

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Perencanaan Jaringan Kerja

3.1.1 Umum

Dalam pengelolaan proyek diperlukan suatu metode yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian untuk menghadapi jumlah kegiatan dan kompleksitas proyek yang cenderung bertambah. Untuk memenuhinya dipakai Metode Analisis Jaringan Kerja, yaitu penyajian perencanaan dan pengendalian, khususnya jadwal kegiatan proyek secara sistematis dan analitis dapat dipergunakan.

Jaringan kerja adalah termasuk teknik bidang perencanaan dan pengawasan suatu proyek, yang beberapa tahun terakhir berkembang cukup pesat. Seiring dengan pesatnya perkembangan dalam bidang manajemen, termasuk di dalamnya adalah manajemen proyek. Perkembangan ini sangatlah berguna bagi pengelolaan proyek-proyek pembangunan yang bergerak dalam bidang jasa konstruksi, karena banyak dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan manajerial, pengawasan atau kontrol, perencanaan dan penjadualan dengan kegiatan operasional yang lebih efisien.

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja merupakan langkah penyempurnaan metode bagan balok, karena dapat memberi pemecahan jawaban permasalahan dari metode bagan balok mengenai lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek, penentuan kegiatan kegiatan kritis dan pengaruh keterlambatan terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Jaringan kerja mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya, dalam rangka usaha-usaha meningkatkan daya guna dan hasil guna pemakaian sumber daya. Selain itu penggunaan metode jaringan kerja ini dapat mengidentifikasi jalur kritis dan waktu tenggang (*float*).

3.1.2 Bagan Balok

Metode perencanaan yang paling sederhana adalah bagan balok, yang mudah dibuat dan dipahami. Bagan balok ini sering digunakan dalam proyek yang sederhana dan tidak terlalu rumit. Untuk proyek yang cukup besar dan rumit penggunaan bagan balok masih kurang sempurna dibandingkan dengan jaringan kerja. Namun demikian bagan balok dewasa ini masih digunakan secara luas, baik berdiri sendiri maupun dikombinasikan dengan metode lain. Hal ini disebabkan karena bagan balok mudah dibuat dan dipahami sehingga amat berguna sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek. Selain sangat berfaedah sebagai alat perencanaan dan komunikasi bila digabungkan dengan grafik "S" dapat dipakai untuk aspek yang lebih luas.

Bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pada saat pelaporan. Pada sumber tegak, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek, dan dilukis sebagai balok sedang pada sumbu mendatar, ditulis satuan waktu misalnya hari, minggu atau bulan.

Pada waktu membuat bagan balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meski belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain, sehingga sulit mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek. Sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan, karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaharuan segera menjadi tertinggal dan menurun daya gunanya. Untuk proyek berukuran sedang dan besar, lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan mengalami kesulitan menyusun besar jumlah kegiatan yang memiliki keterkaitan tersendiri, sehingga mengurangi kemampuan penyajian secara sistematis. Oleh karena itu metode bagan balok sering digunakan bersama-sama dengan metode jaringan kerja yang merupakan peningkatan dari metode bagan balok.

3.1.3 PDM (*Precedence Diagram Method*)

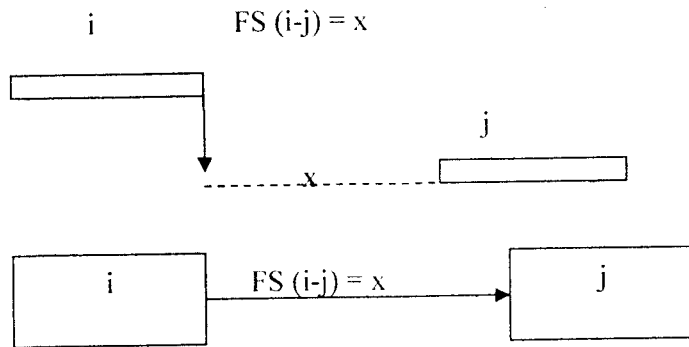
PDM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON (*Activity On Node*), dimana kegiatan ditulis dalam node dan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dalam PDM diperkenankan adanya hubungan tumpang tindih (*overlapping*) yaitu suatu pekerjaan berikutnya bisa dikerjakan tanpa harus menunggu pekerjaan terdahulu (*predecessor*) selesai, sehingga dalam PDM tidak mengenal istilah kegiatan semu antara dua kegiatan yang tidak membutuhkan waktu dan sumber daya (*dummy*).

Dalam PDM, kotak (node) menandai suatu kegiatan sehingga harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktu (durasi), sedangkan peristiwa merupakan ujung setiap kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruang dalam node dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang berisi keterangan antara lain: kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan (*Earlist Start* - ES, *Latest Start* - LS, *Earlist Finish* - EF, *Latest Finish* - LF).

