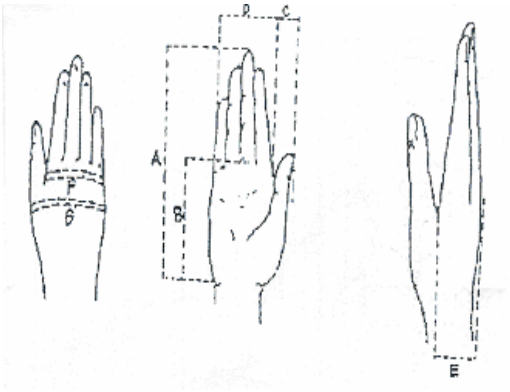
Sedangkan dari postur tubuh yang didapat tarik garis miring sejajar dengan kemiringan tubuh (lihat gambar) dan lakukan perhiungan-perhitungan seperti di bawah ini :

- **Pk** : jarak antara garis B sampai bentuk kepala bagian belakang yang paling menonjol.
- **Plh** : jarak antara garis B sampai titik leher maksimum.
- **Ppl** : jarak antara garis B sampai titik cekung pinggang maksimum.
- **Ppb**: jarak antara garis B sampai pantat belakang.

Setelah itu tarik garis horisontal yang menyinggung garis pantat bawah. Garis ini disebut garis C (lihat gambar), kemudian lakukan pengukuran seperti di bawah ini :

- **Km** : jarak antara garis A dan garis C sebagi kedalaman maksimum tempat duduk.
- **Ppt** : jarak horisontal antara titik garis singgung garis c dengan pantat bagian belakang terluar.

3.5.3. Pengukuran jari tangan



Keterangan :
1. **Panjang tangan (A)**
2. **Panjang telapak tangan (B)**
3. **Lebar tangan sampai ibu jari (C)**
4. **Lebar tangan sampai matakarpal (D)**
5. **Ketebalan tangan sampai matakarpal (E)**
6. **Lingkar tangan sampai telunjuk (F)**
7. **Lingkar tangan sampai ibu jari (G)**

1. **Putaran pergelangan tangan** : ukur sudut putaran pengerak tangan dari posisi awas pegerakan putaran maksimum, po sisi awas pegerakan tangan ditekuk ke kiri semaksimal mungkin, kemudian putar kekenan sejauh mungkin, total putaran adalah $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$
2. **Cengkeraman jari tangan** : ukur sudut putaran cengkeraman jari tangan, posisi awal jari-jari mencengkeram batang tengah kemudian diputar ke kanan sejauh mungkin, (pergelangan dan lengan tangan tetap diam), lalu dengan cara yang sama diputar ke kiri sejauh mungkin.

3.6. LUARAN PMT 1 MODUL 3

Luaran PMT 1 Modul Evaluasi Ergonomi yaitu

1. Data dimensi tubuh manusia yang telah diolah P5, P50 dan P90
2. Rancangan area dan tempat kerja, tata-letak (layout) fasilitas yang ergonomis (dengan dimensi) berdasarkan Antropometri
3. *Score* RULA dan REBA
4. Rekomendasi postur kerja berdasar hasil analisa postur kerja

3.7. FORMAT LAPORAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1. Pengumpulan Data Antropometri

3.2. Pengolahan Data Antropometri

3.3. Rancangan Area Kerja

3.4. Hasil Perhitungan Skor RULA

3.5. Hasil Perhitungan Skor REBA

BAB IV ANALISA

4.1. Analisis Uji Kecukupan dan Keseragaman

4.2. Analisis Rancangan Area Kerja

4.3. Analisis *Score* RULA dan REBA

4.4. Rekomendasi postur kerja berdasar hasil analisis postur kerja

BAB V PENUTUP

MODUL 4
ANALISIS METODE KERJA

4.1. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Praktikan mampu mengetahui konsep peta kerja setempat, studi gerakan dan sistem manusia mesin.
2. Praktikan mampu membuat peta kerja setempat (peta tangan kanan kiri dan peta pekerja mesin)
3. Praktikan mampu merancang, menganalisis, mengevaluasi dan memperbaiki stasiun kerja berdasarkan konsep peta kerja setempat, studi gerakan dan sistem manusia mesin.

4.2. LANDASAN TEORI

4.2.1. PETA KERJA SETEMPAT

Definisi Peta Kerja

Peta kerja merupakan suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas mulai dari awal sampai akhir proses. Di dalam peta kerja terdapat banyak informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metode kerja. Fungsi peta kerja adalah untuk menganalisa suatu pekerjaan, sehingga dapat mempermudah dalam perencanaan perbaikan kerja.

Apabila kita melakukan studi secara seksama terhadap suatu peta kerja, maka pekerjaan kita untuk memperbaiki metode kerja akan mudah dilaksanakan Perbaikan yang mungkin dilakukan, antara lain, kita bisa menghilangkan operasi-operasi lainnya, menemukan suatu urutan-urutan kerja/proses produksi waktu menunggu antara operasi dan sebagainya (petra.ac.id).

Pada dasarnya semua perbaikan tersebut. ditujukan untuk mengurangi biaya produksi secara keseluruhan. Dengan demikian, peta ini merupakan alat yang baik untuk menganalisa suatu pekerjaan sehingga mempermudah dalam perencanaan perbaikan kerja.

Peta kerja yaitu “Suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistemis dan jelas”, Example : Kerja produksi

Perbaikan Metode Kerja :

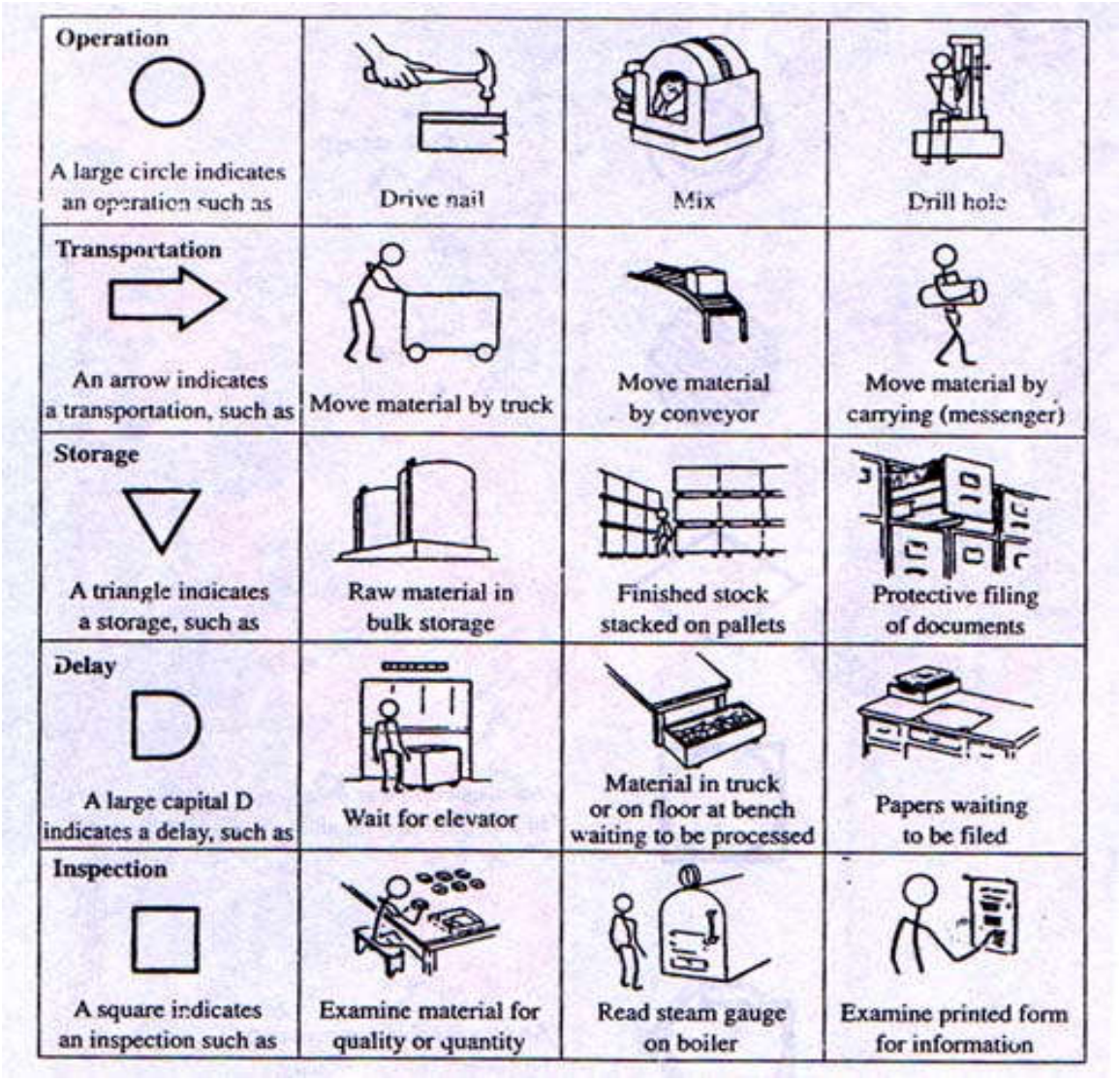
- Menghilangkan operasi yang tidak perlu
- Menggabungkan operasi
- Menemukan urutan kerja / proses produksi yang lebih baik.
- Menentukan mesin yang lebih ekonomis
- Menghilangkan waktu tunggu

Macam-Macam Peta kerja:

- Peta Kerja utk Kegiatan Keseluruhan
  - Peta Proses Operasi
  - Peta Aliran Proses
  - Peta Proses Kelompok Kerja
  - Diagram Aliran
- Peta Kerja utk Kegiatan Setempat
  - Peta Pekerja dan Mesin
  - Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri
- **Kegiatan Kerja Keseluruhan**

  Apabila kegiatan melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan.
- **Kegiatan Kerja Setempat**

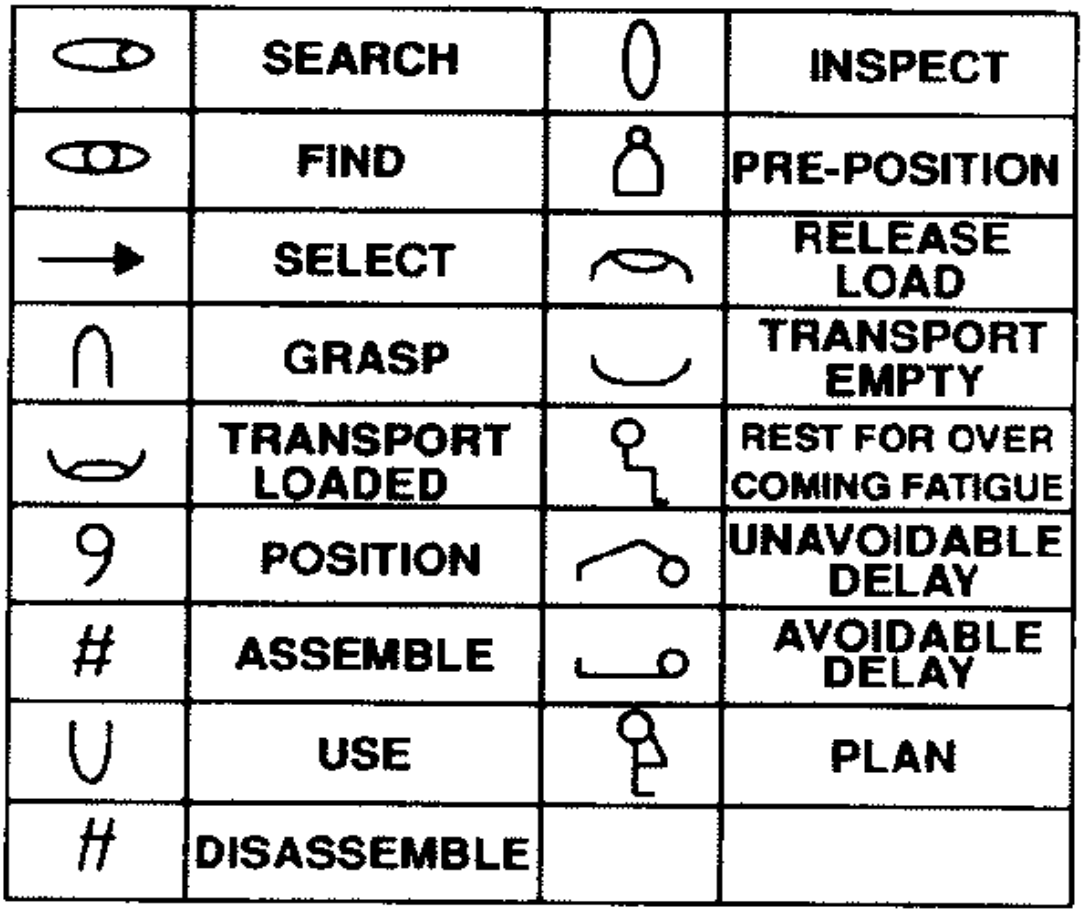
  Apabila kegiatan terjadi dalam suatu stasiun kerja yang biasanya hanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas



Gambar 1. Lambang peta kerja

Elemen gerakan therbligh :

- Menjangkau (Reach) -- Lambang Re
- Memegang (Grasp) -- Lambang G
- Membawa (Move) -- Lambang M
- Mengarahkan (Position) -- Lambang P
- Menggunakan (Use) -- Lambang U
- Melepas (Release) -- Lambang RI
- Menganggur (Delay) -- Lambang D
- Memegang untuk memakai (Hold) -- Lambang H



Gambar 2. Simbol gerakan therbligh

A. Peta Tangan Kanan Kiri

Untuk mendapatkan gerakan-gerakan yang lebih terperinci, terutama untuk mengurangi gerakan-gerakan yang tidak perlu dan untuk mengatur gerakan sehingga diperoleh urutan yang terbaik, maka dilakukan studi gerakan. Peta ini menggambarkan semua gerakan saat bekerja dan waktu menganggur yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan ketika melakukan suatu pekerjaan.

a. Kegunaan Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan

Berguna untuk memperbaiki suatu stasiun kerja, seperti peta lainnya maka kegunaannya adalah:

- Menyeimbangkan gerakan kedua tangan dan mengurangi kelelahan
- Menghilangkan/ mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif, sehingga tentunya akan mempersingkat waktu kerja

- Sebagai alat untuk menganalisa tata letak stasiun kerja
- Sebagai alat untuk melatih pekerja baru, dengan cara kerja yang ideal

b. Prinsip Pembuatan Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan

Prinsip-prinsip tersebut diuraikan sebagai berikut:

- Berbeda dengan peta yang lain, untuk membuat peta ini, lembaran kertas dibagi dalam tiga bagian, yaitu bagian "kepala", bagian yang memuat bagan stasiun kerja, dan bagian "badan".
- Pada bagian "kepala", dituliskan judulnya dengan identifikasi lainnya, pada bagan digambarkan sketsa dari stasiun kerja yang memperlihatkan tempat alat-alat dan bahan, pada bagian "badan" dibagi dalam dua pihak. Sebelah kiri untuk tangan kiri dan sebelah kanan untuk tangan kanan.
- Selanjutnya kita perhatikan urutan gerakan yang dilaksanakan operator, kemudian operasi tersebut diuraikan menjadi elemen gerakan.

