

BAB II

LANDASAN TEORI

Pembahasan dalam bab ini akan dibagi dalam dua topik utama untuk membantu memberikan gambaran tentang disain sistem penjadwalan dan pengendalian material pada bab-bab selanjutnya. Topik pertama akan membahas tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan sistem penjadwalan dan pengendalian material dalam bidang manajemen konstruksi sedangkan topik kedua akan membahas secara singkat tentang teori-teori pendukung dalam mendisain suatu sistem yang berbasis teknologi informasi.

2.1. MATERIAL DALAM PROYEK KONSTRUKSI

Dalam bagian ini akan membahas beberapa pengertian dan teori yang menjadi dasar dari pembentukan sistem penjadwalan dan pengendalian material dalam proyek konstruksi. Bagian ini akan diuraikan dalam beberapa sub bagian yang akan membahas pengertian dasar tentang material konstruksi dan manajemennya, kemudian dilanjutkan dengan pembahasan tentang masalah-masalah yang timbul dalam proses pengadaan material serta pihak-pihak yang terlibat dalam proses tersebut, dan pembahasan terakhir akan menguraikan tentang teori yang mendasari sistem penjadwalan dan pengendalian material dalam proyek konstruksi.

2.1.1 Definisi Material Konstruksi dan Manajemen Material

Menurut Ibrahim (1996), yang disebut sebagai bahan atau material konstruksi meliputi semua bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan pada suatu proses konstruksi. Hal ini berarti pula bahwa bahan atau peralatan yang dibeli sebagai sarana pendukung aktivitas-aktivitas dalam proses konstruksi juga termasuk dalam kategori material konstruksi. Berdasarkan pengertian diatas, jumlah dan jenis material dalam suatu proyek konstruksi akan menjadi sangat banyak tergantung dari tingkat kompleksitas proyek. Semakin tinggi tingkat kompleksitas suatu proyek semakin banyak pula jumlah dan jenis material yang diperlukan.

Banyaknya jumlah dan jenis material yang diperlukan dalam suatu proyek mengakibatkan manajemen material menjadi salah satu elemen penting dalam mengelola dan memimpin suatu proyek konstruksi. Berdasarkan laporan *Business Roundtable (Report 1983)*, manajemen material dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang merencanakan dan mengendalikan seluruh kegiatan untuk menjamin agar material konstruksi dapat diperoleh dalam jumlah yang tepat, sesuai dengan spesifikasi, dengan harga yang pantas dan dapat tersedia pada saat dibutuhkan. Dalam suatu proyek konstruksi setiap perencanaan dan pengendalian kegiatan-kegiatan dalam proyek tersebut akan selalu berhubungan dengan

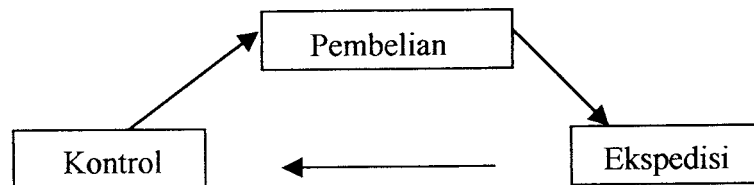
jadwal. Dalam penjadwalan material, proses pemesanan dan pengiriman material berhubungan erat dengan waktu dimulainya aktivitas proyek yang membutuhkan material tersebut.

Adanya hubungan antara jadwal material dengan jadwal aktivitas proyek akan membuat proses penjadwalan menjadi lebih kompleks. Kompleksitas ini muncul karena adanya kebutuhan untuk membandingkan antara pelaksanaan dengan standar perencanaan dan sekaligus melakukan analisis terhadap kemungkinan-kemungkinan penyimpangan untuk kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya dapat dipergunakan secara efektif dan efisien. Memang patut disadari bahwa dengan metode-metode penjadwalan dan pengendalian sumber daya yang umumnya digunakan oleh para kontraktor saat ini akan sulit untuk menyelesaikan masalah-masalah diatas. Namun dengan perkembangan teknologi sekarang, masalah-masalah tersebut akan dapat diatasi dengan membuat suatu sistem informasi dan pengumpulan data yang mampu memberikan keterangan yang tepat, cepat, dan akurat.