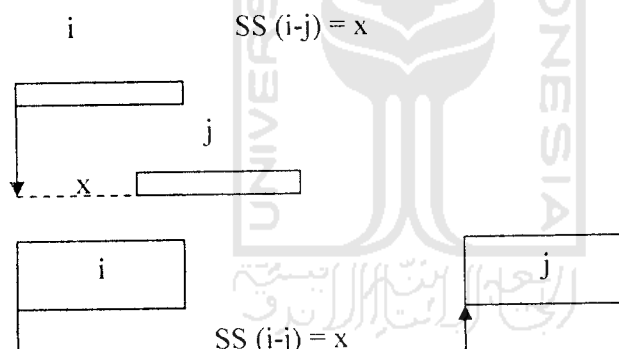
Berbeda dengan CPM maupun PERT yang hanya mengenal satu pembahasan (*Constrain*) antar kegiatan yaitu *Finish to Start* (suatu pekerjaan bisa dilaksanakan apabila pekerjaan sebelumnya telah selesai dilaksanakan, pada PDM mengenal lebih dari satu pembahasan (*constrain*) antar kegiatan yaitu SS, SF, FS, FF. Oleh karena itu dalam PDM diperbolehkan suatu kegiatan dimulai sebelum kegiatan yang mendahuluinya selesai 100 % (tumpang tindih).

Pada PDM dikenal empat macam pembatasan (*constrain*), yaitu:

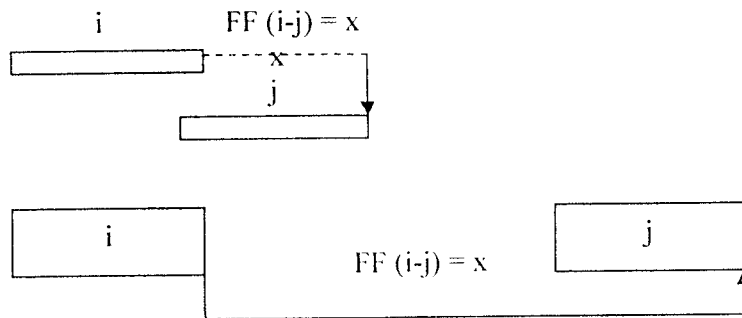
1. *Finish to Start* (FS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu menunggu berikutnya disebut lag (terlambat tertunda). Jika $FS(i,j) = 0$ berarti aktivitas j dapat langsung dimulai setelah aktivitas i selesai dan jika $FS(i,j) = x$ hari berarti aktivitas j boleh dimulai setelah x hari selesainya aktivitas i.



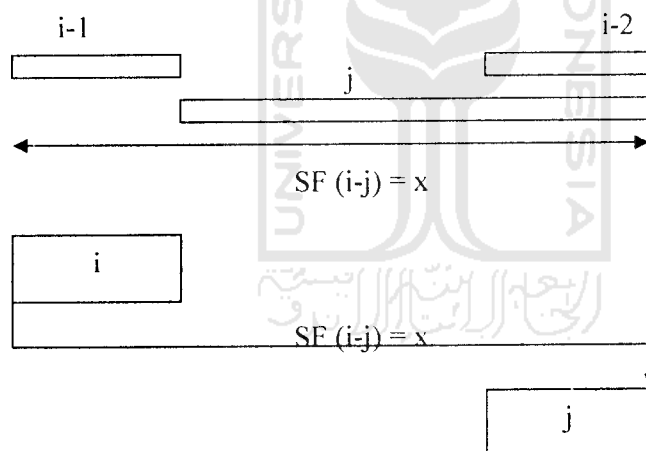
2. *Start to Start* (SS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktivitas sesudahnya tergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu antara kedua aktivitas tersebut disebut *lead* (mendahului). Jika $SS(i,j) = 0$ artinya aktivitas (i dan j) dapat dimulai bersama-sama dan jika $SS(i,j) = x$ hari berarti aktivitas j boleh dimulai setelah aktivitas i berlangsung x hari.