PETA TANGAN KANAN DAN TANGAN KIRI

PEKERJAAN : DEPARTEMEN : NO PETA:
SEKARANG ☐ USULAN ☐ DIPETAKAN OLEH : TGL PEMETAAN :

LAYOUT TEMPAT KERJA **PART :**

TANGAN KIRI			LAMBANG		TANGAN KANAN		
DESKRIPSI	J(cm)	W(dt)			DESKRIPSI	J(cm)	W(dt)
Ambil Baut	25	1	Re G	Re G	Ambil Clamp	25	1
Merakit Dg Clamp	-	1.2	M P	M P	Dirakit dg Baut	-	1.2
				Re G	Ambil Mur Pertama	25	1
Total					Total		

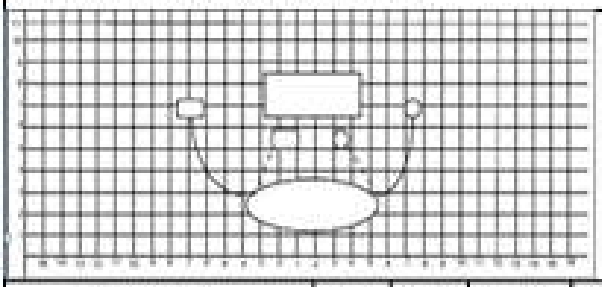
Ringkasan :

Waktu Tiap Siklus : **Jumlah Produk Tiap Siklus :**
Waktu Untuk Membuat 1 Produk :

Gambar 3. Tampilan peta tangan kanan kiri

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN

PEKERJAAN : MEMASANG BAN
DEPARTEMEN : -
NOMOR PETA : 01
SEKARANG [■] USULAN [ ]
DIPETAKAN OLEH : AE-43
TANGGAL DIPETAKAN : 4 DESEMBER 2013



Tangan kiri	jarak (cm)	waktu (det)	lambang	waktu (det)	jarak (cm)	Tangan kanan
Mengambil p	35	1		1	35	Mengambil roda
Memasang p pada roda	15	1		1	15	Memasang p pada roda
Menunggu	0	1		1	25	Mengambil lego
Memasang p & roda pada lego	15	7		7	15	Memasang p & roda pada lego
Mengambil p	35	1		1	35	Mengambil roda
Memasang p pada roda	15	1		1	15	Memasang p pada roda
Menunggu	0	1		1	25	Mengambil Lego
Memasang p & roda pada lego	15	7		7	15	Memasang p & roda pada lego
Mengambil p	35	1		1	35	Mengambil roda
Memasang p pada roda	15	1		1	15	Memasang p pada roda
Menunggu	0	1		1	25	Mengambil Lego
Memasang p & roda pada lego	15	7		7	15	Memasang p & roda pada lego
Mengambil p	35	1		1	35	Mengambil roda
Memasang p pada roda	15	1		1	15	Memasang p pada roda
Menunggu	0	1		1	25	Mengambil Lego
Memasang p & roda pada lego	15	7		7	15	Memasang p & roda pada lego
Mengecek fungsi ban	15	14		14	15	Memegang Lego
TOTAL	275	49		49	375	

Ringkasan
WAKTU TIAP SIKLUS : 49 DETIK
JUMLAH PRODUK TIAP SIKLUS : 1 BUAH
WAKTU UNTUK MEMBUAT SATU PRODUK : 49 DETIK

Gambar 4. Contoh peta tangan kanan kiri

B. Peta Pekerja Mesin

Peta pekerja dan mesin dapat dikatakan merupakan suatu grafik yang menggambarkan koordinasi antara waktu bekerja dan waktu menganggur dari kombinasi antara pekerja dan mesin (scribd.com).

a. Kegunaan Peta Pekerja dan Mesin

Peningkatan efektivitas penggunaan dan perbaikan keseimbangan kerja tersebut dapat dilakukan, misalnya dengan cara:

- Merubah tata letak tempat kerja

  Tata letak tempat kerja merupakan salah satu faktor yang menentukan lamanya waktu penyelesaian suatu pekerjaan.

- Mengatur kembali gerakan-gerakan kerja

  Penataan kembali gerakan-gerakan yang dilakukan pekerja, akan sangat membantu meningkatkan efektivitas kerjanya, dan sekaligus mempengaruhi efisiensi penggunaan tenaga.

- Merancang kembali mesin dan peralatan

  Misalnya untuk mengurangi waktu mengangkut dan sekaligus menghemat tenaga pekerja, maka pekerjaan memindahkan barang terutama barang berat, yang tadinya menggunakan gerobak dorong, sekarang menggunakan hoist.

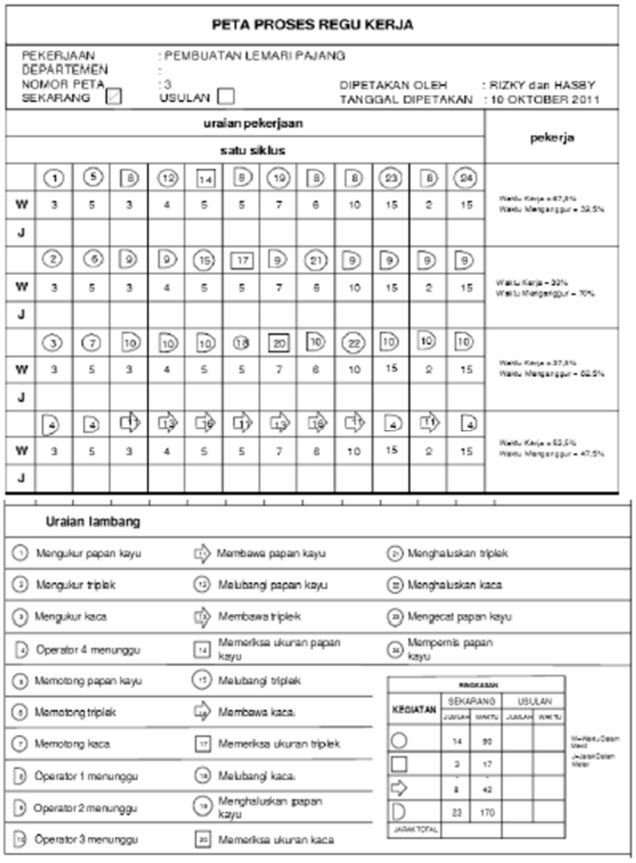
- Menambah pekerja bagi sebuah mesin atau sebaliknya

b. Prinsip Pembuatan Peta Pekerja dan Mesin

- Nyatakan identifikasi peta yang dibuat, kemudian diikuti oleh informasi pelengkanya.
- Langkah terakhir setelah semua aktivitas digambarkan, dibuat kesimpulan dalam bentuk ringkasan yang memuat: waktu menganggur, waktu kerja, dan akhirnya kita bisa mengetahui waktu penggunaan dari pekerja atau mesin tersebut.

Gambar 5. Contoh peta pekerja mesin

C. Peta regu kerja



Gambar 6. Contoh peta proses regu kerja

4.2.2. STUDI GERAKAN

- adalah analisa yang dilakukan terhadap beberapa gerakan bagian badan pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannnya.

PRINSIP EKONOMI GERAKAN

- Untuk menganalisa gerakan-gerakan kerja setempat dalam suatu stasiun kerja.
- Menganalisa kegiatan keja yang berlangsung secara menyeluruh dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya

PRINSIP EKONOMI GERAKAN

- Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan penggunaan badan / tubuh manusia.
- Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan tempat kerja berlangsung
- Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan desain peralaan kerja yang digunakan

Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan *penggunaan badan / tubuh manusia*.

- Kedua tangan memulai & mengakhiri scr bersamaan, simetris dan berlawanan arah gerakannya.
- Kedua tangan tidak menganggur scr bersamaan.
- Gerakan tubuh, tangan dihemat dan usahakan natural
- Gerakan tubuh balistik, patah-patah.
- Kerja otot berperan, usahan sedikit gerakan mata

Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan *tata letak tempat kerja berlangsung*

- Letak peralatan & bahan baku di tempat yg tetap, mudah & cepat dijangkau, hemat tanaga dan hemat biaya.
- Tinggi meja & kursi kerja sesuaikan dengan posisi kerja berdiri atau duduk , seergonomis mungkin sehingga nyaman.
- Tempat penyimpanan bahan memanfaatkan prinsip gaya berat.

Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan *desain peralaan kerja yang digunakan*

- Peralatan dirancang memiliki lebih dari satu kegunaan.

- Peralatan mudah dioperasikan, nyaman dan mudah disimpan.
- Perlatan tidak menimbulkan pemborosan gaya yang digunakansehingga mampu menghemat tenaga yang dipakai.

4.2.3. SISTEM MANUSIA-MESIN

Kombinasi antara salah satu atau beberapa manusia dengan satu atau beberapa mesin, dimanamesin dengan yang lainnya berinteraksi untuk menghasilkan keluaran-keluaran berdasarkan masukan-masukan yang diperoleh.

MESIN, dalam arti luas:

Mencakup semua objek fisik seperti peralatan, perlengkapan, fasilitas dan benda-benda yang bisa digunakan manusia dalam melaksanakan kegiatannya.

4.3. PERALATAN PRAKTIKUM

Dalam praktikum modul 4 ada beberapa alat yang harus disediakan, yaitu :

1. Simulasi stasiun kera (meja kerja, kursi kerja)
2. Stopwatch
3. Papan dan lembar pengamatan
4. Video Camera.
5. Ms. Excel software
6. Ms. Visio software

4.4. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Untuk modul 4 (analisis metode kerja) meliputi :

1. Inputan : a. Rancangan stasiun kerja
   b. Rekomendasi postur kerja
2. Membuat peta kerja setempat terdiri dari :
   a. Peta tangan kanan kiri untuk setiap part produk
   b. Peta pekerja mesin
3. Menganalisis dan mengevaluasi rancangan stasiun kerja berdasarkan peta kerja setempat, studi gerakan dan manusia mesin.
4. Memberikan rekomendasi sekaligus *problem solving* terhadap kasus yang dialami

4.5. LUARAN PMT 1 MODUL 4

Luaran yang dihasilkan modul 4 yaitu :

1. Membuat peta kerja terdiri dari :
   a. Peta tangan kanan kiri untuk setiap part produk
   b. Peta pekerja mesin
2. Menganalisis dan mengevaluasi rancangan stasiun kerja berdasarkan peta kerja setempat, studi gerakan dan manusia mesin.
3. Memberikan rekomendasi sekaligus problem solving terhadap kasus yang dialami

4.6. FORMAT LAPORAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

- 3.1. Peta Tangan Kanan Tangan Kiri
- 3.2. Peta Pekerja-Mesin

BAB IV ANALISA

- 4.1. Analisis :Peta Tangan Kanan Tangan Kiri
- 4.2. Analisis Peta Pekerja-Mesin
- 4.3. Evaluasi Rancangan Stasiun Kerja

BAB V PENUTUP

MODUL 5
STANDARDISASI SISTEM KERJA

5.1. TUJUAN PRAKTIKUM

Tujuan dari modul 5 ini adalah:

1. Praktikan mampu mengetahui konsep peta kerja keseluruhan dan jenis peta kerja
2. Praktikan mampu menentukan peta kerja keseluruhan yaitu Peta proses Operasi, Peta Aliran Proses dan Diagram Alir
3. Praktikan mampu membuat, menganalisis dan mengevaluasi peta kerja keseluruhan (Peta Proses Operasi, Peta Aliran Proses dan Diagram Alir)
4. Praktikan mampu mengetahui konsep waktu baku
5. Praktikan mampu menghitung, menganalisis dan mengevaluasi perhitungan waktu baku
6. Praktikan mampu mengetahui konsep lingkungan fisik kerja
7. Praktikan mampu mengukur, menganalisis dan mengevaluasi lingkungan fisik kerja di suatu area kerja
8. Praktikan mampu merancang perbaikan lingkungan fisik kerja

5.2. LANDASAN TEORI

5.2.1. PETA KERJA KESELURUHAN

Peta kerja keseluruhan digunakan untuk menganalisis suatu kegiatan kerja yang bersifat keseluruhan yang umumnya melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas produksi yang diperlukan dalam membuat suatu produk tertentu. Peta ini menggambarkan keseluruhan atau sebagian besar proses beserta karakteristiknya yang dialami suatu bahan hingga menjadi produk akhir dan interaksi antar stasiun kerja maupun antar kelompok kegiatan operasi. Peta kerja yaitu "Suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistemis dan jelas", Contoh: Kerja produksi

- Perbaikan Metode Kerja
- Menghilangkan operasi yang tidak perlu
- Menggabungkan operasi

- Menemukan urutan kerja / proses produksi yang lebih baik.
- Menentukan mesin yang lebih ekonomis
- Menghilangkan waktu tunggu

Macam-Macam Peta kerja:

- Peta Kerja untuk Kegiatan Keseluruhan
    - Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart* / OPC)

      Peta Proses Operasi merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan. Sejak dari awal sampai produk jadi utuh maupun sebagai komponen, dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut, seperti : waktu yang dihabiskan, material yang digunakan dan tempat atau alat atau mesin yang dipakai.
    - Peta Aliran Proses

      Peta aliran proses adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu dan penyimpanan yang terjadi selama satu proses atau prosedur berlangsung, serta didalamnya memuat pula informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa seperti waktu yang dibutuhkan dan jarak perpindahan.
    - Peta Proses Kelompok Kerja

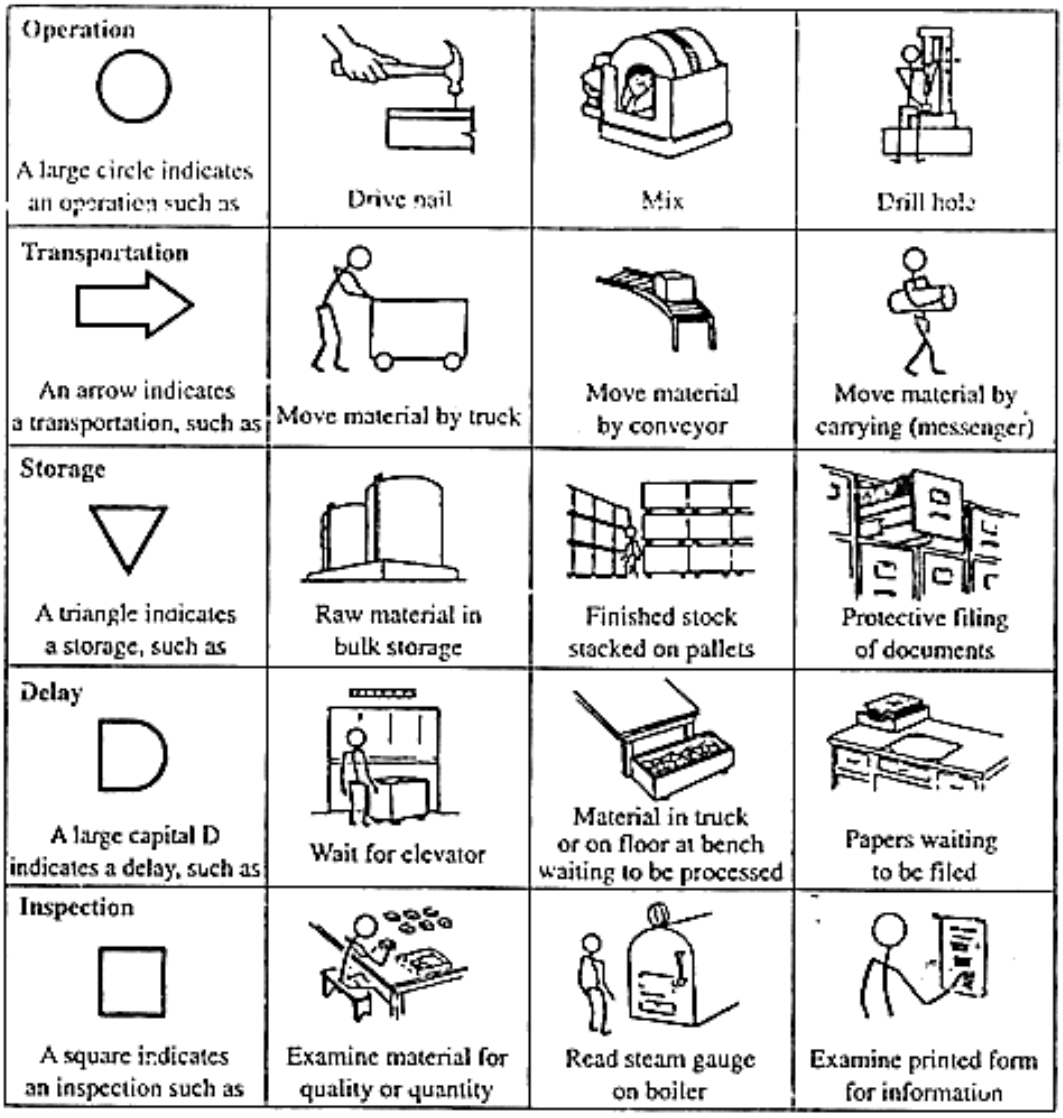
      Peta proses kelompok kerja digunakan untuk menunjukkan beberapa aktivitas dari sekompok orang yang berkerja sama dalam suatu proses atau prosedur kerja, dimana satu aktivitas dengan aktivitas lainnya saling bergantungan, artinya suatu hasil kerja secara kelompok tersebut berlangsung dengan lancer karena adanya ketergantungan tiap aktivitas ini, maka dalam peta proses kelompok kerja biasanya banyak dijumpai lambang-lambang keterlambatan, yang menunjukkan bahwa suatu aktivitas sedang menunggu aktivitas lainnya.

