

KATA PENGANTAR

Penyusunan bahan Modul Sistem Produksi ini bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi mahasiswa untuk mengikuti dan memahami mata kuliah Sistem Produksi.

Mata kuliah Sistem Produksi yang disajikan melalui Modul ini banyak membahas masalah perhitungan dalam kasus sistem produksi, ditujukan untuk mahasiswa Teknik Industri yang harus mengenal secara detail seluk-beluk Sistem Prudkis, maka kiranya Modul ini dapat dipakai sebagai bahan bacaan.

Tiada gading yang tidak retak, demikian pula dengan buku ini masih dijumpai kejanggalan di sana-sini, oleh sebab itu saran dan kritik dari pembaca dan sejawat sangat diharapkan.

Medan, April 2016
Penulis

Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI.....	2
BAB I PEMELIHARAAN (MAINTENANCE)	3
A. Pengertian dan Peranan Maintenance	3
B. Pengertian dan Peranan Maintenance	5
1. Preventive Maintenance	5
2. <i>Corrective</i> atau <i>Breakdown</i> Maintenance	7
C. Masalah Efisiensi Dalam Maintenance.....	8
D. Organisasi Bagian <i>Maintenance</i> Dalam Suatu Perusahaan Pabrik.....	10
E. Tugas-tugas atau Kegiatan-kegiatan Daripada <i>Maintenance</i>	12
F. Pelaksanaan Kegiatan <i>Maintenance</i> dari Fasilitas/ Peralatan pada suatu Perusahaan Pabrik	14
G. Syarat-syarat Yang Diperlukan Agar Pekerjaan Bagian <i>Maintenance</i> Dapat Efisien.....	16
H. Usaha-usaha Untuk Menjamin Kelancaran Kegiatan <i>Maintenance</i>	19
I. Monte Carlo Analysis	21
BAB II TEKNIK ANALISA MONTE CARLO	22
A. Analisis Proses (<i>Process Analysis</i>)	23
B. Resource Planning.....	25
C. Rough Cut Capacity Planning.....	26
BAB III CAPACITY REQUIREMENT PLANNING.....	29
BAB IV PENJADWALAN PRODUKSI (<i>JOB</i> <i>SEQUENCING</i>)	33
BAB V WAKTU SIKLUS (<i>CYCLE TIME</i>).....	40
BAB VI PERENCANAAN KAPASITAS (<i>CAPACITY</i> <i>PLANNING</i>).....	42
BAB VII PENGENDALIAN PRODUKSI TENTANG PENJADWALAN PRODUKSI PADA MATA KULIAH SISTEM PRODUKSI	46

BAB I

PEMELIHARAAN (MAINTENANCE)

A. Pengertian dan Peranan Maintenance

Maintenance merupakan suatu fungsi dalam suatu perusahaan pabrik yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Hal ini karena apabila kita mempunyai peralatan atau fasilitas, maka biasanya kita selalu berusaha untuk tetap dapat mempergunakan peralatan atau fasilitas tersebut. Demikian pula halnya dengan perusahaan pabrik, dimana pimpinan perusahaan pabrik tersebut akan selalu berusaha agar fasilitas/peralatan produksinya dapat dipergunakan sehingga kegiatan produksinya dapat berjalan lancar. Dalam usaha untuk dapat menggunakan terus fasilitas tersebut agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka dibutuhkan kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang meliputi kegiatan pengecekan, meminyaki (*lubrication*) dan perbaikan/reparasi atas kerusakan-kerusakan yang ada serta penyesuaian/penggantian spare part atau komponen yang terdapat pada fasilitas tersebut. Semua kegiatan ini sebenarnya merupakan tugas dari bagian maintenance. Peranan bagian maintenance tidak hanya untuk menjaga agar pabrik dapat tetap bekerja dan produk dapat diproduksi dan diserahkan kepada langganan tepat pada waktunya, akan tetapi untuk menjaga agar pabrik dapat bekerja secara efisien dengan menekan/mengurangi kemacetan-kemacetan menjadi sekecil mungkin. Jadi maintenance mempunyai peranan yang sangat menentukan dalam kegiatan produksi dari suatu perusahaan pabrik yang menyangkut kelancaran atau kemacetan produksi, kelambatan dan volume produksi serta efisiensi berproduksi.

Dalam masalah maintenance ini perlu diperhatikan bahwa sering terlihat di dalam suatu perusahaan kurang diperhatikannya bidang pemeliharaan atau maintenance ini, sehingga terjadilah kegiatan maintenance yang tidak teratur. Peranan yang penting dari kegiatan maintenance baru diingat setelah mesin-mesin yang dimiliki rusak dan

tidak dapat berjalan sama sekali. Hendaknya kegiatan maintenance harus dapat menjamin bahwa selama proses produksi berlangsung, tidak akan terjadi kemacetan-kemacetan yang disebabkan oleh mesin atau fasilitas produksi.

Setelah kita membicarakan mengenai peranan dari maintenance, maka perlulah kita ketahui apa yang dimaksudkan dengan maintenance tersebut. Maintenance dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Jadi dengan adanya kegiatan maintenance ini maka fasilitas/peralatan pabrik dapat dipergunakan untuk produksi sesuai dengan rencana, dan tidak mengalami kerusakan selama fasilitas/peralatan tersebut dipergunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu tertentu yang direncanakan tercapai. Sehingga dapatlah diharapkan proses produksi dapat berjalan lancar dan terjamin, karena kemungkinan-kemungkinan kemacetan yang disebabkan tidak baiknya beberapa fasilitas atau peralatan produksi telah dihilangkan atau dikurangi.

Adapun tujuan utama dari fungsi maintenance ini adalah :

1. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan dalam waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mencapai tingkat biaya maintenance serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.

5. Menghindari kegiatan maintenance yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan, dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

B. Pengertian dan Peranan Maintenance

Kegiatan maintenance yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas dua macam yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

1. Preventive Maintenance

Yang dimaksudkan dengan *preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan *preventive maintenance* akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan *schedule* pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat. *Preventive maintenance* ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif di dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan “*critical unit*”. Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk dalam golongan “*critical unit*”, apabila :

- a. Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja.
- b. Kerusakan fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.

- c. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- d. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut atau harga dari fasilitas ini adalah cukup besar atau mahal.

Apabila *preventive maintenance* dilaksanakan pada fasilitas-fasilitas atau peralatan yang termasuk dalam “*critical unit*”, maka tugas-tugas *maintenance* dapatlah dilakukan dengan suatu perencanaan yang intensif untuk unit yang bersangkutan, sehingga rencana produksi dapat dicapai dengan jumlah hasil produksi yang lebih besar dalam waktu yang relatif lebih singkat.

Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas *routine maintenance* dan *periodic maintenance*.

Routine maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan *routine maintenance* adalah pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan oli, serta pengecekan isi bahan bakarnya dan mungkin termasuk pemanasan (*warming up*) daripada mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai berproduksi sepanjang hari. Sedangkan *periodic maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap satu bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali. *Periodic maintenance* dapat dilakukan pula dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal kegiatan, misalnya setiap seratus jam kerja mesin sekali, lalu meningkat setiap lima ratus jam kerja mesin sekali dan seterusnya. Jadi sifat kegiatan *maintenance* ini tetap secara periodik atau berkala. Kegiatan *periodic maintenance* ini adalah jauh lebih berat daripada kegiatan *routine maintenance*. Sebagai contoh dari kegiatan *periodic maintenance* adalah pembongkaran carburator ataupun pembongkaran alat-alat di bagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan

pembuangan cylinder mesin dan pembongkaran mesin/fasilitas tersebut untuk penggantian pelor roda (*bearing*), serta service dan overhaul besar ataupun kecil.

2. **Corrective atau Breakdown Maintenance**

Dengan *corrective* atau *breakdown* maintenance dimaksudkan adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan *corrective* maintenance yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya *preventive* maintenance ataupun telah dilakukan *preventive* maintenance tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan maintenance sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dulu, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan. Maksud dari tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali. Dengan demikian apabila perusahaan hanya mengambil kebijaksanaan untuk melakukan *corrective* maintenance saja, maka terdapatlah faktor ketidakpastian (*uncertainty*) dalam kelancaran proses produksinya akibat ketidakpastian akan kelancaran bekerjanya fasilitas, atau peralatan produksi yang ada. Oleh karena itu kebijaksanaan untuk melakukan *corrective* maintenance saja tanpa *preventive* maintenance, akan menimbulkan akibat-akibat yang dapat menghambat ataupun memacetkan kegiatan produksi apabila terjadi suatu kerusakan yang tiba-tiba pada fasilitas produksi yang digunakan.

Secara sepintas lalu kelihatan *corrective* maintenance saja adalah lebih murah biayanya daripada mengadakan *preventive* maintenance. Hal ini adalah benar selama kerusakan belum terjadi pada fasilitas/peralatan sewaktu proses produksi berlangsung. Tetapi sekali kerusakan terjadi pada fasilitas/peralatan selama proses produksi

berlangsung, maka akibat daripada kebijaksanaan *corrective maintenance* saja akan jauh lebih parah/hebat daripada *preventive maintenance*. Disamping itu akan terdapat suatu kenaikan yang melonjak dari biaya-biaya perawatan dan pemeliharaan pada saat terjadinya kerusakan tersebut. Oleh karena *corrective maintenance* ini mahal, maka sedapat mungkin harus dicegah dengan mengintensifkan kegiatan *preventive maintenance*. Disamping itu perlu pula kita pertimbangkan bahwa dalam jangka panjang untuk mesin-mesin yang mahal dan termasuk dalam “*critical unit*” dari proses produksi *preventive maintenance* akan lebih menguntungkan daripada *corrective maintenance* saja.