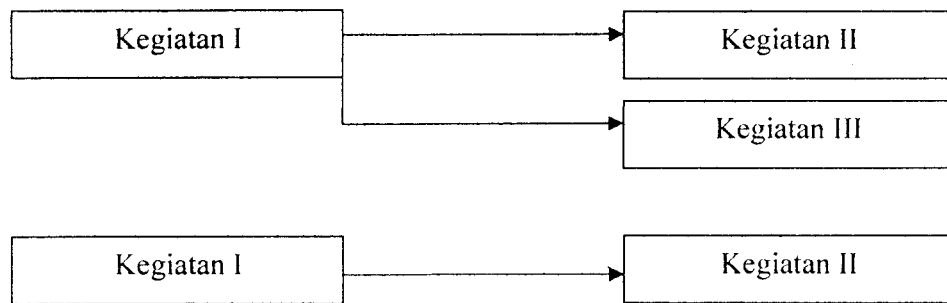
3. *Finish to Finish* (FF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu antara dimulainya kedua aktivitas tersebut disebut *lag*. Jika $FF(i,j) = 0$ artinya kedua aktivitas (i dan j) dapat selesai secara bersamaan, jika $FF(i,j) = x$ berarti aktivitas j selesai setelah x hari aktivitas i selesai dan jika $FF(i,j) = -x$ hari berarti aktivitas j selesai x hari lebih dahulu dari aktivitas i.



4. *Start to Finish* (SF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu antara dimulainya kedua aktivitas tersebut disebut *lead*. Jika $Sf(i,j) = x$ hari berarti aktivitas j akan selesai setelah x hari dari saat dimulainya aktivitas i. Jadi dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan.



Kadang-kadang dijumpai satu kegiatan memiliki hubungan konstrain dengan lebih dari satu kegiatan lain yang disebut multikonstrain.



Jadi dalam menyusun jaringan PDM khususnya dalam menentukan urutan ketergantungan, maka akan lebih banyak faktor yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Kegiatan mana yang boleh dimulai sesudah kegiatan tertentu selesai dan berapa lama jarak waktu antaranya.
2. Kegiatan mana yang harus dimulai sesudah kegiatan tertentu selesai dan berapa lama jarak waktu antaranya.
3. Kegiatan mana yang harus diselesaikan sesudah kegiatan tertentu selesai dan berapa lama jarak waktu antaranya.
4. Kegiatan mana yang harus diselesaikan sesudah kegiatan tertentu boleh dimulai dan berapa lama jarak waktu antaranya.

3.1.4 Metode Jalur Kritis

Pada metode jaringan kerja dikenal adanya jalur kritis, yaitu alur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai dengan kegiatan terakhir proyek. Jalur kritis bermakna penting, karena pada jalur ini terletak kegiatan-

kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.

3.1.4.1 Terminologi dan Hitungan

Dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal beberapa terminologi dan perhitungan sebagai berikut :

- TE=E Waktu paling awal peristiwa (*node event*) dapat terjadi (*Earliest Time Of Occurrence*) yang berarti waktu paling awal suatu kegiatan yang berasal dari node tersebut dapat dimulai, karena menurut aturan dasar terdahulu sudah selesai.
- TL=L Waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (*Latest Allowable Event Occurrence Time*), yang berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.
- ES Waktu mulai awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*). Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
- EF Waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*). Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.
- LS Waktu paling akhir kegiatan boleh mulai (*Latest Allowable Start Time*), yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
- LF Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Latest Allowable Finish Time*) tanpa memperlambat penyelesaian proyek.
- D Kurun waktu suatu kegiatan. Umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan dan lain-lain.

Adapun perhitungan yang dipergunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis dan *float* adalah dengan cara hitungan maju dan hitungan mundur. Perhitungan ini menunjukkan bagaimana proses memperkirakan waktu penyelesaian proyek. Waktu penyelesaian proyek umumnya tidak sama dengan total waktu masing-masing kegiatan yang menjadi umur proyek, karena adanya kegiatan-kegiatan yang paralel.

a. Hitungan Maju

Hitungan maju dimulai dari ujung kiri, merupakan peristiwa pertama menandai dimulainya proyek. Dengan pengertian bahwa waktu paling awal peristiwa terjadi = 0. Berlaku untuk hal-hal sebagai berikut :

- Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu [penyelesaian proyek.
- Diambil angka terbesar bila lebih dari satu kegiatan bergabung.
- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.

$$EF = ES + D \text{ atau } EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j).$$

- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

b. Hitungan Mundur

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir yang “masih” dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan. Tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan (hari terakhir penyelesaian proyek) suatu jaringan kerja. Berlaku untuk hal-hal sebagai berikut

- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan, atau $LS=LF-f$)

- Menentukan LS, LF dan kurun waktu *float*
- Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil
- Jika suatu kegiatan memiliki (memecah menjadi) 2 atau lebih kegiatan-kegiatan berikutnya, maka waktu selesai akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.