- Diagram Aliran

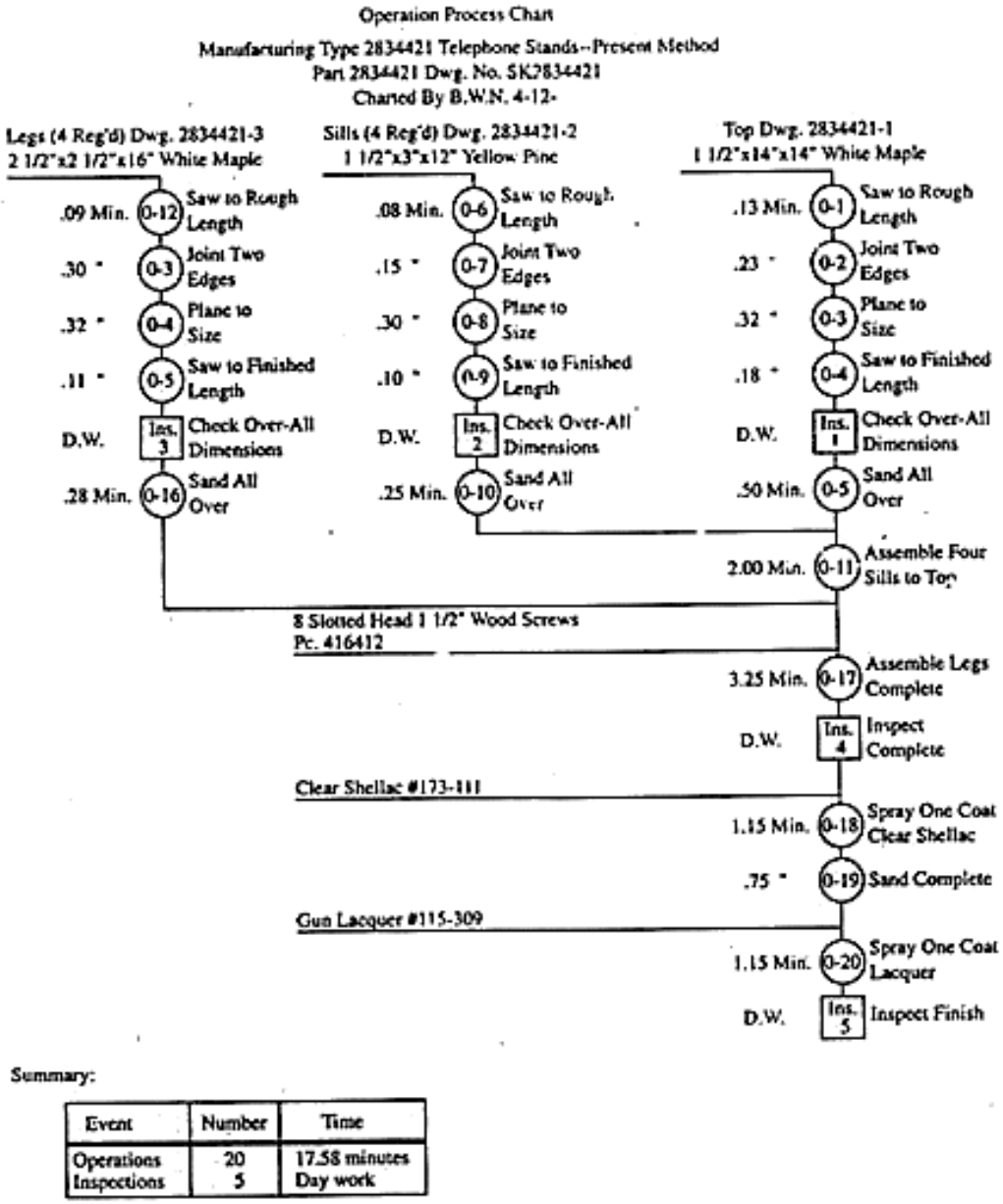
  Secara ringkas dapat dikatakan bahwa diagram aliran merupakan gambaran menurut skala dari susunan lantai dan gedung, yang menunjukkan lokasi dari semua aktivitas yang terjadi dalam peta aliran proses.

- Kegiatan Kerja Keseluruhan

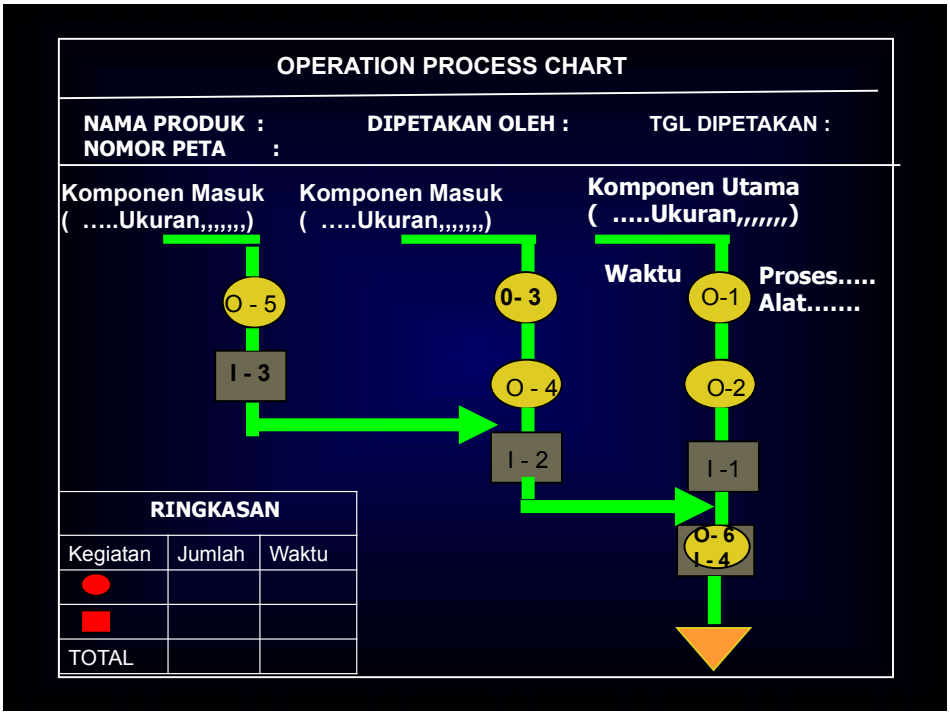
  Apabila kegiatan melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan.



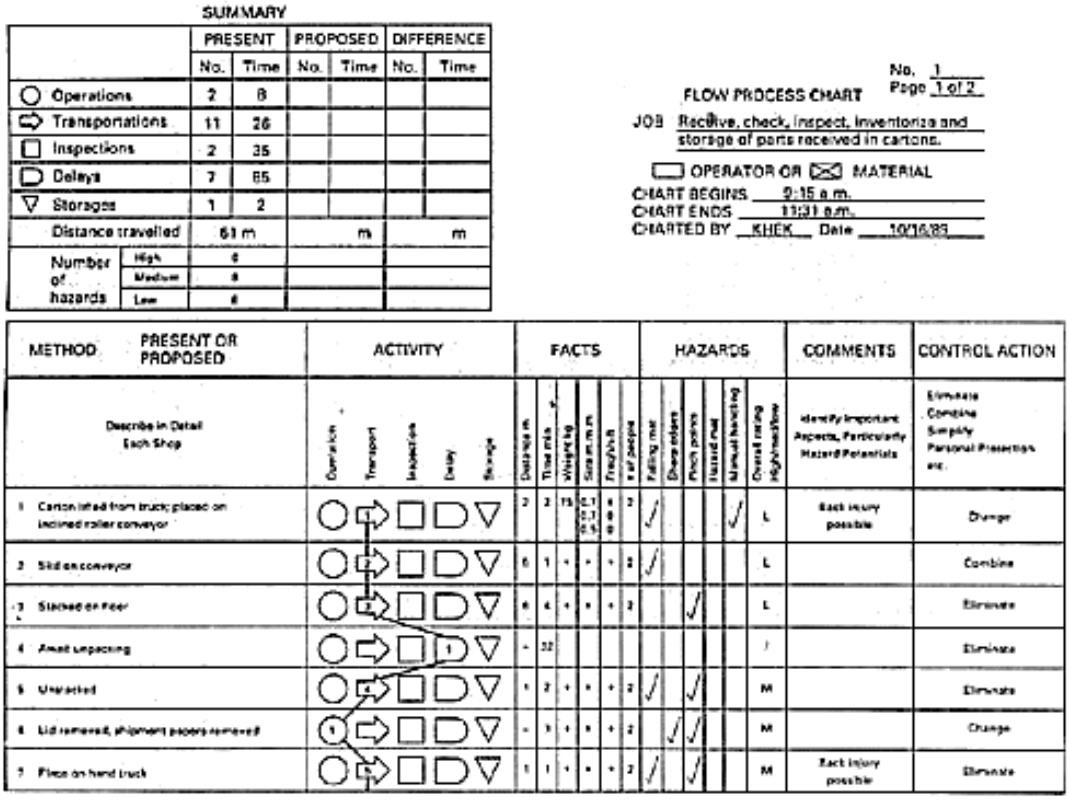
Gambar 1. Lambang peta kerja



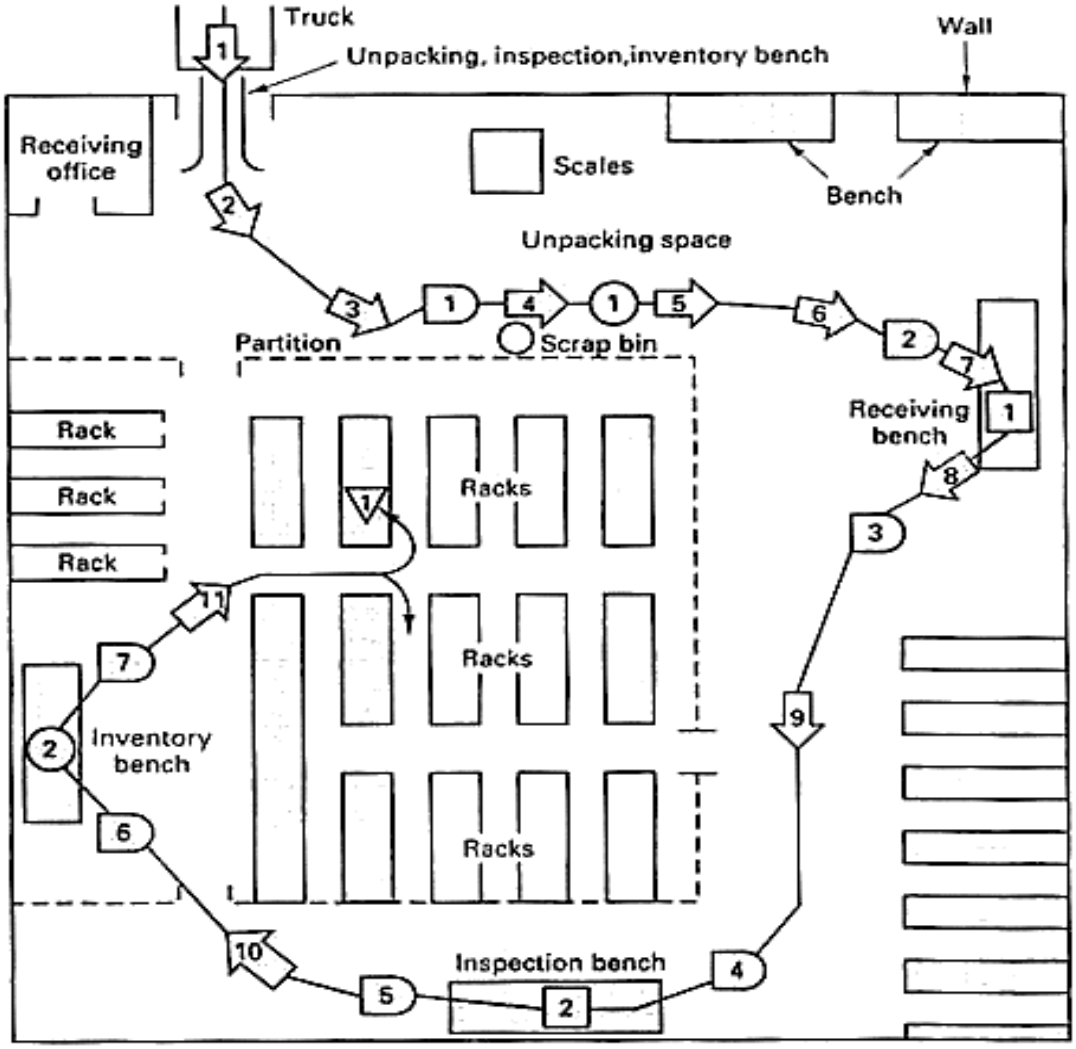
Gambar 2. Peta Proses Operasi 1 (*Operation Process Chart*/OPC)



Gambar 3. Peta Proses Operasi 1 (*Operation Process Chart*/OPC)



Gambar 4 Contoh Peta Aliran Proses



Gambar 4. Contoh Diagram Alir

5.2.2. PERHITUNGAN WAKTU BAKU

- **Waktu baku,diperlukan untuk :**
  - Man Power Planning
  - Cost Estimation
  - Production Schedulling
  - Insentif
  - Indikasi Kinerja
- **Pengukuran Kerja Langsung**
  - Stopwatch-time
  - Sampling work

- **Pengukuran Kerja Tak Langsung**
  - Metode Standart data
  - Metode Analisa Regresi

Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti – <u>Stopwatch :</u>

- Frederick W Taylor
- Abad 19
- Pekerjaan singkat & repetitive

Menentukan Waktu Baku

- Waktu normal adalah waktu yang diperlukan untuk seorang operator terlatih dan memiliki ketrampilan rata-rata untuk melaksanakan suatu aktivitas dibawah kondisi dan tempo kerja normal. Dengan kata lain waktu normal adalah waktu pengamatan dikalikan dengan faktor penyesuaian ditinjau dari kewajaran kerja yang ditunjukkan operator saat dilakukan penelitian. Waktu normal bisa diperoleh dengan mengalikan waktu rata-rata dan faktor penyesuaian, secara matematis adalah sebagai berikut :

  Wn = Ws x p

  Keterangan : Wn = waktu normal
  Ws = waktu siklus
  p = rating factor :

- Waktu standar / baku adalah waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja yang memiliki kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan secara wajar suatu pekerjaan yang memiliki sistem kerja paling baik (Sutalaksana it al, 1979). Rumus waktu baku adalah

$$Wb = Wn \times \frac{100\%}{100\% - \%\ allowance}$$

Allowance :

- *"Sejumlah waktu yang ditambahkan dalam waktu normal untuk memenuhi kebutuhan pribadi, waktu-waktu yang tidak dapat dihindari, dan kelelahan".*
- Allowance dibagi menjadi:
  - *Fatique Allowance* (kelelahan)
  - *Delay Allowance* (waktu yang tidak bisa dihindari)
  - *Personal Allowance* (kebutuhan pribadi)

Rating Faktor :

- *"a process during which the tim study analyst compare the performance (speed or tempo) of operator under observation with the observer's own concept of normal performance"*
- *Condition :*
  - *Operator terlalu cepat = p > 1 atau p > 100%*
  - *Operator terlalu lambat = p < 1 atau p <100%*
  - *Operator terlalu normal= p = 1 atau p = 100%*

Westinghouse Rating Faktor :

Westinghouse membagi kondisi kerja menjadi 4 yakni:

- Skill
- Effort
- Condition
- Consistency

Uji Kecukupan Data :

- Dengan rumus berikut :

$$N' = \frac{K^2(1 \quad p)}{s^2 p}$$

Keterangan

- S : degree accuration
- p : prosentase produktif
- k : level of convidence

- N : ukuran sampel

CUKUP BILA : N' <= N

Uji Keseragaman Data :

- Dengan rumusan berikut :

$$\frac{UCL}{LCL} = p \pm k\sqrt{\frac{p(1 \quad p)}{n}}$$

Keterangan :

p : prosentase sibuk / idle

k : level of convidence

5.2.3. LINGKUNGAN

A. KEBISINGAN

Pengertian Bunyi dan Ukuran Bunyi

Bunyi adalah fenomena fisis berbentuk gelombang longitudinal yang merambat melalui media udara sehingga dapat sampai ke telinga mengikuti garis lurus kecuali mendapat peredaman ataupun dialihkan arahnya karena adanya penghalang.

Ada dua hal yang menentukan kualitas suatu bunyi, yaitu frekuensi dan intensitas bunyi. Frekuensi didefinisikan sebagai jumlah dari gelombang-gelombang yang sampai telinga dalam satu detik dan mempunyai satuan Hertz atau jumlah gelombang per detik. Maka suatu sumber bunyi yang menghasilkan 2.000 gelombang perdetik dikatakan mempunyai frekuensi 2.000 Hz sedangkan intensitas bunyi adalah daya melalui suatu unit luasan dalam ruang dan sebanding dengan kuadrat tekanan suara, biasanya dinyatakan dalam satuan decibel (dB).

Bunyi yang tidak memberikan kenikmatan, disebut kebisingan. Dengan demikian kebisingan dianggap sebagai salah satu polutan yang selalu diprotes karena merupakan salah satu sumber strea dalam industri. Dalam kaitan ini, kebisingan memiliki efek yang berbeda terhadap kinerja.

Peralatan kerja bertenaga listrik maupun mekanis yang konvensional, seperti misalnya gergaji lingkar (circular saws), drill, gerinda, pengencang mur-baut dan lainnya yang sejenis, akan menghasilkan tingkat kebisingan yang dapat menimbulkan masalah serius bagi indera pendengaran kita bahkan dapat

menyebabkan ketulian atau yang disebut dengan *Noise Induced Deafness*. Sunber kebisingan dapat berupa apa saja, mulai dari mesin-mesin di pabrik (suara bernada tinggi dari mesin bubut, suara hempasan dari mesin tekan), suara "klik" dari keyboard, pesawat yang melintas di angkasa, lalu di jalan raya (kendaraan bermotor).

Kebisingan yang menyebabkan ketulian (*Noise Induced Deafness*) berada pada rentang frekuensi 2000-6000 Hz. Para pekerja yang bekerja pada rentang tersebut harus dites secara berkala pada kemampuan dengarnya dan yang penting lainnya adalah adanya umpan balik untuk mengetahui apakah informasi dapat diterima secara sempurna.

Tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh sumber bunyi (Sound Pressure Level) dapat dihitung dari perbandingan dari tekanan sumber suara tersebut pada tekanan suara 0.0002 dyne/cm, yaitu tekanan bunyi engan frekuensi 1.000 Hz yang dapat didengar oleh telinga normal. Biasanya dinyatakan dalam decibel (dB). Telinga manusia mempunyai sentivitas yang logaritmik. Oleh karena itu besaran yang dipakai merupakan logaritma intensitas.

Ambang Batas Kebisingan

Penyampaian suatu informasi atas berita sederhana akan dapat dimengerti selama tingkat pemberitaannya setinggi 10 dB atau lebih tinggi dari ambang batas kebisingan.Akan tetapi, untuk berita yang lebih kompleks yang terdiri dari kata-kata yang kurang di kenal,tingkat pembicaraannya harus 20 dB atau lebih tinggi dari ambang batas kebisingan .Adapun tingkat pembicaraan dikategorikan sebagai berikut:

- Percakapan biasa : 60-65 dB
- Pembicara di suatu seminar : 65-75 dB
- Berteriak : 80-85 dB

Nilai – nilai tersebut di aplikasikan nada jarak 1 meter dari pembicara. Sehingga dapat di simpulkan bahwa komunikasi akan sangat sulit pada ambang kebisingan di atas 80 dB.Jarak tersebut dapat di kurangi sampai pembicara harus berteriak pada telinga pendengar.

Efek Fisiologis Kebisingan

Ambang batas kebisingan untuk daerah kerja sedikit berbeda antara satu negar dengan negara yang lain tetapi umumnya antara 85 atau 90 dB selam periode 8 jam.Bila lebih dari angka – angka tersebut maka pekerja tidak boleh melebihi pertiode 8 jam tersebut. Makin tinggi tingkat kebisingan maka makin pendek

periode kerjanya . Menurut standart Iso untuk setiap kenaikan 3 dB maka periode yang di izinkan setengah 8 jam. Sebagai contoh : bila batas waktu di tetapkan 8 jam untuk tingkat kebisingan 90 dB hanya 2 jam dari115 dB kurang dari 2 menit. Untuk di Amerika Serikat yang ditetapkan oleh Occupatonal Safety and Healt Administration (Badan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Amerika Serikat) dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Paparan Kebisingan Yang Diijinkan

Lama paparan per hari (jam)	**Tingkat Kebisingan (dB)**
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1	110
0.5	115

Beberapa dampak kebisingan terhadap kinerja terjadi dalam beberapa bentuk:

1. Terganggu

   Kebisingan yang terputus-putus pada tingkat kurang lebih 50 dB memiliki pengaruh mengganggu yang lebih besar daripada suara yang lebih kontinyu walaupun intensitasnya lebih besar. Kebisingan dalam ruangan juga lebih mengganggu bila di bandingkan dengan kebisingan diruang terbuka. Demikian juga tingkat frekuensi,semakin tinggi frekuensi semakin besar gangguan yang di rasakan
2. Kebingungan

   Timbul perasaan bingung tanpa di sadari adanya kebisingan.
3. Gangguan Komunikasi

   Untuk informasi yang sudah biasa di terima pemahaman pembicaraan tidak terganagu bila tingkat suara pembicaraan 10 dB diatas tingkat kebisingan informasi yang tidak biasa di butuhkan perbedaadn sedikitnya 20 dB
4. Perhatian

   Kebisingan mempengaruhi tingkat perhatian seseorang .

   Dari hasil studi yang cuma sedikit memberikan hasil bahwa kebisingan menyebabkan kecelakaan dan berkurangnya ketepatan.

Pengukuran Kebisingan

Tujuan dilakukan pengukuran kebisingan adalah untuk memperoleh data kebisingan, sehingga dapat ditentukan tingkat kebisingan dan perbaikan.

Secara praktis frekuensi bunyi dapat diukur secara langsung dengan suatu alat ukur yang disebut Sound Level Meter. Alat ukur ini mempunyai beberapa skala : A,B,C,D, dan E. Dimana skala A, dinyatakan dalam Db (A) menggambarkan kolerasi respon subjektif dengan telinga manusia.

Bentuk – bentuk Kebisingan

1. Kebisingan kontinyu dengan sprektum frekuensi yang luas, misal : kipas angin, dapur pijar.
2. Kebisingan kontinyu dengan spectrum frekuensi yang sempit, misal : gergaji sirkuler, katup gas, dan lain-lain.
3. Kebisingan terputus-putus (intermittent), misal : lalu lintas, kapal terbang.
4. Kebisingan impulsif, misal : pukulan tukul, tembakan bedil.
5. Kebisingan impulsif berulang, misal mesin tempa kerusakan.
6. Kebisingan dapat berasal dari sumber eksternal (berasal dari luar bangunan atau lokasi) misal : kebisingan lalu lintas, industri lain, maupun dari sumber internal, misal : mesin gerinda, mesin bor. Pada perkantoran kebisingan dapat timbul dari telepon, mesin ketik, printer, dan pembicaraan orang.

Pengendalian Kebisingan

Untuk manajemen kebisingan perlu pengendalian secara teknik maupun administratif.

a. Secara teknik

1. Pengendalian suara.
2. Pengendalian sepanjang jalur suara, yaitu dengan penempatan lapisan berpori di seeliling sumber suara akan membantu mengurangi kebisingan. Pembuatan kotak (housing) mesin dengan bahan yang sesuai.

Tipe Ruangan	**Ambang batas kebisingan (dB)**
Ruang konverensi	35
Kantor	40
Laboratorium, ruang inspeksi	50
Kantin	50
Ruang produksi	75
Ruang mesin	90

3. Penyumbat telinga.

b. *Pengendalian secara administratif*

Hal ini memfokuskan pada manajemen, misalnya dengan diadakan rotasi pekerja antara tempat bising dengan tempat kerja yang tenang. Pengendalian secara administratif dan teknik sebaiknya digunakan secara bersamaan untuk mencapai tujuan dalam pengendalian kebisingan.

Pengendalian Tingkat Kebisingan Pada Produktivitas

Telinga ternyata lebih sensitive pada frekuensi tinggi dibandingkan pada frekuensi rendah. Dari penelitian dengan berbagai tingkat kebisingan dan dua macam frekuensi dan intensitas bunyi (tinggi dan rendah serta macam pekerjaan sederhana dan rumit memberikan hasil).

1. Pada kebisingan dengan frekuensi rendah (suara disel generator) produktivitas kerja seseorang tidak berpengaruh oleh tingkat kebisingan (dB) yang berbeda-beda, bila pekerjaan sederhana dan tidak memerlukan konsentrasi tinggi. Pada pekerjaan yang rumit dan membutuhkan konsentrasi yang tinggi produktivitas terpengaruh oleh tingkat kebisingan.Pada tingkat kebisingan 80 dB produktivitas kerja tertinggi karena pada kondisi ini kebesingan menjadi simultan bagi pekerja dan menjadi pembangkit keadaan.
2. Pada kebisingan dengan frekuensi tinggi (missal suara gergaji listrik, gerinda) produktivitas kerja terpengaruh oleh tingkat kebisingan (dB) yang berbeda-beda baik untuk pekerjaan sederhana maupun rumit.

B. PENCAHAYAAN

Salah satu factor yang mungkin penting daripada lingkungan kerja yang dapat memberikan kepuasan dan produktivitas kepada karyawan adalah adanya penerangan yang baik. Dalam suatu pabrik akan membantu terdapatnya suatu tempat kerja yang aman,membantu dalam melaksanakan atau berhasilnya kegiatan dan membantu dalam menghemat baik penglihatan maupun tenaga serta membantu dalam memberikan semangat bekerja. Efisiensi seorang operator ditentukan pada ketetapan saat melihat dari bekerja, sehingga dapat meningkatkan efektivitas kerja dan dapat memberikan kemanan yang lebih besar.

Tingkat penerangan yang baik merupakan salah satu factor untuk memberikan keadaan/kondisi penglihatan yang cukup baik. Masih ada beberapa factor lain yang mempengaruhi kemampuan kita untuk melihat. Beberapa diantaranya berhubungan dengan factor fisikpekerjaan dan tempat kerja,

disamping aspeklain seperti kecapaian/kelelahan dan kecepatan memberikan reaksi.

Penerangan sering mempengaruhi pembatasan seorang karyawan untuk melihat. Untuk dapat melihat dengan baik maka dibutuhkan suatu penerangan yang baik. Ciri-ciri penerangan yang baik tersebut adalah mempunyai :

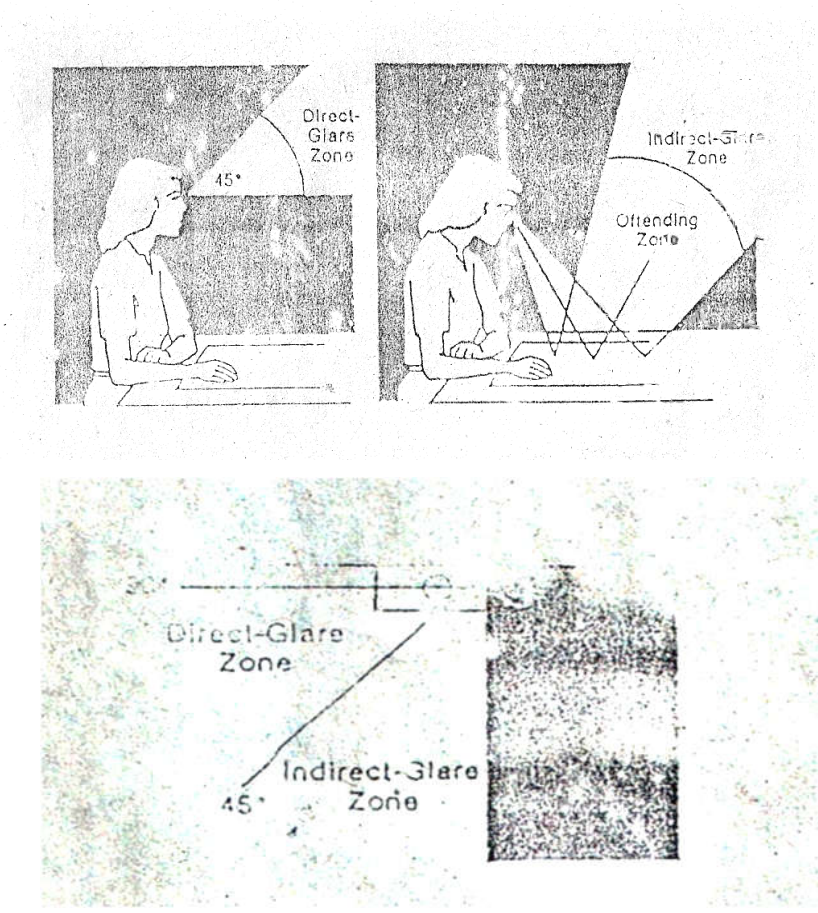
1. ***Sinar cahaya yang cukup***.