C. Masalah Efisiensi Dalam Maintenance

Di dalam melaksanakan kegiatan maintenance terdapat dua persoalan yang dihadapi oleh suatu perusahaan pabrik yaitu persoalan teknis dan persoalan ekonomis. Adapun yang merupakan persoalan teknis dalam hal ini adalah persoalan yang menyangkut usaha-usaha untuk menghilangkan kemungkinan-kemungkinan timbulnya kemacetan yang disebabkan karena kondisi fasilitas atau peralatan produksi yang tidak baik. Tujuan yang akan dicapai dalam mengatasi persoalan teknis ini adalah untuk dapat menjaga atau menjamin agar produksi pabrik dapat berjalan lancar. Dalam persoalan teknis ini yang perlu diperhatikan adalah :

1. Tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan untuk memelihara/merawat peralatan yang ada, dan untuk memperbaiki/mereparasi mesin-mesin atau peralatan yang rusak.
2. Alat-alat atau komponen-komponen apa yang dibutuhkan dan harus disediakan agar tindakan-tindakan pada bagian pertama di atas dapat dilakukan.

Jadi dalam persoalan teknis ini semua mesin atau peralatan yang rusak harus diperbaiki. Untuk perbaikan tersebut semua tindakan-tindakan atau usaha harus dilakukan yang secara teknis tidak dapat dihindarkan.

Sudah tentu dalam melaksanakan kegiatan maintenance disamping persoalan teknis di atas, ditemui pula persoalan ekonomis. Adapun yang menjadi persoalan ekonomis dalam hal ini adalah persoalan yang menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan agar supaya kegiatan maintenance yang dibutuhkan secara teknis dapat efisien. Jadi dalam persoalan ekonomis yang ditekankan adalah efisiensi, dengan memperhatikan besarnya biaya yang terjadi, dan tentunya alternatif tindakan yang dipilih untuk dilaksanakan adalah yang dapat menguntungkan perusahaan. Di dalam persoalan ekonomis ini, perlu diadakan analisa perbandingan biaya antara masing-masing alternatif tindakan yang dapat diambil. Adapun biaya-biaya yang terdapat dalam kegiatan maintenance adalah biaya-biaya pengecekan, dan penyetelan, biaya service, biaya penyesuaian (*adjustment*) dan biaya perbaikan/reparasi. Perbandingan biaya yang perlu dilakukan antara lain adalah untuk menentukan :

1. Apakah sebaiknya dilakukan *preventive maintenance* ataukah *corrective maintenance* saja. Dalam hal ini biaya-biaya yang perlu diperbandingkan adalah :
 - a. Jumlah biaya-biaya perbaikan yang diperlukan akibat kerusakan yang terjadi karena tidak adanya *preventive maintenance*, dengan jumlah biaya-biaya pemeliharaan dan perbaikan yang diperlukan akibat kerusakan yang terjadi walaupun telah diadakan *preventive maintenance*, dalam suatu jangka waktu tertentu.
 - b. Jumlah biaya-biaya pemeliharaan dan perbaikan yang akan dilakukan terhadap suatu peralatan dengan harga peralatan tersebut.
 - c. Jumlah biaya-biaya pemeliharaan dan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu peralatan dengan jumlah kerugian yang akan dihadapi apabila peralatan tersebut rusak dalam operasi produksi.
2. Apakah sebaiknya peralatan yang rusak diperbaiki di dalam perusahaan atau di luar perusahaan. Dalam hal ini biaya-biaya yang perlu diperbandingkan adalah : jumlah biaya yang akan dikeluarkan untuk memperbaiki peralatan tersebut di bengkel perusahaan sendiri

dengan jumlah biaya perbaikan tersebut di bengkel perusahaan lain, disamping perbandingan kualitas dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaannya.

3. Apakah sebaiknya peralatan yang rusak diperbaiki atau diganti. Dalam hal ini biaya-biaya yang perlu diperbandingkan adalah :
 - a. Jumlah biaya perbaikan dengan harga pasar atau nilai dari peralatan tersebut.
 - b. Jumlah biaya perbaikan dengan harga peralatan yang sama di pasar.

Dari keterangan di atas dapatlah kita ketahui bahwa walaupun seara teknis *preventif maintenance* penting dan perlu dilakukan untuk menjamin kelancaran bekerjanya suatu mesin atau peralatan. Akan tetapi secara ekonomis belum tentu selamanya *preventive maintenance* yang terbaik dan perlu diadakan untuk setiap mesin atau peralatan. Hal ini karena dalam menentukan mana yang terbaik secara ekonomis, apakah *preventice maintenance* ataukah *corrective maintenance* saja, harus dilihat faktor-faktor dan jumlah biaya yang akan terjadi. Disamping itu harus pula dilihat, apakah mesin/peralatan itu merupakan “*strategic point*” atau “*critical unit*” dalam proses produksi ataukah tidak. Kalau mesin/peralatan tersebut merupakan *strategic point* atau *critical unit*, maka sebaiknya diadakan *preventive maintenance* untuk mesin/peralatan itu. Hal ini karena apabila terjadi kerusakan yang tidak dapat diperkirakan maka akan mengganggu seluruh rencana produksi.

D. Organisasi Bagian *Maintenance* Dalam Suatu Perusahaan Pabrik

Oleh karena *maintenance* merupakan fungsi yang sangat penting dalam suatu perusahaan, untuk menjamin kelancaran proses produksinya, maka adanya bagian *maintenance* dalam suatu perusahaan pabrik merupakan sesuatu yang diharapkan. Perlu adanya bagian *maintenance* ini juga disebabkan karena kegiatan *maintenance* yang sangat rumit (*complex*) yang menyangkut semua peralatan perusahaan pabrik. Bagian *maintenance* tidak dapat terlepas sama sekali dari bagian produksi, karena kegagalan kegiatan *maintenance* sangat mengganggu kelancaran

proses produksi. Sebagai contoh ; apabila kegiatan *maintenance* tidak berjalan dengan baik atau efektif misalnya karena mesin-mesin yang terdapat rusak tetapi terlambat atau tidak diperbaiki, maka keadaan ini dapat mengakibatkan proses produksi akan terhenti/ macet atau kelancaran produksi akan terganggu. Dengan adanya suatu pekerjaan *maintenance* yang baik atau efektif, akan dapat dicegah timbulnya kerusakan (*breakdowns*) sebelum kerusakan itu harus terjadi (pada waktu yang telah diperkirakan lebih dahulu). Oleh karena itu, maka biasanya bagian *maintenance* di dalam suatu perusahaan pabrik merupakan bagian yang membantu dan memberi laporan kepada kepala pabrik atau bagian produksi mengenai keadaan peralatan produksi. Peranan bagian *maintenance* dalam suatu perusahaan pabrik akan bertambah penting apabila perusahaan tersebut menggunakan mesin-mesin yang serta otomatis (*automation*) dalam proses produksinya.

Besar kecilnya bagian *maintenance* ini tergantung pada besar kecilnya perusahaan pabrik tersebut dan otomatis tidaknya mesin-mesin yang digunakan. Perusahaan besar mempunyai jumlah tenaga kerja yang besar di bagian *maintenance*nya dan merupakan struktur organisasi yang lebih rumit (*complex*) dari perusahaan kecil. Sedangkan perusahaan-perusahaan kecil mungkin hanya mempunyai satu, dua atau beberapa orang saja, pada bagian *maintenance*.

Adapun jenis-jenis pekerjaan *maintenance* yang dilakukan oleh bagian *maintenance* umumnya adalah :

1. *Maintenance* bangunan
2. *Maintenance* peralatan pabrik
3. *Maintenance* peralatan listrik → Instalasi/jaringan
4. *Maintenance* untuk tenaga pembangkit listrik (*power plant*)
5. *Maintenance* peralatan penerangan dan ventilasi pabrik
6. *Maintenance* peralatan-peralatan material handling (conveyor, crane tower, escalator, crane, es) dan pengangkutan
7. *Maintenance* halaman dan taman-taman pabrik
8. *Maintenance* peralatan service
9. *Maintenance* untuk pengecatan
10. *Maintenance* peralatan gudang

E. Tugas-tugas atau Kegiatan-kegiatan Daripada *Maintenance*

Semua tugas-tugas atau kegiatan daripada *Maintenance* dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima tugas pokok yang berikut :

1. Inspeksi (*inspection*)
2. Kegiatan teknik (*engineering*)
3. Kegiatan produksi (*production*)
4. Pekerjaan administrasi (*clerical work*)
5. Pemeliharaan bangunan (*housekeeping*)

Ad.1. Inspeksi (*inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan-laporan dari hasil pengecekan atau pemeriksaan tersebut. Adapun maksud daripada kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan pabrik selalu mempunyai peralatan/ fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi. Jika seandainya terdapat kerusakan, maka dapat segera diadakan perbaikan-perbaikan yang diperlukan sesuai dengan laporan hasil inspeksi, dan berusaha untuk mencegah sebab-sebab timbulnya kerusakan dengan melihat sebab-sebab kerusakan yang diperoleh dari hasil inspeksi. Oleh karena itu laporan hasil inspeksi haruslah memuat keadaan peralatan yang diinspeksi, sebab-sebab terjadinya kerusakan bila ada, usaha-usaha penyesuaian atau perbaikan kecil yang telah dilakukan dan saran-saran/usul-usul perbaikan atau penggantian yang diperlukan.

Laporan hasil inspeksi dibuat dan diberikan oleh bagian *maintenance* untuk pimpinan perusahaan, dan laporan ini sangat berguna bagi pimpinan. Misalnya laporan tentang mesin atau peralatan yang sering rusak, merupakan bahan pertimbangan bagi pimpinan perusahaan untuk dapat mengambil keputusan, apakah mesin atau peralatan tersebut perlu diganti atau tidak.