3.1.4.2 Jalur Kritis dan Float

Jalur kritis memerlukan perhatian maksimal, terutama pada periode perencanaan dan implementasi pekerjaan atau kegiatan yang bersangkutan, misalnya diberikan prioritas utama dalam alokasi sumber daya yang dapat berupa tenaga kerja, peralatan atau penyelia. Pengalaman menunjukkan kegiatan-kegiatan kritis proyek umumnya kurang dari 20% total pekerjaan, sehingga memberikan perhatian lebih kepadanya dianggap tidak akan mengganggu kegiatan, yang lain bila telah direncanakan dengan baik. Jalur kegiatan kritis pada PDM mempunyai sifat seperti AON, yaitu:

- Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama, $ES = LS$
- Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama, $EF = LF$
- Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal, $D = LF - ES$.
- Bila hanya sebagian dari ketiga syarat diatas terpenuhi, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

Sedangkan tenggang waktu (*float*) adalah waktu yang diperkenankan untuk menggeser-geser kegiatan suatu proyek, tanpa mempengaruhi jadwal penyelenggaraan proyek secara keseluruhan. Ada dua macam tenggang waktu, yaitu:

a. **Float Total** (TF) adalah jumlah penundaan maksimum yang dapat diberikan pada suatu kegiatan tanpa menghambat penyelesaian keseluruhan proyek. Float total dapat dihitung dengan rumus:

$$TF = LF - EF = LS - ES$$

b. **Float Bebas** (FF) adalah penundaan yang masih dapat diberikan pada suatu kegiatan tanpa mengakibatkan penundaan kegiatan berikutnya atau sama dengan waktu mulai paling awal (ES) dari kegiatan berikutnya dikurangi waktu selesai paling awal (FS) kegiatan dimaksud.

$$FF = ES(j) - FF(i)$$

3.2 Produktivitas Tenaga Kerja

Dalam pelaksanaan suatu proyek, produktivitas tenaga kerja mempunyai arti yang sangat penting, karena berfungsi untuk menunjukkan besarnya volume pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh tenaga kerja terhadap waktu yang nanti akan digunakan dalam menentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Pada umumnya proyek berlangsung dengan kondisi yang berbeda-beda, maka hendaknya dalam merencanakan tenaga kerja dilengkapi dengan analisis produktivitas dan indikasi variabel yang mempengaruhi. Variabel ini banyak yang sulit untuk dinyatakan dalam nilai numerik, sehingga jika dihitung secara matematis boleh dikatakan tidak mungkin. Namun demikian perlu adanya pegangan atau tolok ukur untuk memperkirakan produktivitas tenaga kerja bagi proyek yang hendak ditangani, yaitu untuk mengukur hasil guna atau efisiensi kerja. Angka produktivitas tenaga kerja ini dapat diperoleh dari institusi atau lembaga yang terkait, yang mana merupakan angka relatif terhadap suatu angka standar yang dapat memenuhi keperluan. Namun bila implementasi fisik proyek telah dimulai, maka dapat disusun angka produktivitas tenaga kerja sesungguhnya berdasarkan kenyataan di lapangan. Adapun variabel atau faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan tenaga kerja lapangan adalah :

1. Iklim, Kondisi Fisik Lapangan dan Sarana Bantu

- a. Iklim, musim dan keadaan cuaca. Adanya temperatur udara panas dan dingin serta bulan dan salju, atau kelembaban udara

yang tinggi di daerah tropis dengan kelembaban tinggi dapat mempercepat rasa lelah tenaga kerja sehingga produktivitas kerja lapangan akan menurun.

- b. Keadaan fisik lapangan. Kondisi fisik lapangan seperti rawa, padang pasir atau tanah berbatu keras, besar pengaruhnya terhadap produktivitas. Hal yang sama akan terjadi pada tempat kerja dengan keadaan khusus, yang mana proyek akan mengalami perluasan instalasi yang telah ada, seringkali dibatasi bermacam peraturan keselamatan dan terbatasnya ruang gerak bagi pekerjaan atau peralatannya.
- c. Sarana bantu. Kurangnya kelengkapan sarana bantu seperti peralatan konstruksi, akan menaikkan jam-orang untuk menyelesaikan pekerjaan. Sarana bantu seperti truk, *grader*, *scraper*, *compector* dan lain-lain harus selalu diusahakan siap pakai dengan jadwal pemeliharaan yang tepat.

2. Kepenyeliaan, Perencanaan dan Koordinasi

Penyelia adalah segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan tugas pengelolaan tenaga kerja, pemimpin para pekerja dalam pelaksanaan tugas, juga menjabarkan perencanaan dan pengendalian menjadi langkah-langkah pelaksanaan jangka pendek, serta mengkoordinasikan dengan rekan atau penyelia lain yang terkait. melihat lingkup tugas dan tanggungjawab jawabnya terhadap pengaturan pekerjaan dan penggunaan tenaga kerja yang demikian, maka kualitas penyelia besar pengaruhnya terhadap produktivitas secara menyeluruh.