   Penerangan yang cukup merupakan satu fungsi dari beberapa variable yang saling mempengaruhi dalam menentukan kemampuan untuk melihat.

   Adapun variable-variabeltersebut adalah : besar suatu obyek *(size an object)* dan waktu /kecepatan. Besar *(size)* suatu obyek akan sangat menenrukan sekali kemampuan melihat dengan jelas. Untuk dapat melihat barang-barang (obyek) yang kecil dibutuhkan tambahan penerangan yang cukup dan waktu yang agak lama. Peranan daripada waktu yang dibutuhkan dalam melihat ini akan bertambah penting lagi obyek yang dilihat dalam kedaan bergerak.

2. ***Sinar cahaya yang tidak berkilau atau menyilaukan***.

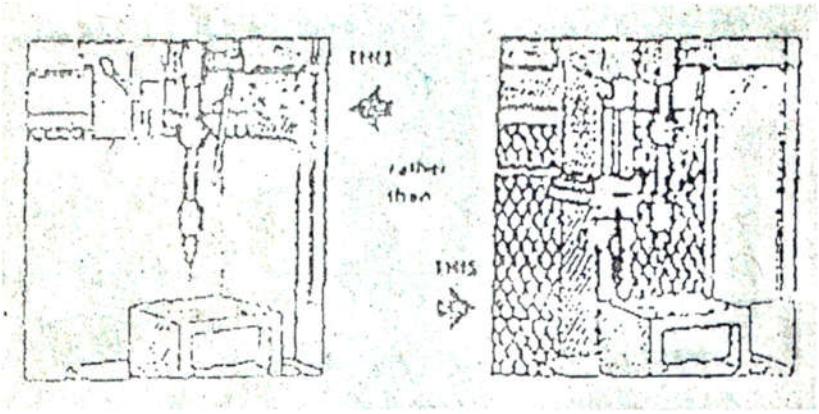
   Obyek yang dilihat harus terbebas dari cahaya yang menyilaukan. Cahaya yang menyilaukan.cahaya yang menyilaukan dapat langsung dating dari sumber cahaya (*direct-glare zone*) ataupun dari pemantulan/ppengembalian cahaya *(indirect-glare zone)*. Cahaya yang barasal dari benda-benda yang sifat atau pembawaan dari benda-benda yang terkena benda itu sendiri, yaitu mengkilap, licin, halus, dan berkilau. Hal inilah yang mengganggu pekerja, karena ia melihat langsung dari benda itu untuk menyelesaikan pekerjaannya. Keadaan ini dapat ditanggulangi dengan menempatkan kembali pekerjaan-pekerjaan dan sumber-sumber penerangan untuk mengurangi cahaya pantulan yang menuju pada apa yang sedang dikerjakan. Standart Australia AS 1680 memberikan tingkat-tingkat maximum luminansi untuk berbagai sudut yang berbeda dari garis vertical yang sangat rapat di bawah *the luminare*. Biasanya tingkat luminance harusdibatasi dalam daerah 45° - 90°. Permukaan kerja yang mengkilap dan lantai yang mengkilap juga perlu menghindari adanya *glare* (silau).



Gambar 1. Direct-Glare Zone dan Indirect-Glare Zone

3. Tidak terdapat kontras yang tajam.

Setiap kali kita melihat obyek harus diusahakan adanya kekotrasan obyek satu dengan lainnya, serta latar belakang yang terdekat untuk lebih mudah membedakannya. Bila terdapat suatu kontras yang kurang baik, makakeadaan ini dapat diperbaiki dengan jalan menambah tingkat terangnya cahaya yang diperlukan. Peningkatan kontras yang mungkin salah satu cara yang lebih efektif dalam upaya meningkatkan kemampuan daya lihat. Latar belakang daerah kerja dapat dibuat sesederhana mungkin. Background yang kacau, yang mempunyai banyak perpindahan seharusnya dihindari dengan menggunakan sekat-sekat seperti di bawah ini.



4. Terangnya cahaya (Brightness)

Terangnya cahaya yang diperlukan oleh suatu obyek tergantung pada banyaknya cahaya yang dipantulkan dari obyek tersebut ke mata kita. Penglihatan ke suatu bagian sering tergantung dari perbedaan cahaya diantara bagian tersebut dengan latar belakangnya. Perbedaan terangnya cahaya dapat dinyatakan sebagai ratio atau perbandingan terangnya cahaya, makin besar perbedaab ratio makin cepat tugas dilaksanakan. Untuk efisien dan mudahnya melihat mata penerangan hendaknya mempunyai cahaya yang relative uniform.

5. *Distribusi cahaya, bayangan dan pemancaran penebaran cahaya*.

Pada umumnya distribusi penerangan yang merata untuk bagian-bagian yang lebih dinginkan di dalam industri, karena ini akan memungkinkan fleksibilitas dalam lay-out dan akan membantu adanya perataan/ uniformitas dari terangnya cahaya. Penerangan yang berbintik-bintik atau buram, dengan adanya bagian-bagian yang gelap dan bagian-bagian yang terang adalah kurang baik karena mata kita harus selalu mengadakan penyesuaian setiap kali kita melihat perbedaan bagian-bagian tersebut. Banyaknya cahaya yang dipancarakan bervariasi tergantung dengan jenis pekerjaannya.

6. *Warna*

Warna juga peting untuk penerangan dan penglihata yang cukup baik. Pengaruh adanya warna kana jelas, dalam keselamatan dan kemudahan dalam melihat. Jika diadakan pengkoordinasian penerangan dengan bai, pemilihan warna yang baik akan menimbulkan keadaan penglihatan yang cukup baik dengan mengurangi sinar silau, mengawasi kontras yang tajam dan meminimalisir kelelahan mata. Warna juga berubah secara psikologis suatu ruangan.

Illuminansi dan luminansi dapat membaca mengikuti reflektivitas yang dapat dihitung. Reflektivitas yang tinggi dari permukaan dalam area kerja dapat mengakibatkan cahaya yang menyilaukan yang mengganggu.

Reflektivitas dari cat tertentu dan bahan-bahan kayu :

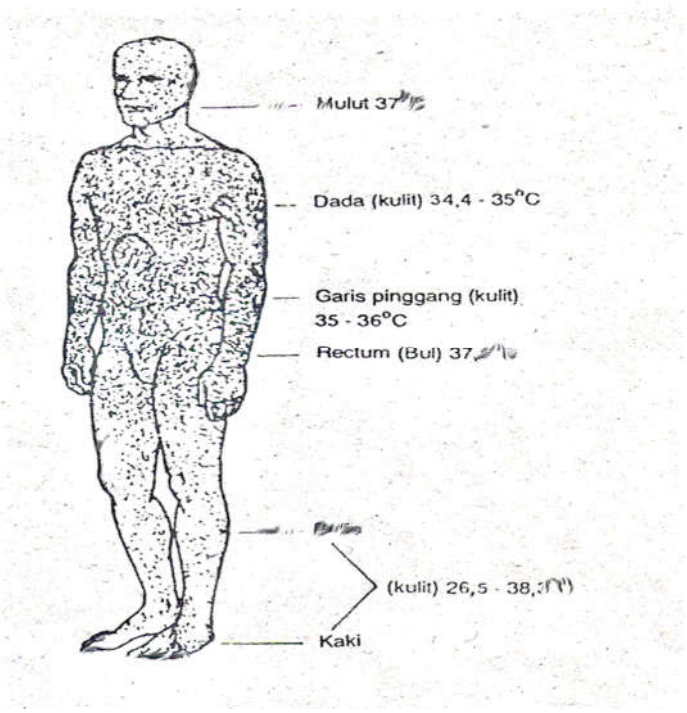
Colour Finish (warna cat / kayu)	Persentase cahaya yang terpantul
White (putih)	85%
Light cream (krem terang)	75%
Light gray (abu-abu terang)	75%
Light blue (biru terang)	55%
Dark blue (biru gelap	10%
Maple	7%
Walnut	16%
Mahogany	12%

C. TEMPERATUR

Temperatur Badan

Temperature pada tubuh manusia selalu tetap. Suhu konstan dengan sedikit berfluktuasi di sekitar 37 derajat celcius terdapat pada otak, jantung, dan bagian dalam perut yang disebut dengan *suhu tubuh (core temperature)*. Suhu inti ini diperlukan agar alat-alat itu dapat berfungsi normal. Sebaiknya, lawan dari core temperature adalah *hell temperature,*yang etrdapat pada otot, tangan, kaki dan seluruh bagian kulit yang menunjukkan variasi tertentu.

Manusia mempunyai kemampuan untuk mempertahankan keadaan normal tubuh (*mempunyai kemampuan untuk beradaptasi*). Kapasitas unutk beradaptasi inilah yang membuat manusia mudah untuk mentolelir kekurangan panas secara temporer yang berjumlah ratusan kilokalori pada seluruh tubuh. Dengan kata lain, tubuh manusia dapat menyesuaikan diri karena kemampuannya untuk melakukan proses konveksi, radiasi dan penguapan jika terjadi kekurangan atau kelebihan panas yang membebaninya. Tetapi, kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan temperature luar adalah jika perubahan temperature luar tubuh tersebut tidak melebihi 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin.



Menurut untuk berbagai tingkat temperature akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda, yaitu sebagai berikut :

1. 40 derajat celcius teperatur dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh di atas kemampuan fisik dan mental.
2. 30 derajat celcius aktivitas mental dan daya tangkap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan. Timbul kelelahan fisik.
3. 24 derajat celcius kondisi kerja optimum.
4. 10 derajat celcius kelakuan fisik yang ekstrim mulai muncul.

Aplikasi Temperatur dalam Perancangan Kerja

Dalam rancangan suatu ruangan lembab nisbi mempunyai pengaruh yang sangat kecil terhadap perasaan atau suhu dalam zona nyaman asalkan waktu berlakunya tidak terlalu lama. Walaupun demikian, mutu bangunan harus tetap, dijaga agar air tanah tidak sampai merembes malalui dinding-dinding. Lembab tidak berpengaruh dalam menentukan perasaan atas suhu, tetapi lebih berperan dalam menurunnya daya tahan tubuh terhadap penyakit.

Di bawah ini adalah beberapa catatan tentang suhu ruangan yang ideal untuk suatu stasiun kerja :

1. *Penggunaan AC*

   Jika menggunakan AC hendaknya elisih suhu antara luar ruang dengan dalam ruang tidak lebih dari 4 derajat celcius. Jika perbedaan suhu terlalu besar, perasaan tidak nyaman akan banyak dirasakan oleh mereka yang keluar masuk gedung. Jika memasuki ruang akan dirsakan dingin, jika keluar akan terasa lesu dan habis tenaga.

   Perbedaan suhu dalam ruang gedung disarankan sebagai berikut :

   Suhu luar gedung : 20 22 24 26 28 30 32

   Suhu dalam gedung : 20 21 22 23 24,5 26 28

2. *Beberapa contoh suhu yang diperkirakan cukup nyaman di berbagai keadaan :*

   * Ruang pertemuan / rapat: 26 -27
   * Ruang olah raga : 19,5 – 22,3
   * Ruang tunggu : 26 – 27
   * Ruang pertunjukan : 24 – 26
   * Ruang istirahat : 27
   * Kamar mandi : 27
   * Dapur / kafetaria : 23
   * Gudang : 22 – 24
   * Bengkel reparasi : 20 – 23

5.3. PERALATAN PRAKTIKUM

Dalam praktikum tentang spesifikasi produk, ada beberapa alat yang harus disediakan, yaitu :

1. Stopwatch
2. Papan dan lembar pengamatan
3. Ms. Visio
4. SPSS

5.4. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Untuk modul 5 (Standarisasi Sistem Kerja) meliputi

1. Mahasiswa melakukan perakitan produk dan mencatat waktu perakitan dengan menggunakan stopwatch

2. Mahasiswa melakukan salah satu proses perakitan di ruangan lingkungan fisik kerja
3. Mahasiswa membuat *Operation Process Chart*
4. Mahasiswa menghitung waktu baku dan waktu siklus perakitan
5. Mahasiswa melakukan analisis lingkungan fisik kerja

5.5. LUARAN PMT 1 MODUL 5

Luaran yang dihasilkan modul 5 yaitu :

1. *Operation Process Chart*
2. Waktu baku dan waktu siklus
3. Evaluasi lingkungan fisik kerja

5.6. FORMAT LAPORAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

- 3.1. Peta Proses Operasi (OPC)
- 3.2. Perhitungan Waktu Baku
- 3.3. Data Lingkungan Fisik

BAB IV ANALISA

- 4.1. Analisis Peta Proses Operasi (OPC)
- 4.2. Analisis Waktu Baku
- 4.3. Evaluasi lingkungan fisik kerja

BAB V PENUTUP

MODUL 6
PERAMALAN
(*FORECASTING*)

6.1. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Memahami konsep peramalan dan pentingnya perencanaan produksi
2. Memahami jenis-jenis peramalan dan karakteristiknya
3. Mampu melakukan peramalan berdasarkan data permintaan

6.2. LANDASAN TEORI

6.2.1. MANFAAT PERAMALAN

Aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Dengan demikian peramalan merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, misalnya berdasarkan data deret waktu historis. Peramalan dapat menggunakan teknik-teknik peramalan yang bersifat formal maupun informal. Aktivitas peramalan ini biasa dilakukan oleh Departemen Pemasaran dan hasil-hasil dari peramalan ini sering disebut sebagai **ramalan penjualan** *(sales forecast).*

Berdasarkan penjelasan di atas, kita dapat mengenal dua sumber utama yang berkaitan dengan informasi permintaan produk, yaitu: (1) ramalan terhadap produk *independent demand* yang bersifat tidak pasti *(uncertain),* dan (2) pesanan-pesanan *(orders)* yang bersifat pasti *(certain)*. Pesanan-pesanan yang bersifat pasti ini antara lain: pesanan pelanggan *(customer orders)*, alokasi tertentu untuk area geografis *(geographic area allocations), service or spare parts and samples, distribution center demands (or branch warehouse demands)*, dan lain-lain.

Bagian penjualan biasanya melakukan perencanaan *(sales planning)* berdasarkan hasil-hasil ramalan penjualan *(sales* forecast*)*, sehingga informasi peramalan bermanfaat bagi *Production Planning and Inventory Control (PPIC).*

Dalam industri manufaktur dikenal adanya dua jenis permintaan yang sering disebut sebagai *independent demand* dan *dependent* demand, yang merupakan salah

satu konsep terpenting dalam *master planning*. *Dependent demand* didefinisikan terhadap material, *parts*, atau produk yang terkait langsung dengan atau diturunkan dari struktus *bill of material* untuk produk akhir atau untuk item tertentu. Permintaan dari *bill of material* harus dihitung dan tidak boleh diramalkan. Sebaliknya, *independent demand* didefinisikan sebagai permintaan terhadap material, *parts*, atau produk, yang bebas atau tidak terkait langsung dengan struktur *bill of material* untuk produk akhir atau item tertentu. Permintaan untuk produk akhir, *parts* atau produk yang digunakan untuk percobaan pengujian produk itu, dan suku cadang *(spare parts)* untuk pemeliharaan, digolongkan ke dalam *independent demand.* Produk yang tergolong *independent demand* merupakan obyek untuk peramalan.