Ad.2. Kegiatan teknik (*engineering*)

Kegiatan teknik ini meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan-kegiatan pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut. Dalam kegiatan inilah dilihat kemampuan untuk mengadakan perubahan-perubahan dan perbaikan-perbaikan bagi perluasan dan kemajuan dari bangunan dan peralatan pabrik. Oleh karena itu kegiatan teknik ini sangat diperlukan terutama apabila dalam perbaikan mesin-mesin yang rusak tidak diperoleh/didapatkan komponen yang sama dengan yang dibutuhkan. Dalam hal ini perlu diadakan perubahan-perubahan atau perbaikan-perbaikan tertentu terhadap komponen dan mesin-mesin yang bersangkutan, agar mesin tersebut dapat bekerja kembali.

Dalam kegiatan teknik ini termasuk pula kegiatan penyelidikan sebab-sebab terjadinya kerusakan pada peralatan tertentu dan cara-cara atau usaha-usaha untuk mengatasi/ memperbaikinya yang sangat diperlukan dalam kegiatan produksi. Dengan mengetahui sebab-sebab ini, maka dengan kegiatan teknik dapat/ harus pula diusahakan/dibuat alat-alat penjaga atau pencegah terjadinya kerusakan pada masa-masa yang akan datang. Disamping itu dalam kegiatan ini dipelajari spesifikasi mesin dan usaha-usaha agar mesin dapat bekerja lebih efektif dan efisien.

Ad.3. Kegiatan produksi (*production*)

Kegiatan produksi ini merupakan kegiatan *maintenance* yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik (*engineering*), melaksanakan kegiatan *service* dan peminyakan (*lubrication*). Kegiatan produksi ini dimaksudkan agar kegiatan pengolahan/pabrik dapat berjalan lancar sesuai dengan rencana, dan untuk ini diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

Ad.4. Pekerjaan administrasi (*clerical work*)

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan *maintenance* dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan *maintenance*, komponen atau *spareparts* yang dibutuhkan, *progress report* tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, dan komponen atau *spareparts* yang tersedia di bagian *maintenance*. Jadi dalam kegiatan pencatatan ini termasuk penyusunan *planning* dan *scheduling*, yaitu rencana kapan suatu mesin harus dicek/diperiksa, diminyaki/diservice dan direparasi.

Pekerjaan administrasi (*clerical work*) ini merupakan kegiatan administrasi dari pekerjaan *maintenance* yang menjamin adanya catatan-catatan mengenai kegiatan atau kejadian-kejadian yang penting dari bagian *maintenance*.

Ad.5. Pemeliharaan bangunan (*housekeeping*)

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan/gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya. Jadi kegiatan ini meliputi pembersihan dan pengecatan gedung, pembersihan WC, pembersihan halaman dan kegiatan pemeliharaan peralatan lain yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian *maintenance*.

F. Pelaksanaan Kegiatan *Maintenance* dari Fasilitas/Peralatan pada suatu Perusahaan Pabrik

Proses pekerjaan *maintenance* untuk suatu mesin atau peralatan pada suatu perusahaan pabrik dilaksanakan sesuai dengan petunjuk-petunjuk dari pabrik dimana mesin/peralatan tersebut dibuat. Biasanya apabila suatu perusahaan membeli suatu mesin atau peralatan, dalam pembelian itu diikut-sertakan/diberikan buku petunjuk (*book-let*) mengenai mesin/peralatan ini. Buku petunjuk/ pedoman ini antara lain berisi mengenai :

1. Kegunaan dari mesin/peralatan tersebut.
2. Kapasitas mesin pada waktu atau umur tertentu
3. Cara-cara memakai atau menggunakan mesin ini
4. Cara-cara pemeliharaan dan perbaikan mesin tersebut.

Dengan adanya buku petunjuk ini, maka kegiatan pemeliharaan dan perbaikan mesin/peralatan itu dilakukan dengan menggunakan pedoman sebagaimana dalam buku petunjuk tersebut. Hal ini dilakukan agar tidak terdapat kegagalan atau kekecewaan di belakang hari yang timbul karena kesalahan pemakaian dan pemeliharaan mesin tersebut.

Dengan berpedoman kepada buku petunjuk, maka dapatlah dilakukan kegiatan *maintenance* terhadap mesin tersebut, seperti :

1. Usaha-usaha yang harus dilakukan dalam pemakaian dan pemeliharaan mesin itu pada waktu mesin tersebut berumur satu, dua, tiga tahun dan seterusnya. Misalnya apabila pada waktu itu kapasitas mesin itu 10 ton/jam, maka jangan dibebani dengan 15 ton/jam. Usaha-usaha ini perlu diperhatikan agar pemakaian dan pemeliharaan mesin itu dilakukan secermat mungkin, sehingga kegunaan mesin dapat dinikmati dalam jangka waktu yang telah ditentukan sesuai dengan standar.
2. Penggunaan mesin itu haruslah sesuai dengan fungsi atau kegunaan mesin tersebut. Misalnya bila mesin itu kegunaannya adalah untuk memproses atau mengolah bekatul menjadi minyak, maka janganlah digunakan untuk memproses jagung misalnya.
3. Cara-cara kegiatan teknis pemeliharaan dan perbaikan yang harus dilakukan pada mesin tersebut, yaitu :
 - a. Bagaimana membuka dan memasang kembali komponen atau onderdil, dan hubungannya satu dengan yang lain.
 - b. Alat-alat apa yang harus dan tidak boleh dipergunakan.
 - c. Bagaimana hal-hal rutin harus dilakukan, seperti misalnya :
 - Solar harus ditambah setiap 20 jam
 - Oli harus diganti tiap 3 bulan sekali
 - Service kecil/ingan harus diadakan tiap bulan.
 - Overhaul harus diadakan setiap 5 tahun sekali.

- d. Sebelum mesin-mesin dijalankan atau dihidupkan, hendaknya diteliti lebih dahulu apakah ada gangguan-gangguan yang akan menghalangi jalannya mesin tersebut.
- e. Mesin utama harus dipanaskan dahulu selama 15 menit, sebelum dibebani tenaga penggerak yang lain.
- f. Mesin-mesin haruslah dijalankan dan digunakan sesuai dengan urutan-urutan yang telah ditetapkan oleh pabrik pembuat mesin tersebut, dan jangan dijalankan secara tidak beraturan atau semu/sekehendak kita sendiri.

Untuk melakukan kegiatan teknis pemeliharaan dan perbaikan seperti apa yang telah disebutkan di atas, maka diperlukan tenaga-tenaga operator dan tenaga-tenaga di bagian *maintenance* yang betul-betul ahli dan mengetahui/mengerti sifat-sifat mesin tersebut.

Apabila kita dapat mengikuti petunjuk yang telah diberikan dengan teliti, dan tekun serta tidak banyak melanggar ketentuan-ketentuan dari apa yang telah digariskan, maka biasanya keinginan kita akan kepuasan terhadap pemakaian mesin tersebut akan dapat terpenuhi.

G. Syarat-syarat Yang Diperlukan Agar Pekerjaan Bagian *Maintenance* Dapat Efisien

Pelaksanaan kegiatan pemeliharaan daripada peralatan di suatu perusahaan tergantung daripada kebijaksanaan (*policy*) perusahaan itu yang kadang-kadang berbeda dengan kebijaksanaan perusahaan lainnya. Kebijakan daripada bagian *maintenance* biasanya ditentukan oleh pimpinan tertinggi (*top management*) perusahaan. Walaupun kebijaksanaan (*policy*) telah ditentukan, tetapi di dalam pelaksanaan kebijaksanaan tersebut manager bagian *maintenance* harus memperhatikan enam prasyarat agar pekerjaan bagian *maintenance* dapat efisien.

Adapun keenam prasyarat tersebut terdiri dari :

1. Harus ada data mengenai mesin dan peralatan yang dimiliki perusahaan

2. Harus ada *planning* dan *scheduling*
3. Harus ada surat perintah (*work orders*) yang tertulis
4. Harus ada persediaan alat-alat/*spareparts* (*stores control*)
5. Harus ada catatan (*records*)
6. Harus ada laporan, pengawasan dan analisa (*reports, control and analysis*).

Ad.1. Data mengenai mesin dan peralatan yang dimiliki perusahaan

Dalam hal ini data yang dimaksudkan adalah seluruh data mengenai mesin/peralatan seperti nomor, jenis (*type*), umur dan tahun pembikinan, keadaan atau kondisinya, pembebanan dalam operasi (*operating load*) produksi yang direncanakan per jam atau kapasitas, bagaimana operators menjalankan/ *menghandle* mesin-mesin tersebut, berapa *maintenance crew*, kapasitas dan keahliannya, ketentuan yang ada, jumlah mesin dan sebagainya. Dari data ini akan ditentukan banyaknya kegiatan *maintenance* yang dibutuhkan dan yang mungkin dilakukan.

Ad.2. *Planning* dan *scheduling*

Dalam hal ini ini harus disusun perencanaan kegiatan *maintenance* untuk jangka panjang dan jangka pendek, seperti *preventive maintenance* inspeksi, keadaan yang diawasi, peminyakan (*lubrication*), pembersihan, reparasi kerusakan. Selain itu juga berisi rencana pendidikan dan latihan personalia *maintenance*, pembangunan bengkel baru dan sebagainya. Disamping itu *planning & scheduling* ini menentukan apa yang akan dikerjakan dan kapan dikerjakan serta urutan pengerjaan atau prioritasnya dan dimana dikerjakannya. Perlu pula direncanakan banyaknya tenaga *maintenance* yang harus ada, agar supaya pekerjaan *maintenance* dapat efektif dan efisien.

Ad.3. Surat perintah (*work orders*) yang tertulis

Surat perintah ini haruslah memberitahukan atau menyatakan tentang :

- a. Apa yang harus dikerjakan
- b. Siapa yang mengerjakannya dan yang bertanggung jawab
- c. Dimana dikerjakan apakah diluar atau di bagian di dalam pabrik. Kalau di dalam pabrik, bagian mana yang mengerjakannya.
- d. Ditentukan berapa tenaga dan bahan/alat-alat yang dibutuhkan dan macamnya.
- e. Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan tersebut dan waktu selesainya.