3. Komposisi Kelompok Kerja

Penyelia lapangan memimpin satu kelompok pekerjaan yang terdiri dari bermacam-macam pekerjaan lapangan seperti tukang batu, tukang besi. Pembantu dan lain-lain. Komposisi kelompok kerja berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja secara keseluruhan. Yang dimaksud dengan komposisi kelompok kerja adalah :

- a. Perbandingan jam-orang penyelia dan pekerja yang dipimpinnya.
- b. Perbandingan jam-orang untuk disiplin-disiplin kerja dalam kelompok kerja. Perbandingan jam-orang penyelia terhadap total jam-orang kelompok kerja yang dipimpinnya menunjukkan indikasi besarnya rentang kendali yang dimiliki. Jam-orang yang berlebihan akan menaikkan biaya, sedangkan bila kurang akan menurunkan produktivitas. Di samping itu, perbandingan jam-orang masing-masing disiplin dalam kelompok juga mempengaruhi produktivitas.

4. Kerja Lembur

Untuk mengejar sasaran jadwal terkadang kerja lembur atau jam kerja yang panjangnya lebih dari 40 jam per Minggu tidak dapat dihindari, meskipun jam hal ini akan menurunkan efisiensi kerja. Mempersiapkan waktu penyelesaian proyek mempertimbangkan kerja lembur, dipertimbangkan kemungkinan kenaikan total jam-orang. Bila jumlah jam per hari dan hari per Minggu bertambah maka akan menurunkan produktivitas.

5. Ukuran Besar Proyek

Besar proyek juga akan mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan, dalam arti makin besar ukuran proyek produktivitas makin menurun.

6. Pekerjaan Langsung Versus Subkontraktor

Dari segi perencanaan umumnya subkontraktor lebih tinggi 5-10 % dibandingkan dengan pekerjaan langsung, ini disebabkan tenaga subkontraktor telah terbiasa dalam pekerjaan yang relatif terbatas lingkup dan jenisnya, juga prosedur dan kerjasama telah dikuasai dan terjalin lama antara pekerjaan maupun dengan penyelia. Meski produktivitas lebih tinggi dan jadwal penyelesaian pekerjaan potensial lebih singkat tetapi dalam segi biaya belum tentu lebih rendah dibandingkan memakai pekerjaan langsung, karena adanya biaya *overhead* dari perusahaan kontraktor.

7. Pengalaman

Bila sekelompok orang yang terorganisir melakukan pekerjaan yang relatif sama dan berulang-ulang, akan memperoleh pengalaman dan peningkatan keterampilan sehingga waktu atau biaya penyelesaian pekerjaan perunitnya berkurang, produktivitas naik.

8. Kepadatan Tenaga Kerja

Kepadatan tenaga kerja, yaitu jumlah luas tempat kerja bagi setiap tenaga kerja. Jika kepadatan itu melewati tingkat jenuh, maka produktivitas tenaga kerja menunjukkan tanda-tanda menurun. Hal ini disebabkan dalam lokasi proyek tempat sejumlah buruh bekerja selalu ada kesibukan manusia, gerakan peralatan serta kebisingan yang menyertai. Makin tinggi jumlah pekerjaan per area atau makin turun luas area per pekerja, maka makin “sibuk” kegiatan per area, akhirnya akan mencapai titik dimana kelancaran pekerjaan terganggu dan mengakibatkan penurunan produktivitas.

3.2.1 Keterbatasan Sumber Daya

Pada proyek dengan sumber daya yang tidak terbatas, sebab kegiatan digambarkan dimulai sedini mungkin tanpa mempertimbangkan kemungkinan penundaan kegiatan yang tidak kritis, sebagaimana diperlukan untuk mengurangi kebutuhan sumber daya. Dengan demikian penyusunan jadwal tidak menemui kesulitan yang berarti. Hal ini adalah tidak mungkin, karena sumber daya tidak pernah tidak terbatas, seringkali justru sangat terbatas. Keterbatasan ini berlaku pada proyek dengan bentuk dan ukuran apa saja. Karena itu usaha kita tergantung dari kapasitas sumber daya yang dapat diperoleh, dan keberhasilannya tergantung pada cara memanfaatkannya.

Masalah yang sering timbul akibat keterbatasan sumber daya adalah terjadinya kelebihan beban (*overallocation*) pada sumber daya, sangat akibat memperkerjakan sumber daya melebihi jumlah maksimum unit sumber daya yang tersedia pada proyek dan dapat juga karena

adanya tabrakan (*overlapping*) beberapa kegiatan yang secara bersamaan mempekerjakan sumber daya yang sama.