Pada beberapa area berikut, peramalan memegang peranan penting, yaitu:

1. Penjadwalan sumber-sumber yang ada *(Scheduling existing resources)*
   Penggunaan yang efisien dari sumber-sumber yang ada, membutuhkan jadwal produksi, transportasi, kas, personel, dan sebagainya. Peramalan pada tingkat permintaan untuk produk, material, tenaga kerja, finansial atau jasa adalah input yang penting untuk penjadwalan.
2. Mendapatkan sumber tambahan *(Acquiring additional resources)*
   Lead time untuk mendapatkan sumber tambahan pada bahan baku, sewa karyawan baru, atau membeli peralatan dan mesin-mesin, dapat bervariasi dari hanya beberapa hari hingga beberapa tahun. Peramalan dibutuhkan untuk menentukan kebutuhan sumber-sumber di masa yang akan datang.
3. Menentukan sumber-sumber daya yang diinginkan *(Determining what resources are desired)*
   Semua organisasi atau perusahaan harus menentukan sumber apa yang mereka ingin untuk dimiliki pada jangka panjang. Keputusan seperti ini bergantung pada pasar, faktor lingkungan dan pembangunan finansial internal, manusia, produk, dan sumber-sumber teknologi. Penentuan ini semua membutuhkan peramalan yang baik dan manajer yang dapat menginterpretasikan prediksi dan membuat keputusan yang tepat.

Perencanaan dan Pengendalian Produksi dapat diartikan sebagai proses untuk merencanakan dan mengendalikan aliran material yang masuk, mengalir dan

keluar dari sistem produksi/operasi sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi dengan jumlah yang tepat, waktu penyerahan yang tepat, dan biaya produksi yang minimum.

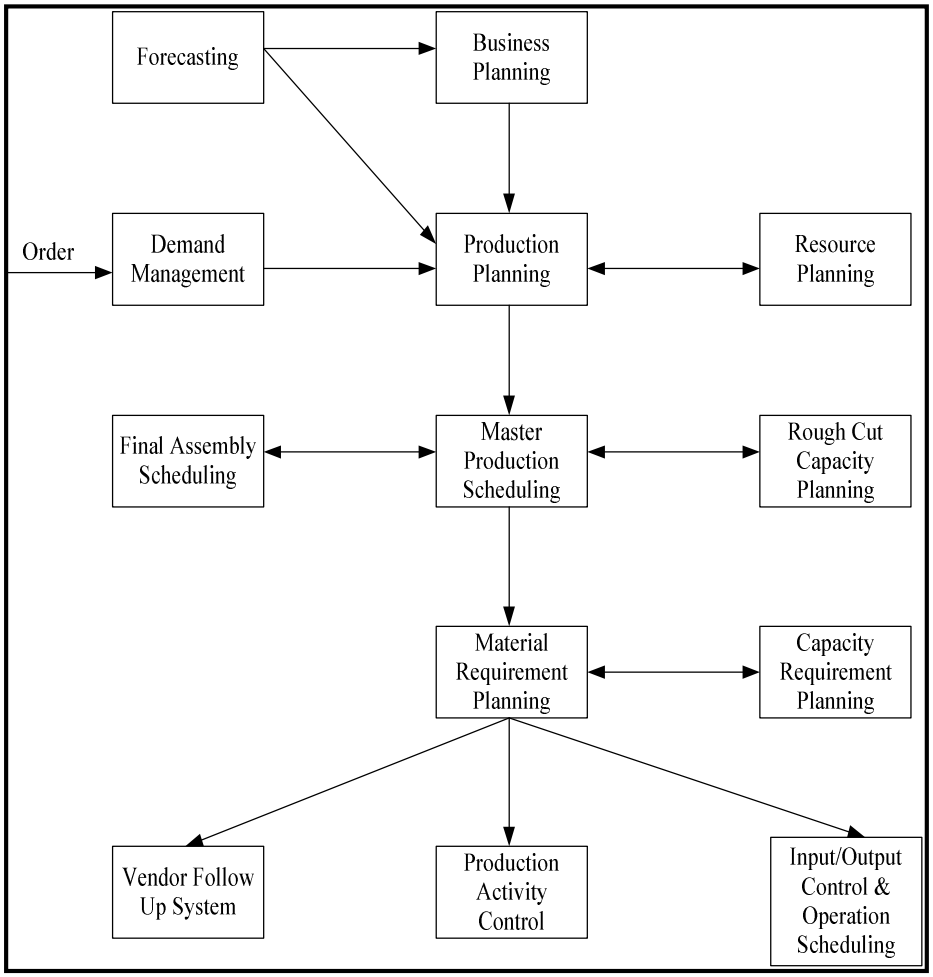
6.2.2. FUNGSI PERAMALAN DALAM PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PRODUKSI

Perencanaan Produksi dilakukan dengan tujuan menentukan arah awal dari tindakan-tindakan yang harus dilakukan dimasa datang, dan kapan harus melakukan. Karena perencanaan ini berkaitan dengan masa mendatang, maka perencanaan disusun atas dasar perkiraan perkiraan (ramalan) yang dibuat berdasarkan data masa lalu dengan menggunakan beberapa asumsi. Fungsi peramalan dalam perencanaan dan pengendalian produksi tampak pada gambar 1.

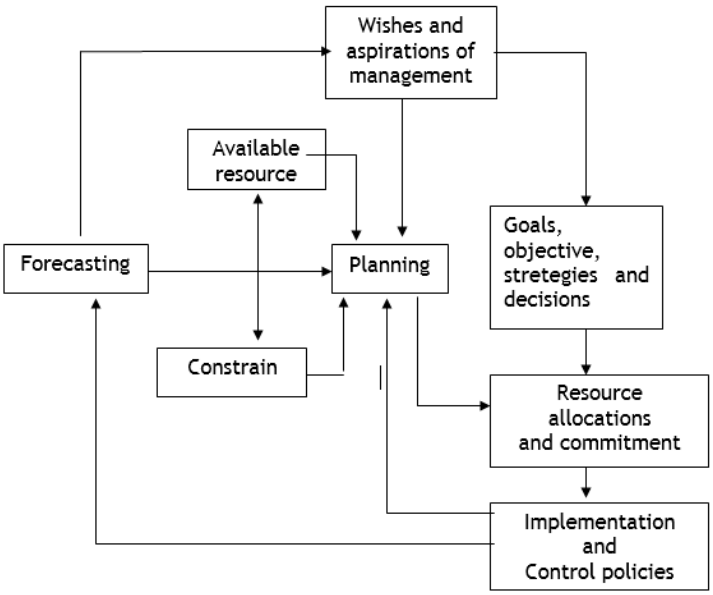
Peramalan adalah suatu bagian dari kegiatan manajemen sebagai dasar pembuatan keputusan. Suatu perusahaan membangun tujuan dan mencari faktor lingkungan lalu menyeleksi tindakan yang diharapkan akan memberi hasil pada pencapaian tujuannya.

Karena peramalan dan perencanaan keduanya mengenai hal-hal yang berkaitan dengan masa yang akan datang, sangat penting untuk mengintegrasikan kedua fungsi ini dalam suatu perusahaan.

Dalam sudut pandang proses manajemen, mata rantai antara peramalan, perencanaan dan pembuatan keputusan dapat diringkas dalam gambar 2. Elemen-elemen penting dari gambaran ini adalah lingkungan peramalan umumnya mendahului perencanaan. Bagaimanapun juga, terdapat sejumlah interaksi penting antara tiga hal ini dan kegiatan lain yang berhubungan dengannya.



Gambar 1 Skema Proses Perencanaan dan Pengendalian Produksi



Gambar 2 Mata Rantai Peramalan, Perencanaan dan Pembuatan Keputusan

Syarat mutlak untuk manajemen yang efektif pada sistem peramalan dan sumber-sumber peramalan adalah penghargaan terhadap peran *forecasting* dalam manajemen itu sendiri, yaitu :

a. mengurangi besarnya ketidakpastian di masa datang yang dihadapi oleh manajemen.
b. secara efektif dapat memperluas jangkauan pilihan bagi para manajer. Sistem *forecasting* dapat digunakan sebagai alat untuk evaluasi pilihan. Sebagai contoh, efek dari perubahan harga, program pemasaran, pergantian geografis dalam pola distribusi dan lain-lainnya dapat distimulasikan dengan menambahkan obyek pembuatan keputusan manajemen.

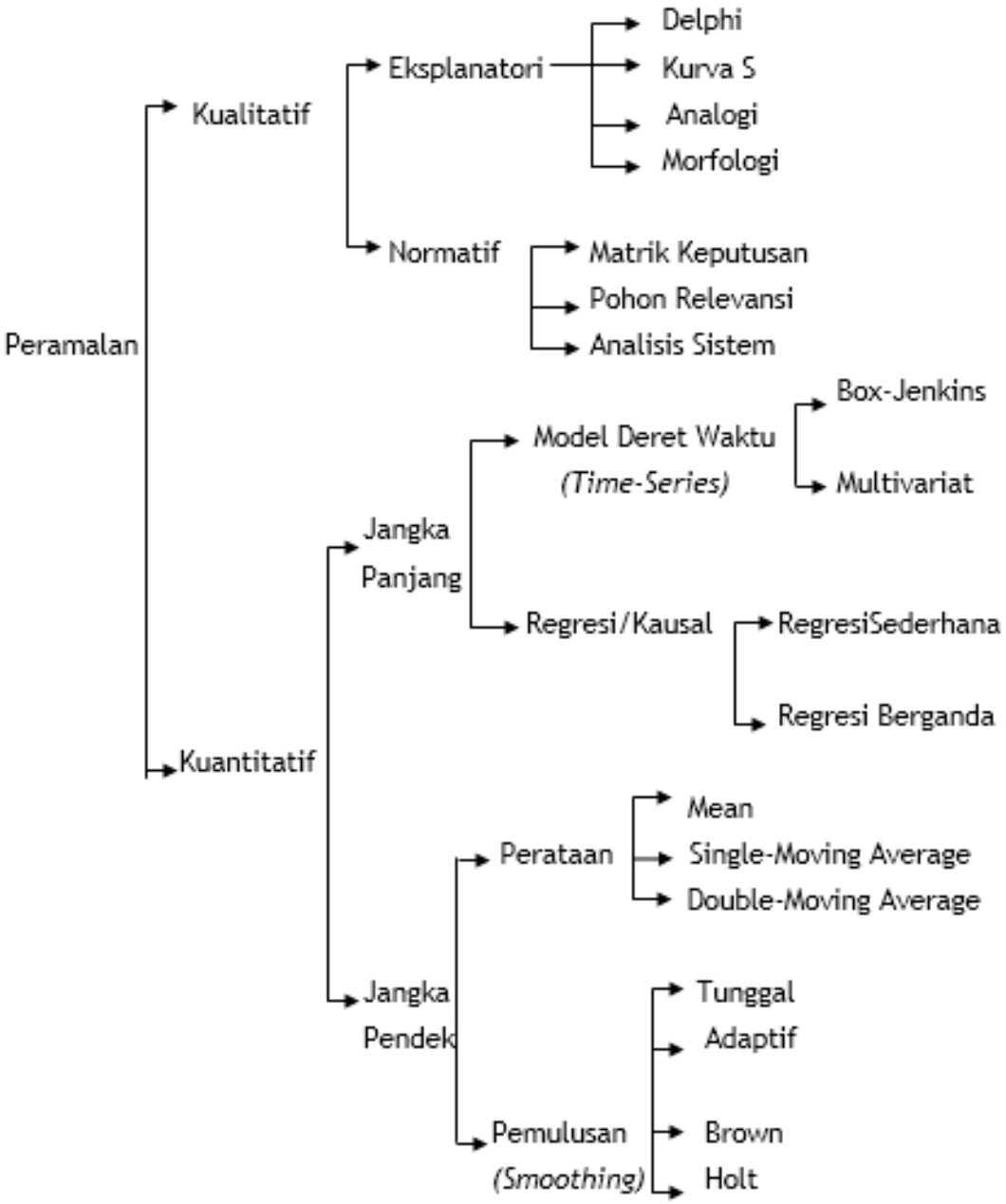
6.2.3. JENIS-JENIS PERAMALAN

Berdasarkan teknik yang digunakan, peramalan secara garis besar dapat dikelompokan menjadi 2 yaitu :

1. *Qualitative Technique* / Teknik Kualitatif (*Judgemental forecasting*) / Subyektif
2. *Quantitative Technique* / Teknik Kuantitatif / Obyektif

Perbedaan antara kedua macam peramalan ini didasarkan pada cara mendapatkan nilai-nilai ramalan. Peramalan subyektif lebih menekankan pada keputusan-keputusan hasil diskusi, pendapat pribadi seseorang, dan intuisi yang meskipun kelihatannya kurang ilmiah tetapi dapat memberikan hasil yang baik. Sedangkan peramalan obyektif merupakan prosedur peramalan yang mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik dalam menunjukkan hubungan antara permintaan dengan satu atau lebih variabel yang mempengaruhinya. Selain itu, peramalan obyektif juga mengasumsikan bahwa tingkat keeratan dan macam dari hubungan antara variabel-variabel bebas dengan permintaan yang terjadi pada masa lalu akan berulang juga pada masa yang akan datang.

Secara skematis dapat digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3 Jenis-jenis Peramalan

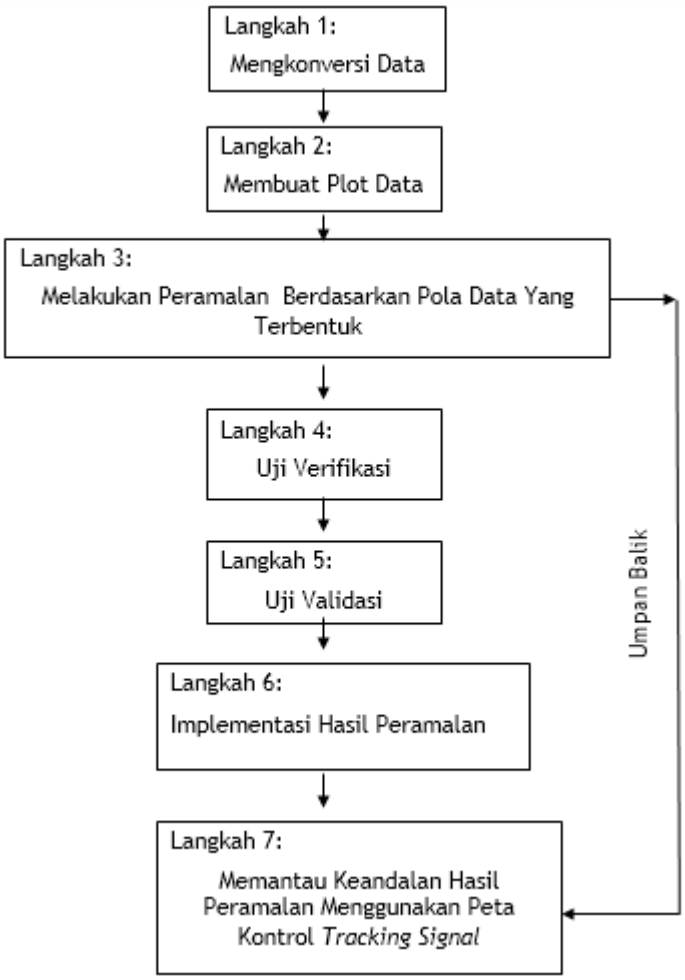
6.2.4. TAHAPAN PERAMALAN

Dalam peramalan, tahap-tahap yang harus dilakukan adalah :

1. Plot atau set data masa lalu
2. Memilih alternatif metode yang sesuai dengan tipe data masa lalu.
3. Melakukan peramalan dengan metode yang sesuai dengan plot data.
4. Melakukan uji verifikasi atau error dari metode-metode yang digunakan

5. Memilih metode yang terbaik, yang dipilih adalah metode yang memiliki *error* terkecil.
6. Melakukan uji validasi metode terpilih dengan menggunakan peta *Moving Range*.