Ad.4. Persediaan alat-alat/*spareparts* (*stores control*)

Oleh karena untuk pelaksanaan kegiatan *maintenance* ini dibutuhkan adanya *spareparts* (alat-alat) dan material, maka *spareparts* dan material ini harus disediakan dan diawasi. Dengan *stores control* ini, maka manager dari bagian *maintenance* harus selalu berusaha supaya *spareparts* dan material atau onderdil-onderdil, alat-alat dan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam jumlah yang cukup dengan suatu investasi yang minimum.

Ad.5. Catatan (*records*)

Catatan tentang kegiatan *maintenance* yang dilakukan dan apa yang perlu untuk kegiatan *maintenance* tersebut. Jadi perlu ada catatan dan gambaran (peta) yang menunjukkan jumlah dan macam serta letak peralatan yang ada dan karakter dari masing-masing peralatan (mesin-mesin) ini, serta catatan tentang *inspection interval*nya berapa lama, biaya *maintenance*. Disamping itu perlu pula dibuat catatan mengenai gambaran produksi seperti jam produksi yang berjalan, waktu berhenti, dan jumlah produksi.

Ad.6. Laporan, pengawasan dan analisa (*reports, control and analysis*).

Laporan (*reports*) tentang *progress* (kemajuan) yang kita adakan, pembetulan yang telah kita adakan dan pengawasan. Kalau *maintenancenya* baik, maka ini sebenarnya berkat *report* dan *control* yang ada, dimana kita dapat melihat efisiensi dan penyimpangan-penyimpangan yang ada. Disamping itu juga perlu dilakukan penganalisaan tentang kegagalan-kegagalan yang pernah terjadi dan waktu terhenti. Analisa ini penting untuk dapat digunakan dalam pengambilan keputusan akan kegiatan atau kebijaksanaan *maintenance*.

H. Usaha-usaha Untuk Menjamin Kelancaran Kegiatan *Maintenance*

Dalam kegiatan *maintenance* ini perlu adanya suatu usaha otomatisasi, agar supaya kita bisa menjamin kelancaran daripada segala kegiatan *maintenance*. Disamping itu juga perlu diperhatikan dalam usaha menjaga kelancaran kegiatan *maintenance* ini, perlu diambil langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menambah jumlah peralatan-peralatan dan perbaikan daripada para pekerja bagian *maintenance*, sehingga dapatlah diharapkan rata-rata waktu kerusakan daripada mesin akan dapat dikurangi. Hal ini karena para pekerja bagian *maintenance* tidak begitu sibuk pada waktu kerusakan terjadi dimana adanya suatu *work order* yang telah disusun lebih dahulu.
2. Menggunakan suatu *preventive maintenance*, karena dengan cara ini kita dapat mengganti alat-alat atau *parts* yang sudah dalam keadaan kritis sebelum rusak. Dan *preventive maintenance* ini hendaknya dilakukan pada *shift* kedua atau ketiga sehingga tidak akan mengganggu normal *production schedule*.
Apakah *preventive maintenance* itu akan menguntungkan, atau tidak, tergantung pada :

- a. Distribusi dari kerusakan (*distribution of breakdown*)
 - b. Hubungan antara *preventive maintenance time* terhadap *repairs time* (telah terjadi kerusakan). Dan hendaknya di antara kedua waktu ini diadakan keseimbangan dan diusahakan dapat dicapai titik maksimal.
3. Diadakannya suatu cadangan-cadangan di dalam suatu sistem produksi pada tingkat-tingkat yang kritis (*critical unit*), sehingga kita mempunyai suatu tempat yang paralel apabila terjadi suatu kerusakan yang mendadak. Dengan adanya suatu cadangan ini, tentu saja akan berarti adanya suatu kelebihan kapasitas terutama untuk tingkat kritis tersebut, sehingga jika beberapa mesin mengalami kerusakan, pabrik dapat berjalan terus tanpa menimbulkan adanya *cost of delays* (yaitu kerugian karena mesin-mesin menganggur). Dalam hal ini perlu pula diperhatikan usaha untuk mengadakan keseimbangan antara biaya (*cost*) untuk mengadakan cadangan dalam *maintenance* ini dengan *cost of delays* yang mungkin timbul.
 4. Usaha-usaha untuk menjadikan para pekerja dalam bidang *maintenance* ini sebagai suatu komponen dari mesin-mesin yang ada dan untuk menjadikan mesin tersebut sebagai suatu komponen pula dari/terhadap suatu sistem produksi secara keseluruhan. Usaha ini bisa dilakukan dengan mengadakan perbaikan-perbaikan di dalam suatu *engineering design* kita. Misalnya kita bisa mengadakan suatu *design* daripada sistem peminyakan (*lubrication*) yang khusus, sehingga dapat memperpanjang waktu hidup daripada alat-alat yang digunakan.
 5. Mengadakan percobaan untuk menghubungkan tingkat-tingkat daripada sistem produksi lebih cermat dengan cara mengadakan suatu persediaan cadangan (*inventory*) di antara berbagai tingkat produksi yang ada, sehingga terdapat keadaan dimana masing-masing tingkat tersebut tidak akan sangat tergantung dari tingkat sebelumnya. Dengan adanya ketidak saling bergantungan daripada berbagai-bagai kegiatan di dalam tingkat produksi yang ada akan dapat melokalisir pengaruh-pengaruh daripada kerusakan-kerusakan yang ada di tingkat tertentu, sehingga kegiatan-kegiatan sebelum dan sesudah tingkat tersebut tidak begitu dipengaruhi.

I. Monte Carlo Analysis

Dalam masalah *manufacturing* sering terdapat persoalan *uncertainty* (keadaan yang tidak pasti). Sudah tentu persoalan *uncertainty* ini harus dipecahkan untuk menentukan keputusan apa yang diambil dan akan dijalankan. Salah satu metode untuk memecahkan persoalan ini ialah sistem coba-coba dan jika salah diganti (*trial and error method*). Metode *trial and error* tentunya mempunyai banyak risiko, yaitu jika perusahaan ternyata mengambil keputusan yang salah, maka perusahaan mungkin akan memperoleh kerugian yang besar, dan jika sering terjadi kesalahan, maka makin besar pula kerugiannya. Misalnya jika perusahaan salah menentukan barang yang akan dihasilkan dimana barang yang dihasilkan ternyata tidak laku di pasar, akibatnya perusahaan akan menderita kerugian. Oleh karena itu maka dibutuhkan cara yang lebih baik, dimana beberapa *alternative solution* yang terbaiklah yang dipilih. Untuk memperoleh cara yang lebih baik ini maka sering digunakan perhitungan-perhitungan untuk perbandingan, yang bersifat matematis, statistik/ *probability* dan *linear programming*. Dalam hal ini *Monte Carlo* menggunakan cara yang bersifat statistik/*probability* dalam analisa persoalan *uncertainty*, yang sering disebut dengan “*Monte Carlo Analysis*”. *Monte Carlo Analysis* ini sering digunakan dalam *maintenance problem*.

BAB II

TEKNIK ANALISA MONTE CARLO

Monte Carlo teknik menggunakan sistim random number dan *Poisson distribution*. Misalnya suatu perusahaan memiliki 12 mesin, maka *cummulative probability* bahwa rata-rata mesin rusak 5, satu hari adalah :

$$P(b/m = 5) = \sum_{c=0}^5 \frac{5^c}{c!} e^{-5}$$

Jadi tabel *cummulative probability* nya adalah :

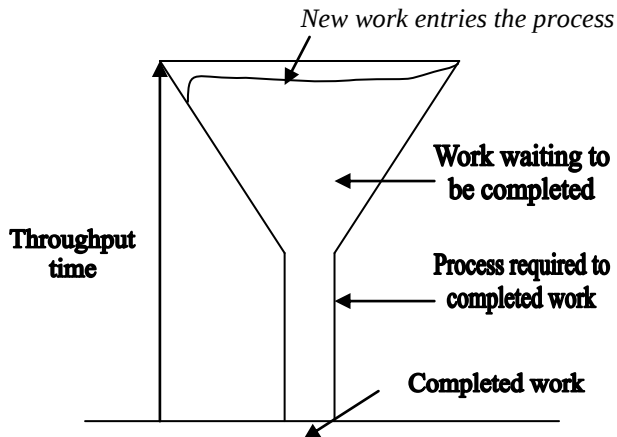
Banyaknya mesin rusak (b)	0	1	2	3	4	5	6
P (b,5)	0,01	0,03	0,02	0,14	0,18	0,20	0,14
Σ P (b,5)	0,01	0,04	0,12	0,26	0,44	0,62	0,76

Banyaknya mesin rusak (b)	7	8	9	10	11	12
P (b,5)	0,11	0,16	0,04	0,02	0,01	0
Σ P (b,5)	0,87	0,93	0,97	0,99	1,00	1

Dengan mengetahui besarnya probabilita mesin yang rusak dalam perusahaan, maka dapatlah ditentukan banyaknya tenaga *maintenance crew*, alat-alat *maintenancen* persediaan/*spare part* serta ruangan bengkel yang perlu disediakan untuk menjamin kelancaran pekerjaan *maintenance* di perusahaan pabrik ini.

A. Analisis Proses (*Process Analysis*)

Analisis proses adalah keahlian dasar yang dibutuhkan untuk mengerti bagaimana sebuah bisnis dijalankan. Konsep dasar dalam menganalisis suatu proses adalah “semua yang masuk ke dalam proses harus keluar dari proses tersebut”, seperti yang digambarkan di bawah ini.