Oleh karena itu kegiatan-kegiatan harus disusun kembali sehingga pola penggunaan sumber daya akan lebih baik, dan masih sesuai dengan jaringan semula. Artinya kegiatan-kegiatan kritis tidak diganggu, sehingga waktu penyelesaian tidak berubah. Penyelesaian hanya dilakukan pada kegiatan yang nonkritis, itupun hanya dengan memajukan atau memundurkannya sesuai dengan kendala yang ditentukan dalam jaringan. Masing-masing kegiatan hanya dapat dipindah-pindahkan diantara waktu mulai yang tercepat dan waktu mulai yang paling lambat, dari tahapan yang bersangkutan. Waktu yang dapat digunakan untuk menggeser-geser kegiatan tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan disebut waktu tenggang (*float*). Waktu tenggan inilah yang sebenarnya menentukan derajat fleksibilitas yang dapat dimanfaatkan perencana dalam usaha meratakan penggunaan sumber daya.

Pada jaringan kerja dimana pembatasan sumber daya ikut diperhitungkan, akan memberikan pengaruh terhadap jadwal. Pengaruh keterbatasan jumlah sumber daya terhadap jadwal ini dapat disimpulkan secara umum yaitu :

1. Keterbatasan sumber daya akan mengurangi jumlah *float*.
2. Kemungkinan akan terbentuk kegiatan kritis baru, di samping yang telah ada sebelumnya (sewaktu memakai dasar sumber daya tak terbatas).
3. Di samping tergantung pada hubungan-hubungan antar kegiatan, *float* juga tergantung kepada keterbatasan sumber daya.

Dengan keterbatasan yang terlalu besar dapat menimbulkan kesulitan pemakaian kaidah-kaidah yang mendasari penggunaan jaringan kerja. Misalnya jalur kritis bukan terletak di jalur terpanjang seperti pengertian yang di pegang selama ini, tetapi di jalur yang memiliki keterbatasan sumber daya terparah.

3.2.2 Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Lapangan

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan selain membutuhkan metode yang baik juga diperlukan tersedianya sumber daya yang memadai. Demikian juga penempatan sumber daya yang tepat, baik secara kuantitas maupun kualitas sangat diutamakan. Sumber daya yang dimaksud disini adalah tenaga kerja lapangan yang ditempatkan berdasarkan keahliannya pada suatu pekerjaan. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan merupakan jumlah kerja total setiap pekerjaan per waktu atau durasinya. Misalnya pada pekerjaan lantai kerja tebal 5 cm pada pondasi, membutuhkan pekerja berupa tukang batu dan tenaga / buruh. Pekerjaan dilakukan dengan satuan durasi Minggu dan dikerjakan selama (D) 3 Minggu. Di bawah ini adalah contoh menghitung kebutuhan tenaga kerja setiap pekerjaan.

Kebutuhan tenaga kerja setiap pekerjaan. Misalnya, volume pekerjaan lantai kerja = 236 m^2 , produktivitas harian tenaga kerja (1 tukang batu, 2 tenaga / buruh) = $12 \text{ m}^2/\text{hari}$. Produktivitas mingguan tenaga kerja (1 Minggu = 6 hari) = $12 \times 6 = 72 \text{ m}^2/\text{Minggu}$. Pada proses leveling bobot setiap tenaga kerja adalah sama, jadi jumlah tenaga kerja tiap produktivitas adalah 3 orang, berupa tukang dan 2 tenaga. Maka jumlah tenaga kerja total yang dibutuhkan adalah :

Rumus :

Selanjutnya durasi (D) yang diperlukan selama 3 Minggu, sehingga jumlah tenaga kerja tiap minggunya adalah :

$$= 9,8333/3 = 3,2778 = 4 \text{ orang}$$

3.2.3 Menjadual Sumber Daya Manusia

Jaringan kegiatan dan peristiwa (*network*) secara sendiri-sendiri tidak dapat digunakan untuk menunjukkan berapa banyaknya sumber daya yang diperluka pada setiap saat tertentu selama proyek berjalan. Dan memang pada waktu penyusun gambar jaringan itu biasanya tidak mempersoalkan berapa sumber daya yang dapat dikerahkan. Awal suatu

kegiatan biasanya dianggap bergantung pada penyelesaian tahapan sebelumnya saja, dan bukan ada atau tidaknya orang yang tepat untuk mengerjakannya pada waktu diperlukan. Adanya kegiatan lain yang berlangsung pada waktu yang bersamaan yang memerlukan tukang dengan keahlian yang sama dari departemen yang itu juga belum dipertimbangkan dalam perencanaan. Jadi walaupun jaringan yang dibuat itu mungkin sudah baik dari segi logika urusan, mungkin saja jaringan itu masih tidak dapat diterapkan. Hal itu bukan berarti bahwa usaha membuat jaringan kerja dengan jalur kritis itu tidak ada gunanya, meskipun oleh karena terbatasnya sumber daya, waktu mulai yang secepatnya untuk beberapa kegiatan tertentu mungkin tampak seakan-akan tidak masuk akal.