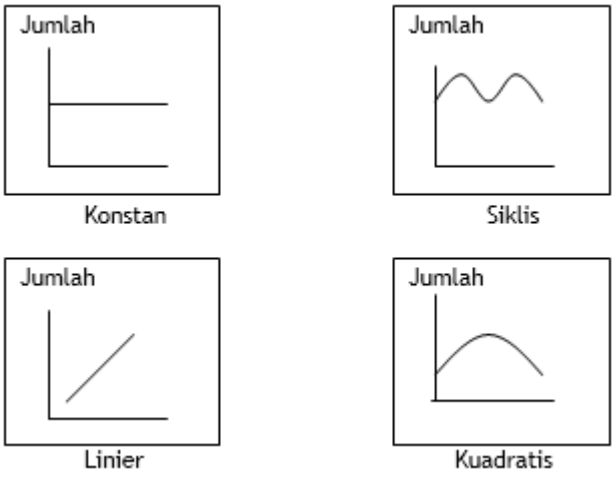
Tahap –tahap peramalan secara sistematis dijelaskan pada gambar di bawah ini :



Gambar 4 Tahapan Peramalan

Plot data

Plotting data harus dilakukan sebelum melakukan metode peramalan untuk menentukan pola data yang terjadi. Dengan data yang ada diperoleh diagram pencarnya. Ada beberapa tipe pola data, yaitu konstan linier, siklis atau musiman dan kuadratis.



Gambar 5 Model Time Series

6.2.5. METODE PERAMALAN

a. Model Time Series

Model ini didasarkan pada tahapan dari titik data yang sudah tertentu (mingguan, bulanan, kuartalan, dan sebagainya). Peramalan model ini memberikan implikasi bahwa nilai masa depan diprediksi hanya dari nilai masa lalu dan bahwa variabel-variabel lain tidak peduli berapa pun nilainya, dihilangkan.

a. *Moving Average*

Model rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang. Metode rata-rata bergerak akan efektif diterapkan apabila kita dapat mengasumsikan bahwa permintaan pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu.

Tujuan utama penggunaan teknik MA adalah untuk mengurangi atau menghilangkan variasi acak permintaan dalam hubungannya dengan waktu. Tujuan ini dicapai dengan merata-ratakan beberapa nilai data secara bersama-sama dan menggunakan nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan permintaan untuk periode yang akan datang.Moving average diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu yang terbaru.

b. *Metode Simple Average (SA)*

$$F_{i+1} = \overline{X} = \sum_{i=1}^{T} X_i / T$$

c. *Metode Single Moving Average (SMA)*

$$F_{i+1} = \overline{X} = \sum_{i=1}^{T} X_i / T$$

d. *Metode Double Moving Average (DMA)*

$$S'_t = \frac{X_1 + X_{t-1} + X_{t-2} + ... + X_{t-N+1}}{N}$$

$$S''_t = \frac{S'_1 + S'_{t-1} + S'_{t-2} + ... + S'_{t-N+1}}{N}$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{2}{N-1}(S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t.m$$

e. *Metode Weight Moving Average (WMA)*

$$WMA_t = \sum_{i=1}^{t} W_i.X_i$$

$$F_{t+1} = WMA_t$$

f. *Metode Autoregressive Moving Average (ARMA) :* Box-Jenkis Models

$$Y_t = K + \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \Phi_3 Y_{t-3} + ... + \Phi_i Y_{t-i} + c$$

Dimana :

Φ_i = parameter series

K = konstanta

$\in_t$ = error

b. *Exponential Smoothing*

- Apabila pola historis dari data aktual permintaan sangat bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu maka kita memilih nilai α yang mendekati 1. biasanya dipilih nilai α = 0,9 namun dapat juga dicoba nilai–nilai lain

yang mendekati 1 seperti $\alpha = 0,8; 0,95; 0,99$ dan lain-lain, tergantung pada sejauh mana gejolak dari data itu. semakin bergejolak maka nilai α yang dipilih harus semakin tinggi menuju ke nilai 1.

- Apabila pola historis dari data aktual permintaan tidak berfluktuasi atau relatif stabil dari waktu ke waktu, kita memilih α yang mendekati nol. biasanya dipilih nilai $\alpha = 0,1$ namun dapat juga dicoba nilai-nilai α lain yang mendekati 0, seperti $\alpha = 0,2; 0,15; 0,01$ dan lain-lain, tergantung pada sejauh mana gejolak dari data itu. semakin tidak bergejolak maka nilai α yang dipilih harus semakin tinggi menuju ke nilai 0.

a. Metode *Brown's Single Exponential Smoothing*

$$F_{t+1} = \alpha X_i + (1-\alpha)F_{t-1}$$

b. Metode *Double Exponential Smoothing* : *Brown's One Parameter Linier*

$$S'_t = \alpha X_i + (1-\alpha)S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_i + (1-\alpha)S''_{t-1}$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 \quad \alpha}(S'_t \quad S''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t.m$$

c. Metode *Exponential Smoothing With Trend* : *Holt's Two Parameter*

$$F_{(t)} = \alpha X_t + (1-\alpha)[\, F_{(t-1)} + T_{(t-1)} \,]$$

$$T_{(t)} = \beta\, [F_{(t)} - F_{(t-1)}] + (1-\beta)\, T_{(t-1)}$$

$$f_{(t+h)} = F_{(t)} + h.\, T_{(t)}$$

d. Metode *Triple Exponential Smoothing* : *Brown's One Parameter Quadratic*

$$S'_t = \alpha X_i + (1-\alpha)S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_i + (1-\alpha)S''_{t-1}$$

$$S'''_t = \alpha S''_i + (1-\alpha)S'''_{t-1}$$

$$1\, a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2}[(6-5\alpha)S'_t - (10-8\alpha)S''_t + (4-3\alpha)S'''_t]$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2}(S'_t - 2S''_t + S'''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t.m + \frac{1}{2}c_t.m^2$$

e. Metode *Triple Exponential Smoothing* : *Winter's Three Parameter Trend and Seasonality*

$$S_t = \alpha\frac{X_i}{I_{t-1}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \gamma(S_t + S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$$

$$I_t = \beta\frac{X_t}{S_t} + (1-\beta)I_{t-1}$$

$$F_{t+m} = (S_t + b_t.m)I_{t-1+m}$$

f. Metode Dekomposisi

c. Model Kausal

Metode peramalan kausal mengembangkan suatu model sebab akibat antara permintaan yang diramalkan dengan variabel-variabel lain yang dianggap berpengaruh.

Metode Peramalan Regresi Linier

$$b = \frac{n\sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n\sum X_1^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y_i}{n} - \frac{b\sum X_i}{n}$$

$$F_x = a + b(x)$$

a. Metode Regresi Linier Berganda

b. Model Econometric

$C_t = a + b\ Y_t$

$Y_t = a_1 + b_1 I_t$

$I_t = a_2 + b_2 R_t$ dimana $b_2 < 0$

c. Model Input-output

6.2.6. UJI KESALAHAN PERAMALAN (UJI VERIFIKASI)

Uji kesalahan peramalan atau uji verifikasi dilakukan terhadap metode peramalan untuk menentukan metode peramalan yang terpilih.

Mean Square Error (MSE)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^{\,2}}{n}$$

MSE ini memiliki kelebihan yaitu sederhana dalam perhitungan Sedangkan kelemahan yang dimiliki adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil karena tidak memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya.

Standar Deviation Error (SDE)

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^{\,2}}{(n-1)}}$$

Kelebihan yang dimiliki SDE adalah sederhana dan kekurangannya adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil karena hanya menggunakan standar deviasi kesalahan peramalan.kesalahan peramalan.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$PE_i = \frac{(X_i - F_i)}{X_i} x100\%$$

$$MAPE = \frac{\sum PE_i}{n}$$

MAPE memiliki kelebihan yaitu menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah, sehingga akan lebih akurat. Sebaliknya, kelemahan yang dimiliki adalah MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif.

U-Theil dan Batting

$$\text{Pembilang} = \left[\frac{F_{i+1} - X_{i+1}}{X_i} \right]^2$$

$$\text{Penyebut} = \left[\frac{X_{i+1} - X_i}{X_i} \right]^2$$

$$\text{U} - \text{Theil} = \sqrt{\frac{\sum \text{Pembilang}}{\sum \text{Penyebut}}}$$

Statistik ini memungkinkan suatu perbandingan relatif antara metode peramalan formal dengan pendekatan naif dan juga mengkuadratkan kesalahan yang terjadi sehingga kesalahan yang besar diberikan lebih banyak bobot daripada kesalahan yang kecil. Karakteristik yang ditimbulkan dalam menggunakan statistik-*U* dari Theil sebagai ukuran ketepatan adalah mengenai interpretasi yang intuitif.

Mean Forecast Error (MFE)

$$\text{MFE} = \sum \frac{(X_i - F_i)}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i}{n}$$

Kelebihan yang terdapat pada MFE adalah sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Dan kekurangannya adalah bila hasil peramalan tidak bias, maka nilainya akan mendekati nol.

Mean Average Deviation (MAD)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara sistematik, MAD dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{MAD} = \sum \frac{|X_i - F_i|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n}$$

Kelebihan dalam MAD adalah ukuran kesalahan peramalan yang digunakan lebih sederhana dengan hanya menggunakan rata-rata kesalahan

mutlak selama periode tertentu. Kekurangan yang didapat dari MAD adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil karena tidak memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya.

Cumulative Forecast Error (CFE)

Kesalahan peramalan = permintaan – ramalan

Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$CFE = \sum_{i=1}^{n} e_i$$

Dimana e = kesalahan peramalan (forecast error)

CFE memiliki kelebihan yaitu ukuran kesalahan peramalan yang digunakan dengan menjumlahkan error peramalan. Dan kekurangannya adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil karena hanya menggunakan jumlah error peramalan sebagai ukuran kesalahan

6.2.7. *TEST MOVING RANGE*

Peta *Moving Range*

Peta *Moving Range* dapat digunakan sebagai alat untuk memperhatikan kestabilan suatu sistem sebab akibat yang melatarbelakangi fungsi peramalan.

Jadi, peta moving range dirancang untuk membandingkan nilai permintaan aktual dengan nilai peramalan. Dengan kata lain, kita melihat data permintaan aktual dan membandingkan dengan nilai peramalan pada periode yang sama. Peta tersebut akan dikembangkan sampai periode yang akan datang, sehingga kita dapat membandingkan data peramalan dengan permintaan aktual. Selama periode dasar (periode pada saat menghitung peramalan) peta moving range digunakan untuk melakukan verifikasi peramalan.

$$MR = \frac{\sum_{i=1}^{n} MR}{n-1}$$

n -1= jumlah MR

UCL = + 2,66 MR

CL = 0

LCL = - 2,66 MR

Region A = + 1,77 MR

Region A = - 1,77 MR

Region B = + 0,89 MR

Region B = - 0,89 MR

Region C = CL = 0

Uji kondisi di luar kendali

Uji kondisi di luar kendali adalah :

1. Dari tiga titik berturut-turut, ada dua atau lebih titik yang berada di region A.
2. Dari lima titik berturut-turut, ada empat atau lebih titik yang berada di region B.
3. Ada delapan titik berturut-turut titik yang berda di salah satu sisi (di atas atau di bawah garis tengah).

Apabila terjadi kondisi diluar kendali, tindakan terhadap peramalan harus dilakukan yaitu :

1. Merevisi peramalan dengan memasukkan data dan sistem sebab akibat baru.
2. Menunggu bukti lebih lengkap.

Kedua tindakan di atas harus diambil hanya setelah mempertimbangkan seluruh segi sistem sebab akibat. Analisis terhadap data itu sendiri tidaklah cukup. Jika tindakan harus diambil terhadap permintaan dan sistem sebab akibat yang melatar belakangi permintaan tersebut, maka secara umum harus menerima perubahan permintaan tersebut tanpa mengambil suatu tindakan. Tindakan yang diambil untuk mempengaruhi sistem sebab akibat yang mempengaruhi permintaan adalah perubahan dalam kebijaksanaan pemasaran, misalnya perubahan kebijaksanaan periklanan, promosi penjualan, tenaga penjualan, atau harga jual produk.

Tujuan Moving Range adalah untuk menguji kestabilan sistem sebab akibat yang mempengaruhi permintaan. Jadi kegunaan *Moving Range* adalah :

1. Untuk melakukan verifikasi hasil peramalan terdahulu.
2. Untuk mengetahui apakah terjadi perubahan sistem sebab akibat yang melatar belakangi permintaan sehingga dapat ditentukan persamaan peramalan yang lebih cocok atas sistem sebab akibat ini.

6.3. PERALATAN PRAKTIKUM

Dalam praktikum ini ada beberapa alat yang harus disiapkan:

1. *Microsoft Excel*
2. Software QS
3. Alat pendukung lainnya

6.4. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Memplot data demand historis (empat tahun)
2. Memilih metode peramalan yang sesuai dengan plot data
3. Melakukan peramalan empat tahun, dengan metode yang sesuai
4. Melakukan uji verifikasi (menghitung error) hasil peramalan
5. Melakukan uji validasi **metode terpilih yang memiliki *erro*r terkecil** dengan menggunakan *moving range*

6.5. LUARAN PMT 1 MODUL 6

Luaran yang dihasilkan Modul 6 yaitu :

1. Data hasil peramalan
2. Metode peramalan terbaik

6.6. FORMAT LAPORAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

- 3.1. Data Demand Historis Empat Tahun
- 3.2. Plot Data Demand Historis
- 3.3. Peramalan (Empat Tahun)
- 3.4. Verifikasi Hasil Peramalan
- 3.5. Validasi (*Moving Range*) Metode Terbaik

BAB IV ANALISA

- 4.1. Analisa Metode Peramalan Terbaik
- 4.2. Analisa Hasil Validasi Metode Terbaik

BAB V PENUTUP

MODUL 7
KESEIMBANGAN LINTASAN
(*LINE BALANCING*)

7.1. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Praktikan mengetahui keseimbangan lintasan (*line of balancing*) dan pentingnya untuk perencanaan dan pengendalian produksi.
2. Praktikan mengetahui karakteristik dari keseimbangan lintasan.
3. Praktikan mengetahui hubungan antara keseimbangan lintasan dengan lantai produksi
4. Praktikan mengetahui cara memaksimalkan tingkat produktifitas dan efisiensi, dengan meminimasi waktu *delay*.
5. Praktikan mampu merencanakan kebutuhan sumber daya
6. Praktikan mampu melakukan perhitungan jumlah stasiun kerja optimal

7.2. LANDASAN TEORI

7.2.1. SISTEM PRODUKSI

Sistem produksi dalam suatu perusahaan dalam suatu perusahaan bertipe produksi massa, melibatkan sejumlah besar komponen yang harus dirakit di dalam lantai produksi. Perencanaan dan pengendalian produksi memiliki peranan penting, dalam hal ini sistem produksi yang menjadi tujuan utama adalah pengaturan operasi atau penugasan kerja dalam lantai produksi. Pengaturan dan perencanaan stasiun kerja dalam lintas perakitan menghasilkan kecepatan produksi, yang akan berhubungan terhadap tingkat produktivitas dan efektivitas produksi perusahaan tersebut. *Output* yang diharapkan sesuai dengan tujuan perusahaan yang pada dasarnya menginginkan tingkat produksi seefisien mungkin. Oleh karena itu diperlukan suatu keseimbangan lintasan yang diharapkan akan menaikkan produktivitas dan efektivitas produksi, dengan indikasi berkurangnya penumpukan material atau produk setengah jadi antara stasiun kerja ataupun waktu *delay* dalam lintasan.