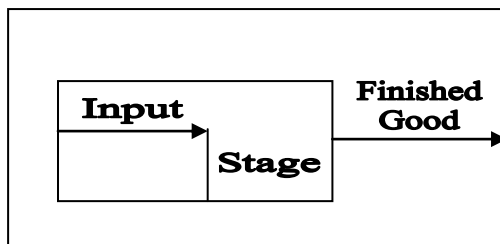


Gambar 2.1 Fundamental Concept of Process Analysis

Tipe-tipe Proses

1. *Single Stage Process*

Adalah proses yang hanya melalui satu stage untuk membuat produk akhir (*finished good*). Contoh : Proses fotocopy



Gambar 2.2 *Single Stage Process*

2. Multi Stage Process

Adalah proses yang melewati lebih dari satu stage untuk membuat produk akhir.

Contoh : Proses membuat meja.



Gambar 2.3 Multi Stage Process

Multi stage proses terkadang menggunakan storage yang disebut buffering.

Buffering mengarah pada daerah storage antara 2 *work station (stage)* dimana output dari sebuah *work station* berikutnya.



Gambar 2.4 Multi stage Process with Buffering

Hal yang bisa terjadi karena adanya buffering :

- **Starving** : terjadi jika aktivitas pada work station 2 terhenti karena tidak ada aktivitas yang dapat dikerjakan {storage kosong}
- **Blocking** : terjadi jika aktivitas pada work station 1 terhenti karena tidak ada tempat untuk meletakkan komponen yang telah selesai dikerjakan (storage penuh).

Isilah lain yang sering dipakai dalam analisa proses adalah *bottleneck* dan *idle time*.

Bottleneck terjadi karena ada batasan kapasitas suatu proses. *Bottleneck* diartikan sebagai adanya sumberdaya yang memiliki kapasitas yang lebih kecil daripada yang dibutuhkan.

Idle time adalah waktu yang terbuang, dimana waktu siklus lebih kecil daripada waktu set up, waktu proses atau waktu antrian.

Seringkali aktivitas, stage dan beberapa proses dioperasikan secara paralel disebabkan oleh:

- Operasi dua aktivitas yang sama dipararelkan apabila secara teori mempunyai kapasitas yang terlipat ganda(*alternatives paths*)

B. Resource Planning

Contoh Soal :

Rencana produksi suatu perusahaan pada kuartal 2 adalah sebagai berikut:

Mei : 40 unit
 Juni : 48 unit
 Juli : 50 unit
 Agustus : 55 unit

Pada kuartal sebelumnya perusahaan ini dapat menghasilkan 200 unit, dengan total waktu yang diperlukan sebanyak 900 jam dan melibatkan 2 departemen, yang menghabiskan waktu masing-masing 400 dan 500 jam. Bagaimana rencana sumber daya pada kuartal 2 ?

Jawab :

Rata-rata std hours per unit = $900/200 = 4,5$ jam/ unit

Std hours setiap departemen pada kuartal 1 :

Departemen	Std hours terpakai	% Std hours
1	400	44,44%
2	500	55,56%
Total	900	100%

Rencana produksi kuartal 2 :

Bulan	Mei	Juni	Juli	Agustus	Total
Unit	40	48	50	55	193
Std Hours	180	216	225	247,5	

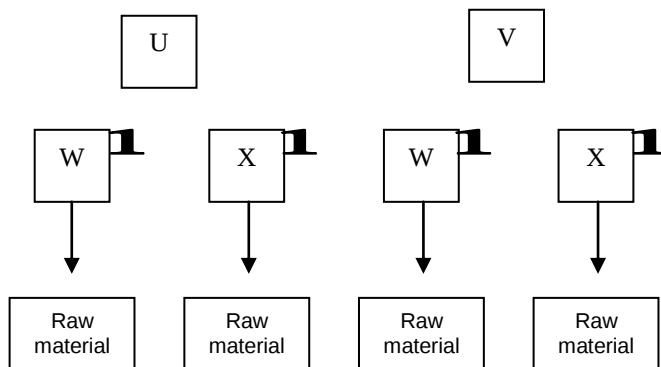
Maka *resource planning* (dalam satuan std hours):

Dept	Mei	Juni	Juli	Ags.	Total
1	(44,44% x 180) = 799,99	(44,44% x 216) = 95,99	(44,44% x 225) = 99,99	(44,44% x 247,5) = 109,99	385,96
2	(55,56% x 180) = 100,01	(55,56% x 216) = 120,01	(55,56% x 225) = 125,01	(55,56% x 247,5) = 137,51	482,54
Total	180	216	225	247,5	868,5

C. Rough Cut Capacity Planning

Contoh Soal :

Sebuah perusahaan memproduksi 2 macam produk U dan V dengan BOM sebagai berikut :



Diketahui *Routing* kedua produk tersebut sebagai berikut :

Item/ Komponen	Opr. No	Dept.	WS	Run Time	Set Up	Lot Size	Std Hours/ opr
U	10	1	15	1,6	2	4	2,1
V	10	1	15	2,4	3	6	2,9
W	10	2	35	1,2	1	20	1,25
	20	2	40	0,4	0,5	20	0,425
X	10	2	35	1,0	2,1	8	1,363
	20	2	40	0,6	0,6	8	0,676
Y	10	2	35	0,5	1,4	6	0,733
	20	2	40	2,1	0,5	6	2,183

Maka kebutuhan total std hours per end item (BOC) :

BOC Produk U :

Dept	WS	Std hous
1	15	2,1
2	35	$1,25 + 1,363 = 2,613$
	40	$0,425 + 0,676 = 1,101$

BOC Produk V :

Dept	WS	Std hous
1	15	2,9
2	35	$1,25 + 1,733 = 1,983$
	40	$0,425 + 2,183 = 2,608$

Diketahui MPS kedua produk tersebut selama 7 bulan :

Dept	1	2	3	4	5	6	7
U	4	3	3	3	3	4	5
V	6	7	7	7	8	8	8
Total	10	10	10	10	11	12	13

Rough Cut Capacity Planning (RCCP) = MPS x BOC_{setiap WS}

Bulan	1	2	3	4	5	6	7
WS 15	(4x2,1) + (6x2,9)	(3x2,1) + (7x2,9)	(3,2,1)+(7 x2,9)	(3x2,1)+ (7x2,9)	(3x2,1)+ (8x2,9)	(4x2,1)+(8 x2,9)	(5x2,1)+ (8x2,9)
Dept 1	25,8	26,6	26,6	26,6	29,5	31,6	33,7
WS 35	(4x2,613)+ (6x1,98)	(3x2,613)+ (7x1,983)	(3x2,613)+ (7x1,983)	(3x2,613)+ (7x1,983)	(3x2,613)+ (8x1,983)	(4x2,613)+ (8x1,983)	(5x2,613)+ (8x1,983)
WS 40	(4x1,101)+ (6x2,608)	(3x1,101)+ (7x2,608)	(3x1,101)+ (7x2,608)	(3x1,101)+ (7x2,608)	(3x1,101)+ (8x2,608)	(4x1,101)+ (8x2,608)	(5x1,101)+ (8x2,608)
Dep 2	42,4	43,3	43,3	43,3	47,9	51,6	55,3
Total	68,2	69,9	69,9	69,9	77,4	83,2	89,0

BAB III

CAPACITY REQUIREMENT PLANNING

Diketahui MRP selama 7 bulan :

Produk U :

Order Policy : LFL (Lot For Lot)	On Hand : - Lot Size : 4				Lead Time : 1 Safety Stock : -			
Periode	Past Due	1	2	3	4	5	6	7
Gross requirement		4	3	3	3	3	4	4
Schedule receipt								
Project Available Balance		0	1	2	3	0	0	0
Net requirement		4	3	2	1		4	4
Planned Order Receipts		4	4	4	4		4	4
Planned Order Released	4	4	4	4		4	4	

Komponen X : (dari POLR produk U)

Order Policy : LFL (Lot For Lot)	On Hand : - Lot Size : 8				Lead Time : 1 Safety Stock : -			
Periode	Past Due	1	2	3	4	5	6	7
Gross requirement		4	4	4		4	4	
Schedule receipt								
Project Available Balance		4	0	4	4	4	0	
Net requirement		4		4			4	
Planned Order Receipts		8		8			4	
Planned Order Released	8		8			4		

Produk V :

Order Policy : LFL (Lot For Lot)	On Hand : - Lot Size : 6				Lead Time : 1 Safety Stock : -			
Periode	Past Due	1	2	3	4	5	6	7
Gross requirement		6	7	7	7	8	8	8
Schedule receipt								
Project Available Balance		0	5	4	3	1	5	3
Net requirement		6	7	2	3	5	7	3
Planned Order Receipts		6	1 2	6	6	6	1 2	6
Planned Order Released	6	12	6	6	6	12	6	

Komponen Y : (dari POLR produk V)

Order Policy : LFL (Lot For Lot)	On Hand : - Lot Size : 6				Lead Time : 1 Safety Stock : -			
Periode	Past Due	1	2	3	4	5	6	7
Gross requirement		12	6	6	6	12	6	
Schedule receipt								
Project Available Balance		0	0	0	0	0	0	
Net requirement		12	6	6	6	12	6	
Planned Order Receipts		12	6	6	6	12	6	
Planned Order Released	12	6	6	6	12	6		

Komponen W :
(Pegging) dari POLR produk U + V)

Order Policy : LFL (Lot For Lot)	On Hand : - Lot Size : 6				Lead Time : 1 Safety Stock : -			
Periode	Past Due	1	2	3	4	5	6	7
Gross requirement		16	10	10	6	16	10	
Schedule receipt								
Project Available Balance		4	12	2	16	0	10	
Net requirement		16	6		4		10	
Planned Order Receipts		20	20		20		20	
Planned Order Released	20	20		20		20		