Penjadualan sumber daya merupakan tindak lanjut yang penting dari perencanaan jaringan kerja. Hasil analisis waktu diperlukan untuk menentukan prioritas bila terdapat beberapa kegiatan yang saling berebut menguraikan sumber daya yang terbatas. Keputusan mengenai penjadualan dapat dibuat berdasarkan data tersebut, misalnya dengan merencanakan penggunaan tenaga kerja subkontraktor tambahan untuk waktu selama periode kritis. Atau dengan menunda kegiatan yang tidak kritis dan mendahulukan pekerjaan yang tidak mempunyai banyak waktu tenggang (*float*).

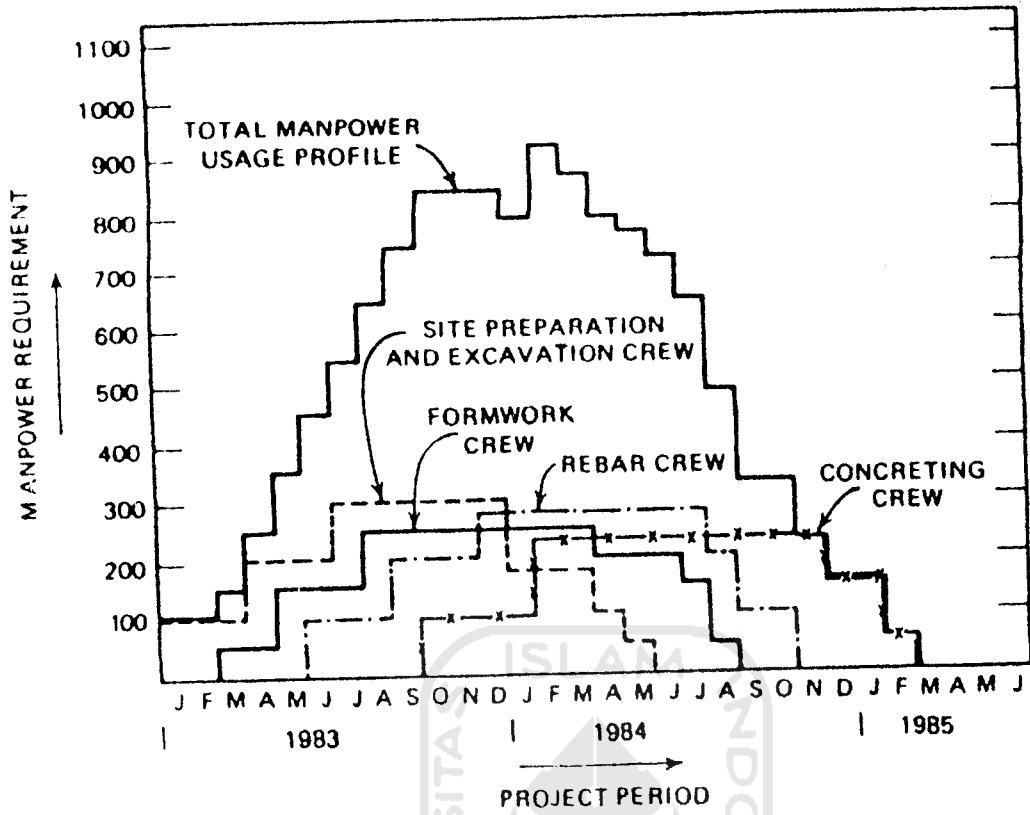
3.2.4 Meratakan Penggunaan Sumber Daya Manusia

Aspek yang perlu diperhatikan dalam menyusun jadwal sumber daya manusia adalah usaha memakainya secara efisien. Tenaga kerja merupakan sumber daya manusia yang penting, yang seringkali penyediaannya terbatas, baik karena faktor kualitas ataupun hal-hal lain. Merekrut, menyeleksi, dan melatih tenaga kerja memerlukan biaya mahal dan membutuhkan waktu lama sebelum mereka siap pakai. Setelah tenaga kerja bergabung dengan proyek, tidak mudah untuk melepas dan memanggil kembali untuk bekerja sesuai dengan naik turunnya pekerjaan yang tersedia. Sedangkan menahan mereka untuk