7.2.2. KESEIMBANGAN LINTASAN

Tujuan penyeimbangan lintasan adalah untuk meningkatkan efisiensi tiap stasiun kerja dan menyeimbangkan lintasan. Untuk mencapai tujuan tersebut, sampai dengan saat ini belum ada metode yang benar-benar menghasilkan solusi optimal, kecuali dengan menggunakan simulasi komputer. Metode-metode yang telah dikembangkan selama ini terbatas hanya pada metode heuristik, yang akan menghasilkan solusi mendekati optimal, tetapi tidak menjamin tercapainya solusi optimal (Nasution, 1999).

Keseimbangan lini adalah suatu proses penugasan/penempatan beberapa pekerjaan pada beberapa stasiun kerja sehingga masing-masing stasiun kerja mempunyai beban kerja (waktu kerja per unit produk) yang hampir sama (Saroyo, 2008).

Keseimbangan lini atau dikenal juga dengan istilah *Line Balancing* merupakan suatu metode penugasan sejumlah pekerjaan kedalam stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan dalam suatu lintasan produksi sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu kerja (beban kerja) yang tidak melebihi waktu siklus dari stasiun kerja tersebut.Keterkaitan sejumlah pekerjaan dalam suatu lintasan produksi harus dipertimbangkan dalam menentukan pembagian pekerjaankedalammasing-masing stasiun kerja.Hubungan atau saling keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya digambarkan dalam suatu diagram yang disebut Precedence Diagram atau diagram pendahuluan, sedangkan hubungan itu disebut *Precedence Job* atau *Precedence Network*. Dalam suatu perusahaan yang memiliki tipe produksi massa, yang melibatkan sejumlah besar komponen yang harus dirakit, perencanaa produksi memegang peranan yang penting dalam membuat penjadwalan produksi (*production schedule*) terutama dalam masalah pengaturan operasi-operasi atau penugasan kerja yang harus dilakukan (Haerudin, 2008).

7.2.2.1 Tujuan dari penyeimbangan lintasan

Pada umumnya merencanakan suatu keseimbangan di dalam sebuah lintasan perakitan meliputi usaha yang bertujuan untuk mencapai suatu kapasitas yang optimal, dimana tidak terjadi penghamburan fasilitas. Tujuan tersebut dapat tercapai bila lintasan perakitan bersifat seimbang atau dengan kata lain setiap

stasiun kerja mendapatkan tugas yang sama nilainya diukur dengan waktu pada setiap stasiun kerja sepanjang lintasan perakitan. Hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Minimum waktu menganggur (*Delay Time*)
2. Persentase waktu menganggur (*Percentation of Delay Time*)

Berdasarkan uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa keseimbangan lintasan perakitan tersebut didasarkan pada :

1. Hubungan antara kecepatan produksi (production rate)
2. Operasi yang dibutuhkan dan urutan – urutan kebergantungan (sequence)
3. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap operasi (work elemen time).
4. Sejumlah operator yang melakukan operasi.

Dalam ketidakseimbangan dapat menyebabkan (www.google.com):

1. Peningkatan Waiting Time.
2. Peningkatan Idle Time.
3. Inefesiensi.
4. Kapasitas produksi menurun.

7.2.2.2 Hubungan Hubungan *Precedence* dalam *Line balancing*

Hubungan atau saling keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya digambarkan dalam suatu diagram yang disebut *precedence diagram* atau diagram pendahuluan. Dalam suatu perusahaan yang memiliki tipe produksi missal, yang melibatkan sejumlah besar komponen yang harus dirakit, perencanaan produksi memegang peranan yang penting dalam penjdwalan produksi *(production schedule)* terutama dalam masalah pengaturan operasi-operasi atau penugasan kerja yang harus dilakukan.

Keseimbangan lini sangat penting karena akan menentukan aspek-aspek lain dalam sistem produksi dalam jangka waktu yang cukup lama. Beberapa aspek yang terpengaruh antara lain biaya, keuntungan, tenaga kerja, peralatan dan sebagainya. Keseimbangan lini ini digunakan untuk mendapatkan lintasan perakitan yang memenuhi tingkat produksi tertentu.

Demikian penyeimbangan lini dilakukan dengan metode yang tepat sehingga menghasilkan keluaran berupa keseimbangan lini yang terbaik. Tujuan

akhir pada *line balancing* adalah memaksimalkan kecepatan di tiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja tinggi di tiap stasiun (Kusuma,1999).

7.2.2.3 Langkah – langkah *Line Balancing*

Langkah – langkah pada *Line Balancing* adalah (www.google.com):

1. Menetapkan tugas/operasi
2. Menetapkan urutan – urutannya
3. Menggambarkan *Precedence Diagram*
4. Mengestimasi *Task Time*
5. Menghitung Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja. Penentuan waktu siklus:

a. Pendekatan Demand/ Supply

$$CT = \frac{\sum Waktu}{\sum Demand} = \frac{\left(\sum Hari\,Kerja \times \sum Jam\,Kerja \times 3600\,detik\right)}{\sum Demand\,tiap\,tamiya} \quad \text{.....(2.1)}$$

b. Pendekatan Teknis

Pendekatan ini menggunakan waktu operasi yang terlama

6. Menghitung jumlah stasiun Kerja

Theoritical minimum number of workstation, Nt :

$$N_t = \frac{Sum\ \ of\ \ Task\ \ Time(T)}{Cycle\ \ Time\ \ (C)} \quad \text{.....(2.2)}$$

7. Menentukan tugas – tugasnya

Penentuan stasiun kerja memastikan bahwa *precedence* benar – benar diperhatikan dan total kerja kurang dari atau sama dengan waktu siklus.

8. Menghitung efisiensi

Efisiensi lini adalah rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Keseimbangan lintasan yang baik adalah jika efisiensi setelah diseimbangkan lebih besar dari efisiensi sebelum diseimbangkan.

Berikut adalah rumus untuk menentukan efisiensi lini perakitan setelah proses keseimbangan lintasan :

$$Efficiency = \frac{Sum\ of\ Task\ Time\ (T)}{Actual\ Number\ of\ Workstation\ (Na)\ X\ Cycle\ Time\ (C)} \quad \text{.....(2.3)}$$

7.2.2.4 Metode – metode *Line Balancing*

Berdasarkan jumlah stasiun yang telah ditentukan sebelumnya, metode keseimbangan lintasan perakitan dapat dikelompokkan menjadi *(modul praktikum perencanaan teknik industri 2011)*:

1. Metode Analitis (Matematik)

   Pemecahan masalah ini yaitu dengan mengelompokkan operasi– operasi perakitan ke dalam sejumlah kombinasi–kombinasi yang menjadi tugas untuk setiap stasiun kerja. Selanjutnya mencari alternative yang terbaik untuk menyusun kombinasi–kombinasi ini menjadi urutan–urutan tugas sepanjang lintasan perakitan tersebut. Metode ini masih memerlukan ketelitian serta usaha yang cukup besar untuk memecahkan persoalan yang kompleks. Metode ini lebih menekankan terhadap pemecahan masalah secara teoritis, sehingga kurang praktis untuk diterapkan pada persoalan yang sebenarnya meskipun hasil yang dicapai teliti dan keoptimalannya terjamin.

2. Metode Probabilistik

   Metode ini dikembangkan oleh para ahli karena sering kali mengalami kesulitan dalam memecahkan keseimbangan lintasan perakitan, terutama oleh adanya perubahan kecepatan kerja (konsistensi kerja) dari operator apabila mereka beralih dari satu siklus ke siklus berikutnya. Perubahan kecepatan kerja ini timbul akibat adanya variasi waktu untuk menyelesaikan pekerjaan yang dilakukan.

3. Metode *Branch and Bound*

   Pada dasarnya metode ini adalah prosedur diagram pohon keputusan. Setiap iterasi dari prosedur ini dimulai dengan sebuah simpul yang menggambarkan penugasan elemen – elemen kerja pada sebuah stasiun kerja. Apabila ditemukan bahwa tidak ada solusi yang terdekat, prosedur bercabang pada sejumlah simpul turunan yang sebelumnya tidak

terdominasi tetapi *feasible* kemudian dihitung batas bawah untuk setiap simpul. Simpul yang batas bawahnya paling kecil akan diambil sebagai patokan untuk iterasi berikutnya, seandainya solusi awalnya baik.

4. Metode Pabrikasi

Persoalan keseimbangan sebuah lintasan pabrikasi lebih sulit untuk dipecahkan jika dibandingkan dengan masalah lintasan perakitan. Hal ini disebabkan pada lintasan pabrikasi tidak mudah untuk membagi operasi–operasi ke dalam elemen–elemen yang lebih kecil untuk didistribusikan. Pembatas ini akan memberikan ruang gerak dalam melakukan perencanaan pabrikasi.

5. Metode Heuristik

Pendekatan secara heuristik ini didasarkan atas penyederhanaan persoalan kombinasi yang kompleks sehingga dapat dipecahkan secara sederhana dan dengan metode yang mudah dimengerti. Pendekatan ini sebenarnya tidak menjamin suatu solusi optimal.

Langkah awal dari setiap metode keseimbangan lintasan dengan menggunakan metode heuristik yang ada bermula dari *precedence diagram* dan matriks *precedence*. Pembuatan *precedence diagram* biasanya menggunakan data yang berasal dari Peta Proses Operasi (OPC). Kemudian langkah selanjutnya akan mengalami perbedaan sesuai dengan cirinya dari masing – masing.

Beberapa metode Heuristik yang umum digunakan dengan teknik manual adalah :

a. Metode *Helgeson Birnie (Ranked Position Weight / RPW)*

Metode ini menggunakan rangking berdasarkan posisi bobot.

Langkah-langkah pengolahannya adalah :

- Melakukan pembobotan dengan menentukan jalur terpanjang dari masing-masing operasi dengan melihat kepada *presedence (position weight).*
- Jumlahkan waktu operasi dari jalur/node/jaringan yang telah terbentuk.
- Urutkan/ranking operasi-operasi berdasarkan waktu terpanjang (position weight terbesar).

- Alokasikan operasi yang mempunyai ranking paling awal kepada stasiun yang lebih awal dengan memperhatikan precedence diagram.
- Pengalokasian operasi kepada salah satu stasiun, total waktu prosesnya tidak boleh melebihi CT *(Cycle Time)* yang telah ditentukan.

b. Metode *Largest Candidate Rule* (LCR)

Metode ini menggunakan rangking berdasarkan waktu operasi.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- Urutkan/rangking setiap operasi /tugas berdasarkan waktu proses terlama/terbesar.
- Alokasikan operasi yang mempunyai rangking paling awal kepada stasiun yang lebih awal dengan memperhatikan precedence diagram
- Alokasikan seluruh operasi kepada seluruh stasiun yang ada.
- Pengalokasian operasi kepada salah satu stasiun, total waktu prosesnya tidak boleh melebihi CT*(Cycle Time)* yang telah ditentukan.

c. Metode *Moodie Young* (MY)

Metode ini merupakan pengembangan dari LCR dengan mereduksi variansi antara stasiun kerja maksimal dan stasiun kerja minimal.

Metode ini terdiri dari 2 fase, yaitu :

Fase 1 : Elemen kerja ditandai dengan stasiun kerja yang berhubungan dalam garis perakitan, terutama dengan metode *Largest Candidate Rules* (LCR). LCR terdiri dari penentuan nilai elemen yang tersedia (dengan tidak memperhatikan *precedence*) sesuai dengan penurunan nilai waktu. (lihat langkah-langkah waktu pengolahan LCR).

Fase 2 : Fase ini berusaha untuk membagi waktu menganggur secara merata untuk seluruh stasiun kerja. Langkah-langkah dalam fase 2 ini adalah sebagai berikut :

- Hitung waktu total operasi pada masing-masing stasiun kerja.
- Tentukan stasiun kerja yang memiliki waktu operasi yang terbesar dan waktu operasi yang terkecil dari fase 1.
- Setengah dari perbedaan kedua nilai tersebut dinamakan GOAL.

GOAL = (STmax – STmin)/2……(2.4)

- Tetapkan seluruh elemen tunggal pada STmax yang kurang dari 2 kali nilai GOAL, dan tidak melanggar aturan precedence jika dipindahkan ke STmin.
- Tetapkan seluruh kemungkinan pemindahan operasi dari STmax ke STmin, seperti halnya operasi maksimal 2 kali GOAL, dengan memperhatikan precedence-nya.
- Lakukan langkah diatas hingga tidak ada lagi yang bisa dipindahkan.

d. Metode *Killbridge Wester (Region Approach/RW)*

Merupakan metode yang pembagiannya berdasarkan area.

Langkah-langkahnya :

- Membagi precedence diagram yang ada ke dalam beberapa wilayah (region).
- Pembagian wilayah ini dilakukan secara vertikal, dimana setiap wilayah tidak boleh ada dua operasi yang saling berhubungan.
- Operasi yang tidak memiliki operasi pendahulu (predecessor) diletakkan pada wilayah yang pertama/lebih awal

7.2.2.5 Kriteria dalam Keseimbangan Lintasan

Secara matematis, kriteria yang umum digunakan dalam suatu keseimbangan lintasan perakitan adalah *(Buku Ajar Pengendalian dan Perencanaan Produksi 2)* :

1. Waktu Menganggur/*Delay Time* (DT)

$$DT = K.ST_{\max} - \sum_{k=1}^{k} ST_k \quad \text{.....(2.5)}$$

2. Persentase Waktu Menganggur/Persentase Delay Time (%DT)

$$\%DT = \frac{DT}{K.ST_{\max}} \times 100\% \quad \text{.....(2.6)}$$

3. Efisiensi Stasiun Kerja (ESKk)

$$ESK_k = \left(\frac{ST_k}{ST_{\max}} \right) x\ 100\% \quad \text{.....(2.7)}$$

4. Efisiensi Lintasan (LE)

$$LE = \frac{\sum_{k=1}^{k} ST_k}{K.CT} \times 100\% \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.8)$$

5. Indek Penghalusan / Smoothness Index (SI)

Indek penghalusan adalah suatu indeks yang mempunyai kelancaran relative dari penyeimbang lini perakitan tertentu. Formula yang digunakan untuk menentukan besarnya SI adalah sebagai berikut :

$$SI = \sqrt{\sum_{k=1}^{k} (ST_{\max} - ST_k)^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.9)$$

Dimana :

K = jumlah stasiun kerja

STmax = waktu operasi stasiun terbesar

STk = waktu operasi untuk setiap stasiun

7.3. PERALATAN PRAKTIKUM

Dalam praktikum ini ada beberapa alat yang harus disiapkan:

1. *Microsoft Excel*
2. Alat pendukung lainnya

7.4. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Untuk Modul 7 *Line Balancing* meliputi:

1. Perhitungan kriteria untuk masing-masing metode
2. Pemilihan metode keseimbangan terbaik

7.5. LUARAN PMT 1 MODUL 7

Luaran yang dihasilkan Modul 7 antara lain:

1. Jumlah stasiun kerja optimal
2. Metode keseimbangan lintasan terbaik

7.6. FORMAT LAPORAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

- 3.1. Pembuatan *Presedence Diagram*
- 3.2. Perhitungan Jumlah Stasiun Kerja Optimal
- 3.3. Pembentukan Stasiun Kerja Awal dengan Metode *Line Balancing*
- 3.4. Perhitungan Performansi
- 3.5. Pemilihan Metode *Line Balancing* Terbaik

BAB IV ANALISA

- 4.1. Analisa Stasiun Kerja Optimal
- 4.2. Analisan keseimbangan lintasan terbaik

BAB V PENUTUP