Capacity Requirement Planning

(CRP) = (PORL dari MRP x Run Time) + Set Up

Bulan	1	2	3	4	5	6
WS 15						
Untuk	(4x1,6)+2	(4x1,6)+2	(4x1,6)+2		(4x1,6)+2	(4x1,6)+2
V	(12x2,4)+3	(6x2,4)+3	(6x2,4)+3	(6x2,4)+3	(12x2,4)+3	(6x2,4)+3
Total Dep.1	40,2	25,8	25,8	17,4	40,2	25,8
WS 35						
W	(20x1,2)+2	-	(20x1,2)+2	-	(20x1,2)+2	-
X	-	(8X1)+2,1	-	-	(4x1)+2,1	-
Y	(6x0,5)+1,4	(6x0,5)+1,4	(6x0,5)+1,4	(12x0,5)+1,4	(6x0,5)+1,4	-
WS 40						
W	(20x0,4)+0,4	-	(20x0,4)+0,4	-	(20x0,4)+0,4	-
X		(8x0,6)+0,6	-	-	(4x0,6)+0,6	-
Y	(6x0,5)+1,4	(6x0,5)+1,4	(6x0,5)+1,4	(12x0,5)+1,4	(6x2,1)+0,5	-
Total Dep.2	50,9	33,0	50,9	33,1	60,0	-
Total	91,1	58,8	76,8	50,5	100,2	-25,8

BAB IV

PENJADWALAN PRODUKSI

(JOB SEQUENCING)

Dalam penjadwalan produksi terdapat pengurutan pekerjaan (*job sequencing*) yang merupakan masalah yang kompleks dari sistem produksi. Pengurutan pekerjaan biasa dilakukan oleh supervise berdasarkan pertimbangan pengalamannya.

Untuk membuktikan keberartian dan pentingnya pengurutan pekerjaan, berikut ini sebuah contoh permasalahan penjadwalan pekerjaan dengan job-shop 2 mesin –3 pekerjaan (*table 1*).

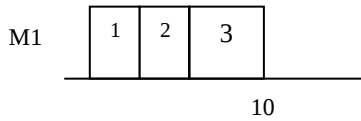
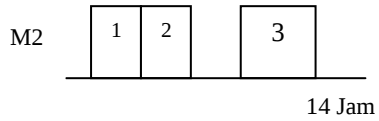
Tabel 4.1. Pekerjaan dan Waktu Proses

Mesin Pekerjaan	M1 (menit)	M2 (menit)
1	2	3
2	5	2
3	3	4

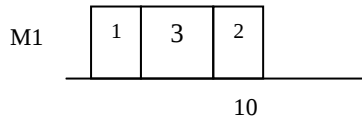
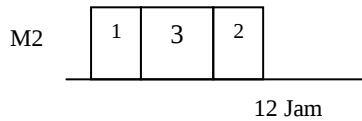
Permasalahan di atas dapat diselesaikan dengan beberapa alternatif urutan pekerjaan dengan cara mengkombinasikannya yakni sebanyak 3! (tiga faktorial) atau 6 alternatif dengan masing-masing waktu penyelesaian terlihat pada Gambar 1.

Alternatif 1 : 1-2-3	Alternatif 4 : 2-3-1
Alternatif 2 : 1-3-2	Alternatif 5 : 3-1-2
Alternatif 3 : 2-1-3	Alternatif 6 : 3-2-1

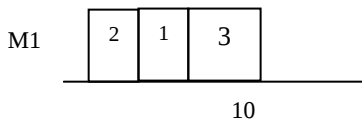
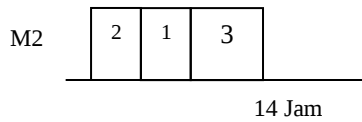
Urutan Pekerjaan : 1-2-3



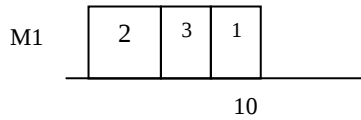
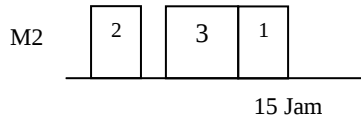
Urutan Pekerjaan : 1-3-2



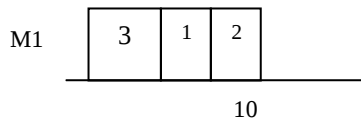
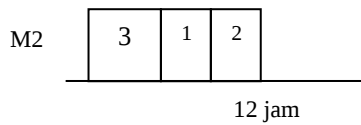
Urutan Pekerjaan : 2-1-3



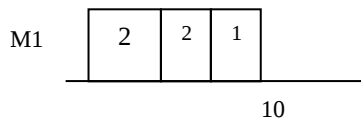
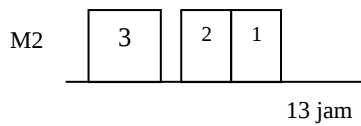
Urutan Pekerjaan : 2-3-1



Urutan Pekerjaan : 3-1-2



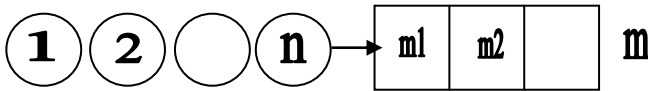
Urutan Pekerjaan : 3-2-1



Gambar 4.1. Penjadwalan Produksi

1. Penjadwalan Flow Shop

Penjadwalan Flow Shop adalah proses penentuan urutan pengerjaan untuk suatu lintas produksi yang dapat digunakan oleh beberapa jenis produk, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.

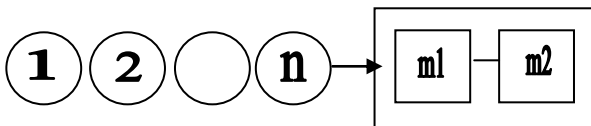


Gambar 4.2. Gambaran Flow Shop

Dari gambar di atas terlihat bahwa beberapa pekerjaan akan melewati proses pada beberapa mesin “secara berurutan”.

a. Aturan Johnson

Aturan Johnson dikembangkan untuk n pekerjaan (*job*) yang dikerjakan pada 2 mesin secara berurutan, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 4.3. Flow Shop – Johnson Rule

Langkah-langkah dalam Johnson Algorithm :

- 1) Cari waktu operasi terkecil dari seluruh pekerjaan yang ada.
- 2) Bila waktu terkecil tersebut terdapat pada mesin 1, maka pekerjaan yang memiliki waktu terkecil tersebut diletakkan di urutan depan, namun bila waktu terkecil tersebut terdapat pada mesin 2, maka pekerjaan yang memiliki waktu terkecil tersebut diletakkan di urutan belakang.
- 3) Ulangi langkah 1 dan 2 sampai seluruh pekerjaan dijadwalkan.
- 4) Cari makespan dengan membuat GANTT CHART.

Tabel 4.2. Data 5 job 2 mesin (waktu dalam menit)

Mesin \ Job	1	2	3	4	5
Mesin 1	5	7	5	2	3
Mesin 2	3	5	4	4	5

Dari tabel di atas terlihat bahwa job 4 memiliki waktu operasi terkecil (2 menit) pada mesin 1. Maka job 4 diletakkan di urutan pertama. Selanjutnya job 5 pada mesin 1 dengan waktu operasi 3 menit (diletakkan di urutan ke-2) dan job 1 pada mesin 2 dengan waktu operasi 3 menit (diletakkan di urutan ke-4/belakang). Job 2 pada mesin 2 dengan waktu operasi 5 menit diletakkan di urutan ke-3.

Tabel 4.3. Penjadwalan Job pada Mesin 1 dan 2

Urutan Penjadwalan	1	2	3	4	5
Job	4	5	2	3	1

Selanjutnya adalah memasukkan data waktu operasi dan urutan job pada mesin 1 dan mesin 2 pada *gant chart* seperti yang terlihat pada gambar 4 Gant Chart.

b. Aturan Campbell, Dudek & Smith (CDS)

Aturan CDS dikembangkan untuk menangani n pekerjaan yang dikerjakan pada m mesin secara berurutan.

Langkah-langkah dalam algoritma CDS :

1) Untuk 3 mesin

Set $K=1$ t^*1 dan t^*2 adalah waktu operasi M1 dan M3

Set $K=2$ t^*1 adalah waktu operasi M1 + M2

t^*2 adalah waktu operasi M2 + M3

Untuk 4 mesin

Set K=1 t^*1 dan t^*2 adalah waktu operasi M1 dan M4

Set K=2 t^*1 adalah waktu operasi M1 + M2

t^*2 adalah waktu operasi M3 + M4

Set K=3 t^*1 adalah waktu operasi M1 + M2 + M3

t^*2 adalah waktu operasi M2 + M3 + M4

- 2) Gunakan langkah-langkah dalam urutan Johnson untuk melakukan pengurutan pekerjaan pada masing-masing K
- 3) Buat Gant Chart untuk masing-masing urutan pekerjaan. Urutan pekerjaan yang memberikan makespan terkecil yang sebaiknya digunakan.