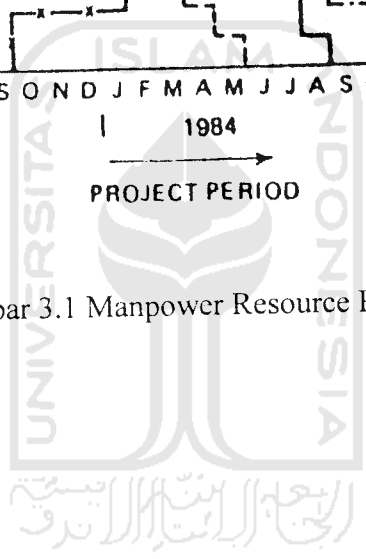
stand-by akan menelan biaya yang dipandang tidak efisien. Karena itu, diusahakan jangan terjadi keperluan yang bersifat naik turun secara tajam (*fluctuation*). Metode PDM dapat membantu mengatasi masalah tersebut, yang dikenal sebagai pemerataan sumber daya atau *resource leveling*.

Pemerataan sumber daya manusia dilakukan dengan mengatur komponen-komponen kegiatan proyek yang berupa tenaga kerja dan waktu dari suatu jaringan kerja yang sudah diketahui jalur kritis dan *float*-nya. Komponen kegiatan diatur dengan cara menggeser-geser komponen pada bagian nonkritis sebatas *float* yang tersedia dan mengusahakan agar tidak terjadi *fluctuation* yang tajam.

Masalah pemerataan sumber daya cukup sulit, setiap aktivitas membutuhkan kuantitas yang berbeda atas sumber daya tersebut dalam pelaksanaannya. Jika solusi manual diperlukan, masalah ini dapat dipecahkan dengan menaksir solusi yang optimum. Untuk meminimalisasi biaya pemakaian fasilitas-fasilitas dimungkinkan dengan tetap menjaga tenaga kerja yang tertinggi pada level yang minimum. Penjadualan tenaga kerja dapat dilakukan dengan membuat peta tenaga kerja yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan utama proyek dan menggunakan tanggal mulai dan akhir dari tiap kegiatan utama. Seperti pada gambar 3.1 yang menunjukkan profil *man power*. Sedang penjadualan merupakan form yang menguraikan kegiatan yang ada dalam penyelesaian proyek yang berhubungan dengan durasi dan hubungan-hubungan yang logis dari kegiatan itu. Data yang dapat diketahui dari penjadualan adalah jenis pekerjaan, durasi, start dan finish tiap pekerjaan, waktu mulai dan akhir proyek dan hubungan antar pekerjaan. Durasi kegiatan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Durasi suatu kegiatan dipengaruhi oleh: volume kegiatan, jumlah tenaga kerja yang digunakan dan produktivitas tenaga kerja. Durasi kegiatan terdiri start dan finish.



Gambar 3.1 Manpower Resource Profile



Bar chart adalah suatu rencana kerja yang didasarkan pada susunan kegiatan, satuan/volume, kegiatan, durasi, titik mulai dan titik akhir yang digambarkan dalam bentuk diagram balok. Bentuk rencana kerja terdiri dari

- arah vertikal menunjukkan jenis pekerjaan volume/satuannya, durasi untuk menyelesaikannya.
- Arah horizontal menunjukkan waktu yang dibutuhkan/digunakan yaitu mulai waktu akan mulai dan waktu akhir dalam bentuk diagram balok.

Kelebihan Bar Chart yaitu: penyajiannya yang sederhana, mudah dipahami, analisis sumber daya mudah, dapat digunakan untuk proyek besar dan dapat menunjukkan kemajuan proyek dengan menggambarkan kemajuan sebenarnya. Sedangkan keterbatasan Bar Chart yaitu: tidak dapat menunjukkan semua hubungan dalam berbagai kegiatan proyek dan tidak dapat dimodifikasi pada waktu ada revisi sehingga harus diulang.

3.2.5 Alokasi Sumber Daya Tenaga Kerja

Yaitu pengalokasian sebagian tenaga kerja dari suatu pekerjaan satu ke pekerjaan yang lain supaya tidak terjadi penumpukan tenaga kerja (over resources) dan dengan tujuan untuk mempercepat waktu pekerjaan. Orientasi utama dari alokasi sumber daya tenaga kerja adalah perataan dengan proses leveling, yaitu sumber daya yang digunakan sepanjang periode proyek masih berfluktuasi tetapi minimum dan mengikuti pola tertentu. Dasar utama proses perataan sumber daya ini menggunakan program PDM dengan memanfaatkan float (waktu tenggang), menggunakan *Earliest Start* (ES) dan *Latest Start* (LS). Untuk mendapatkan alokasi yang optimal dilakukan dengan cara menggeser-geser setiap pekerjaan non kritis diantara *Earliest Start Time* (EST) dan *Latest Start Time* (LST) pada sekitar *float*nya.