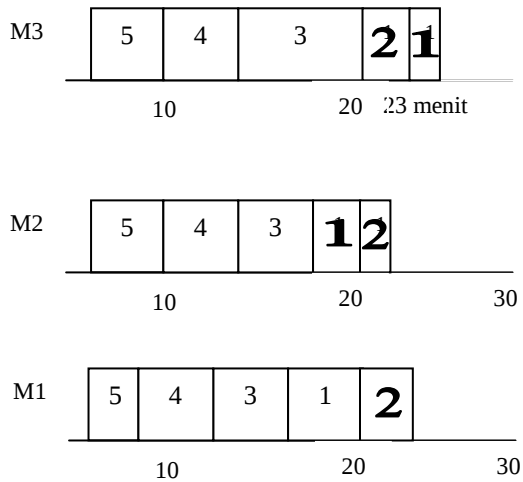
Tabel 4.4. Data 5 Job pada 3 Mesin

Job	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3
1	4	3	2
2	3	3	1
3	5	4	6
4	3	3	3
5	2	5	4

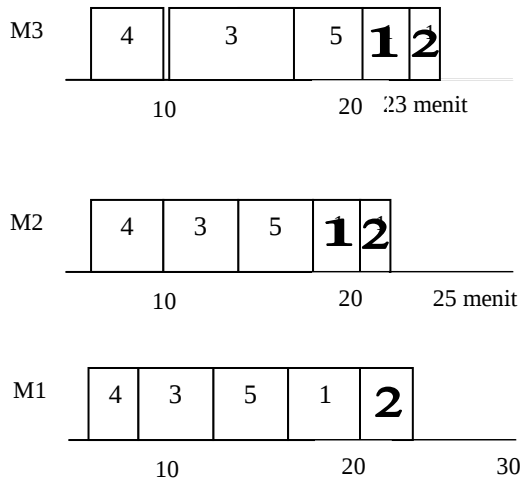
Tabel 4.5. Perhitungan set K=1 dan K=2

Job	K=1		K=2	
	t^*1	t^*2	t^*1	t^*2
1	4	2	7	5
2	3	1	6	4
3	5	6	9	10
4	3	3	6	6
5	2	4	7	9

Urutan Pekerjaan : 5-4-3-1-2



Urutan Pekerjaan : 4-3-5-1-2



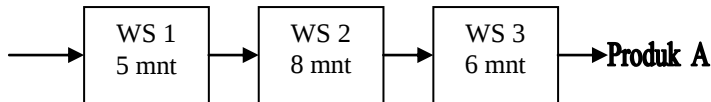
Gambar 4.4. Gant Chart 5 Pekerjaan 3 Mesin

BAB V

WAKTU SIKLUS (*CYCLE TIME*)

Waktu siklus adalah waktu rata-rata yang diperlukan untuk membuat 1 unit produk akhir.

Bila kita ilustrasikan ada 3 *work station* (WS) yang harus dilalui untuk membuat produk A, dan waktu kerja setiap hari dimulai pada pukul 08.00, maka :



08.00 – 08.05	08.05 – 08.13	08.13 – 08.19	}	
08.05 – 08.10	08.13 – 08.21	08.21 – 08.27	}	8 menit
08.10 – 08.15	08.21 – 08.29	08.29 – 08.35	}	8 menit
08.05 – 08.20	08.29 – 08.37	08.37 – 08.43	}	8 menit

Selisih antara selesainya pembuatan produk A pertama, kedua, ketiga, keempat dan seterusnya adalah 8 menit. Maka waktu siklus pembuatan produk A dikatakan 8 menit, yang artinya “*untuk membuat 1 unit produk A dibutuhkan waktu rata-rata 8 menit*”.

Bila dilihat lebih teliti pada setiap *work station* di atas, 8 menit adalah waktu proses yang terbesar di antara *work station* yang ada. Maka waktu siklus sebuah produk adalah waktu proses yang terlama dari seluruh proses yang dilalui untuk membuat produk tersebut.

Waktu siklus juga bisa dicari dengan membandingkan waktu produksi yang tersedia dengan tingkat produksinya.

$$\text{Waktu siklus} = \frac{\text{Waktu Pr oduksi Yang Tersedia}}{\text{Tingkat Pr oduksi}}$$

Contoh Soal 1 :

Dalam 1 minggu, sebuah perusahaan *garment* dapat memproduksi 1000 unit pakaian pria. Waktu kerja di *garment* tersebut adalah 8 jam per hari dan 5 hari per minggu. Berapakah waktu siklus pakaian pria tersebut ?

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus} &= \frac{(8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}) / \text{hari}}{1000 \text{ unit} / 5 \text{ hari}} = \frac{480 \text{ menit}}{200 \text{ unit}} \\ &= 2,4 \text{ menit per unit}\end{aligned}$$

Contoh Soal 2 :

Dalam 1 minggu, sebuah perusahaan *garment* dapat memproduksi 1800 unit pakaian anak-anak. Waktu kerja di *garment* tersebut adalah 7,5 jam per hari dan 6 hari per minggu. Berapakah waktu siklus pakaian anak-anak tersebut ?

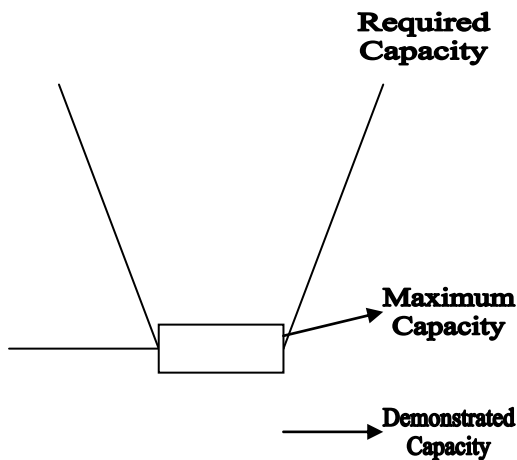
$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus} &= \frac{(7,5 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}) / \text{hari}}{1800 \text{ unit} / 6 \text{ hari}} \\ &= 1,5 \text{ menit per unit}\end{aligned}$$

BAB VI

PERENCANAAN KAPASITAS (CAPACITY PLANNING)

Kapasitas adalah kecepatan produksi yang dapat dihasilkan oleh suatu sistem produktif (pekerja, mesin, *work center*, departemen, pabrik).

Satuan kapasitas adalah unit *output* per satuan waktu, sedangkan konsepnya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 6.1. Concept of Capacity/Bathtub Theory

Manajemen kapasitas adalah kegiatan yang meliputi perencanaan, penetapan, pengukuran, pemantauan, dan penyesuaian tingkat kapasitas. Apabila manajemen kapasitas baik maka sumber daya akan tersedia pada saat yang dibutuhkan.

Perencanaan kapasitas merupakan salah satu aktivitas dalam manajemen kapasitas. Perencanaan kapasitas adalah proses menentukan *level of capacity* (sumber daya) yang dibutuhkan untuk memenuhi MPS (*Master Production Schedule*).

Pengendalian kapasitas adalah proses monitoring baik input pekerjaan maupun input produksi untuk menjamin perencanaan kapasitas dapat tercapai.

Satuan kapasitas tergantung dari tipe produk yang dibuatnya :

- Dalam industri proses : ton/gallon per satuan waktu
- Dalam industri repetitive ; unit per satuan waktu

Ukuran mana yang dipilih oleh sebuah industri tergantung dari *key resource*-nya.

Key resource bisa :

- Orang : standard hours (direct labour)
- Mean : ton/gallon/mold/oven/machine time

Keberhasilan perencanaan kapasitas diukur dari :

a. Utilisasi :

Mengukur seberapa jauh penggunaan sumber daya

$$\text{Utilisasi} = \frac{\text{jumlah jam terpakai}}{\text{jumlah jam tersedia}}$$

b. Efisiensi

Mengukur seberapa jauh standar dapat terjadi

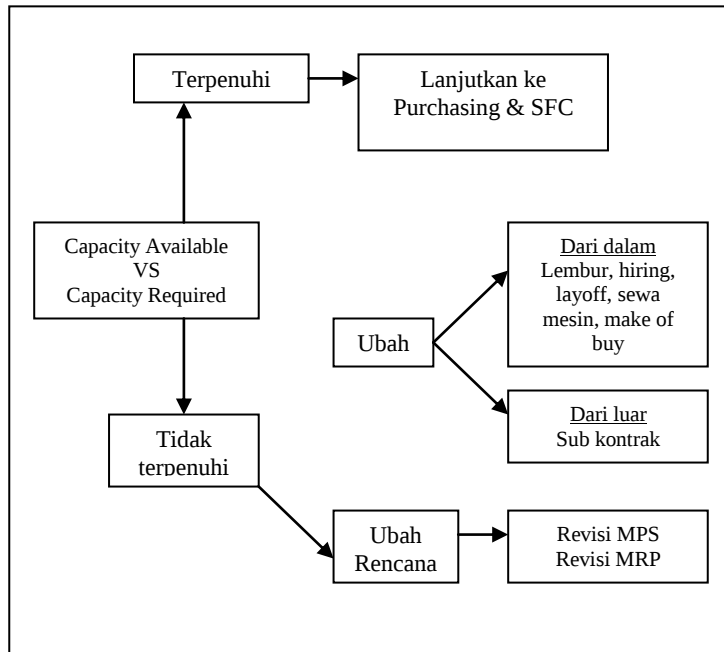
$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{jumlah jam standar untuk produksi}}{\text{jumlah jam terpakai}}$$

Peran perencanaan kapasitas sangat penting sebab menentukan keberhasilan perencanaan dan pengendalian produksi.

Apabila kapasitas tersedia berlebih maka akan terjadi *idle time*, menyebabkan utilisasi rendah, ongkos produksi tinggi, dan menurunnya profit.

Apabila kapasitas tersedia kurang, maka akan terjadi *shortage*, menyebabkan MPS (*master production schedule*) tidak tercapai, pengiriman barang terlambat, frustrasi, dan terjadi pelanggaran terhadap aturan yang ada.

Perencanaan kapasitas harus mampu memberikan *feedback*..



Gambar 6.2. Feedback of Capacity

Teknik Perencanaan Kapasitas

Teknik perencanaan kapasitas biasanya dibedakan atas 4 kategori sesuai dengan time horizonnya :

a. *Resource Planning* (RP)

Adalah proses untuk menentukan kapasitas yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi perencanaan agregat :

- Jangka waktu : panjang (5 tahun)
 - Direvisi setiap : bulan/kuartal
 - Diproyeksikan untuk : setiap departemen atau plant
 - Bertujuan untuk menentukan keputusan : ekspansi
 - Input : Capacity Planning Factor & rencana agregat
- b. *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*
 Adalah proses untuk menentukan kapasitas yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi MPS (*Master Production Schedule*)
- Jangka waktu : medium (3 tahun)
 - Direvisi setiap : minggu/bulan
 - Diproyeksikan untuk : setiap *work station*
 - Bertujuan untuk menentukan keputusan : *adjusting capacity* sub kontrak/tambah mesin/alokasi *work force*
 - Input : *Bill of Material, Routing, MPS*
- c. *Capacity Requirement Planning (CRP)*
 Adalah proses untuk menentukan kapasitas yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi MRP
- Jangka waktu : pendek (1 tahun)
 - Direvisi setiap : minggu/bulan
 - Diproyeksikan untuk : setiap *work station*
 - Bertujuan untuk menentukan keputusan : lembur, alternatif routing.
 - Input : *Bill of Material, Routing, Planning Order Released* dari MRP.
- d. *Input and Output Control (I/OC)*
 Adalah proses untuk mengendalikan input dan output dari suatu perencanaan kapasitas, I/OC berjangka pendek.
 Lihat gambar *bathtub theory*

BAB VII

PENGENDALIAN PRODUKSI TENTANG PENJADWALAN PRODUKSI PADA MATA KULIAH SISTEM PRODUKSI

Assembly line Operation

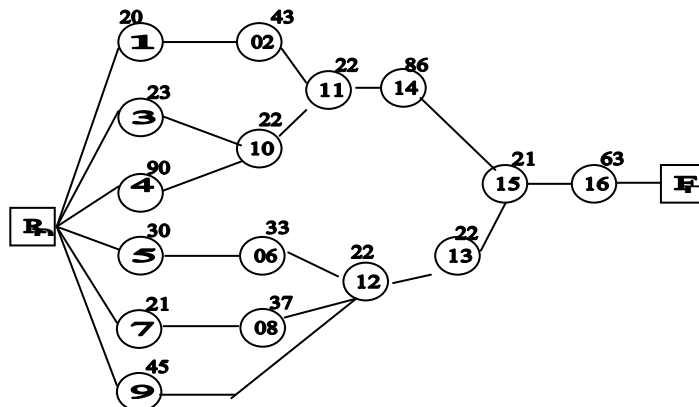
Adalah :

Mencari keseimbangan dalam mencari beban station-station kerja dalam rangka mencapai efisiensi tinggi yang memenuhi perencanaan produksi/rencana produksi.

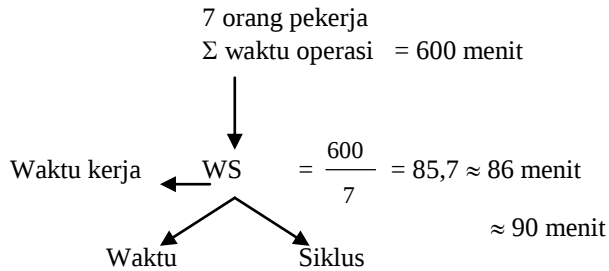
Cara Ranked Positional Weight Technique

Teknik bobot posisi yang diranking, diurut bobotnya. Untuk itu kita perlu tahu operasi yang perlu dan urutan yang mungkin.

Mis :



Gambar 7.1 Operasi Kerja



Catatan :

1. Paling cepat 90 menit baru produk dapat keluar 1 buah sebab menunggu yang lainnya.
2. Harus dibandingkan antara waktu kerja rata-rata setiap orang dengan waktu produksi yang terlama dan yang diambil waktu yang terlamanya.

Operasi	Waktu
01	20
02	43
03	23
04	90
05	30
06	33
07	21
08	37
09	45
10	22
11	22
12	22
13	22
14	86
15	21
16	63
Σ	600 (dalam menit)

Operasi yang mendahului	Operasi Yang Mengikuti															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
01	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
02		-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
03			-	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
04				-	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
05					-	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
06						-	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
07							-	1	0	0	0	1	1	0	1	1
08								-	0	0	0	1	1	0	1	1
09									-	0	0	1	1	0	1	1
10										-	1	0	0	1	1	1
11											-	0	0	1	1	1
12												-	1	0	1	1
13													-	0	1	1
14														-	1	1
15															-	1
16																-

‘Tabular’ (Dilihat dan disesuaikan dengan gambar *Operation Work* (Operasi kerja) sebelumnya)

OP (operation)	BP (Bobot Posisi)	OP Posisi sebelumnya
01	255	-
02	235	01
03	237	-
04	304	-
05	277	-
06	247	05
07	186	-
08	165	07
09	173	-
10	214	03,04
11	192	02,10
12	128	06,08,09
13	106	12
14	170	06,11
15	84	13,14
16	63	15

Tabular
01→02,11,14,15,16
lihat gambar
↓
20→43+22+86+21
+63 =

Contoh :
Lihat tabular
12→13,15,16
22+22+21+63 =
128

OP	BP	OP. Pend.	WO (Waktu Operasi)
04	304	-	(90) 90
05	277	-	(30)
01	255	-	(20) 83
06	247	05	(33)
03	237	-	(23)
02	235	01	(43) 88
10	24	03,04	(22)
11	92	02,10	(22)
07	186	-	(21) 88
09	173	-	(45)
14	170	06,11	(86) 86
08	165	07	(37)
12	128	06,08,09	(22) 81
13	106	12	(22)
15	84	13,14	(21) 84
16	63	15	(63)

**Dibuat
1 SK**

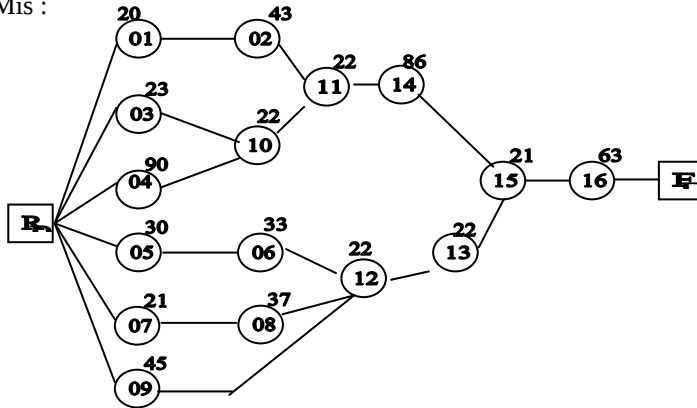
1 SK

Penjadwalan produksi yang diperoleh :

- 90 → Stasiun kerja I
- 83 → Stasiun kerja II
- 88 → Stasiun kerja III
- 88 → Stasiun kerja IV
- 86 → Stasiun kerja V
- 81 → Stasiun kerja VI
- 84 → Stasiun kerja VII

Cara Cramer : Menentukan waktu operasi terbesar

Mis :



$$\left. \begin{array}{l} W_{O_{\max}} = 90 \\ W_{KR} = \frac{600}{7} = 86 \end{array} \right\} WS \geq 90 \rightarrow 100\%$$

Tentukan waktu operasi terbesar !

SK (Stasiun Kerja)	OP (Operasi)	W (Waktu)	Efisiensi (%)
I	04	90	100
II	05,01,06	30+20+33=83	92
III	03,02,10	23+43+22=88	98
IV	11,07,08	22+21+37=80	89
V	14	= 86	96
VI	09,12,13	45+22+22=89	99
VII	15,16	21+63=84	93
Efisiensi Total = $\frac{667}{7} = 95,29\%$			

$$\begin{array}{l} \frac{90}{90} \times 100\% \\ \frac{83}{90} \times 100\% \\ \frac{88}{90} \times 100\% \\ \frac{80}{90} \times 100\% \end{array}$$

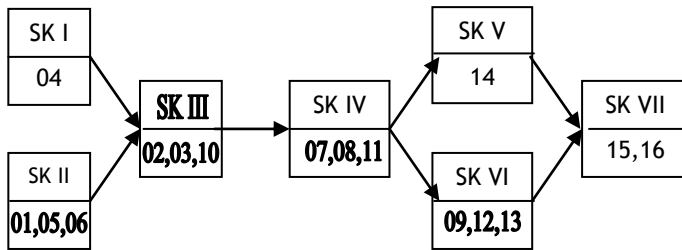
↓
dst

- Waktu kerja yang tersedia = $7 \times 90 = 630$
- Waktu kerja yang efektif (dipakai) = 600

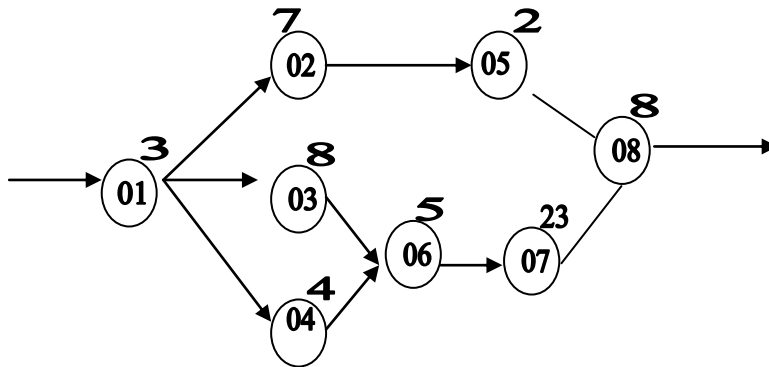
$$W_{\text{kerja efektif}} (W_{KE}) = \frac{600}{630} = 95,24\%$$

$$W_{\text{kerja terbesar}} = 630 \text{ (waktu operasi terbesar)}$$

Desain penjadwalan Produksi dengan cara Cremer



Tugas (PR) yang harus dikerjakan :



10 pekerja

OP	BP	Op. Sebelumnya
01	60	-
02	17	01
03	44	01
04	40	01
05	10	02
06	36	03,04
07	31	04,06
08	8	05,07

- I Ditanyakan :
1. Buat tabular operasi yang mendahului dan operasi yang mengikuti !
 2. Urutkan dari yang besar ke kecil !
 3. Buat cara Crame !
- II Asumsi lagi, dengan disain yang lain dengan bentuk diagram pohon yang berbeda !
Kemudian selesaikan sesuai point a, b, c di atas !