Secara umum dalam manajemen material terdapat tiga aktivitas pokok (Nugraha et al. 1985), yaitu:

a. Pengadaan Material

Pengadaan material dapat digambarkan dalam siklus berikut :



Gambar 2.1. Siklus Pengadaan Material

Berikut adalah beberapa langkah yang umum dalam pengadaan material, yaitu:

- Perhitungan Jenis dan Jumlah Kebutuhan Material

Perhitungan biasanya akan berupa dokumen *Bill of Quantity* (BQ) atau bisa pula berupa form permintaan bahan dari lapangan. Dokumen-dokumen ini yang menjadi pemicu awal dari seluruh kegiatan pengadaan material.

- Memilih penyalur yang bonafide.

Pemilihan penyalur yang bonafide dimaksudkan untuk menjamin kualitas dan ketepatan waktu penyerahan material.

- Membuat surat order

Dalam membuat surat order perlu diperinci secara lengkap tentang harga, tanggal dan tempat penyerahan, serta uraian lengkap mengenai kuantitas dan kualitas material. Dan untuk memudahkan komunikasi serta meningkatkan efisiensi kerja maka rekaman dari order pesanan ini harus dibagikan kepada bagian pembukuan dan bagian *inventory* lapangan

- Memantau proses order

Proses selanjutnya adalah melakukan pemantauan terhadap para penyalur yang telah ditunjuk. Hal ini dimaksudkan agar material yang dipesan dapat diperoleh sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

- Pengontrolan di lapangan

Material yang tiba di lapangan perlu diperiksa kelengkapan administrasi, kuantitas dan kualitasnya. Bila material-material tersebut dapat diterima maka bagian penerimaan material akan mengeluarkan formulir tanda terima material (*invoice*), tetapi bila material yang dikirim dalam keadaan yang tidak memuaskan maka material akan dikirim kembali ke tempat asalnya, dengan disertai surat penolakan (*return delivery*)

- Membuat bukti penerimaan material

Surat bukti penerimaan material merupakan dasar bagian akuntansi untuk melakukan pembayaran atas faktur dari penyalur dan juga merupakan tanda bagi bagian pembelian agar menghentikan kegiatan ekspedisi serta menutup transaksi untuk pesanan tersebut.

- Memperbarui catatan persediaan

Catatan persediaan (*inventory record*) harus diperbarui dan disesuaikan dengan keadaan terakhir untuk menunjukkan

penambahan material yang baru tiba. Jika material ini dipesan untuk persediaan produksi yang berulang, akan terjadi pengurangan secara bertahap selama dipakai, sampai suatu saat catatan persediaan menunjukkan adanya keharusan untuk memesan kembali. Pada saat itulah, seluruh daur pembelian diaktifkan kembali.

Mengoptimalkan pembelian material konstruksi sama dengan memperoleh yang terbaik untuk sejumlah uang tertentu (*to getting the most for the money*), atau pembelian yang terbaik (*the best possible deal / the best buy*). Konsep ini tidak selalu identik dengan harga yang paling baik tetapi juga tergantung pada hal-hal lain seperti pengadaannya, transportasinya, serta pembuangannya. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pembelian material adalah harga, kualitas dan waktu penyerahan material. Ketiga faktor tersebut amat penting dalam menentukan jadwal proyek konstruksi.

b. Penanganan Material

Pada hakekatnya penanganan material adalah pelayanan jasa seperti bongkar muat, menerima, menyimpan, dan mengirimkannya ke tempat akhir yang ditentukan. Aktivitas ini disebut sebagai aktivitas yang tidak langsung. Aktivitas yang langsung ialah mengolah atau mengasembling dari bahan baku

menjadi bahan lain yang baru, misalnya: mencampur semen, pasir, kerikil, dan air menjadi beton cair siap pakai. Perencanaan proses penanganan material akan dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain:

- Karakteristik material
- Areal pekerjaan
- Ekologi
- Teknik pemindahan
- Peralatan dan metode kerja

c. Penyimpanan

Penyimpanan merupakan mata rantai terakhir dari proses manajemen material. Penyimpanan material secara fisik perlu memperhatikan beberapa hal berikut:

- Ruang
- Pemberian label
- Lokasi
- Cara penyimpanan
- Metode penanganan
- Keselamatan
- Administrasi
- Keamanan

2.1.2 Permasalahan Dalam Manajemen Material

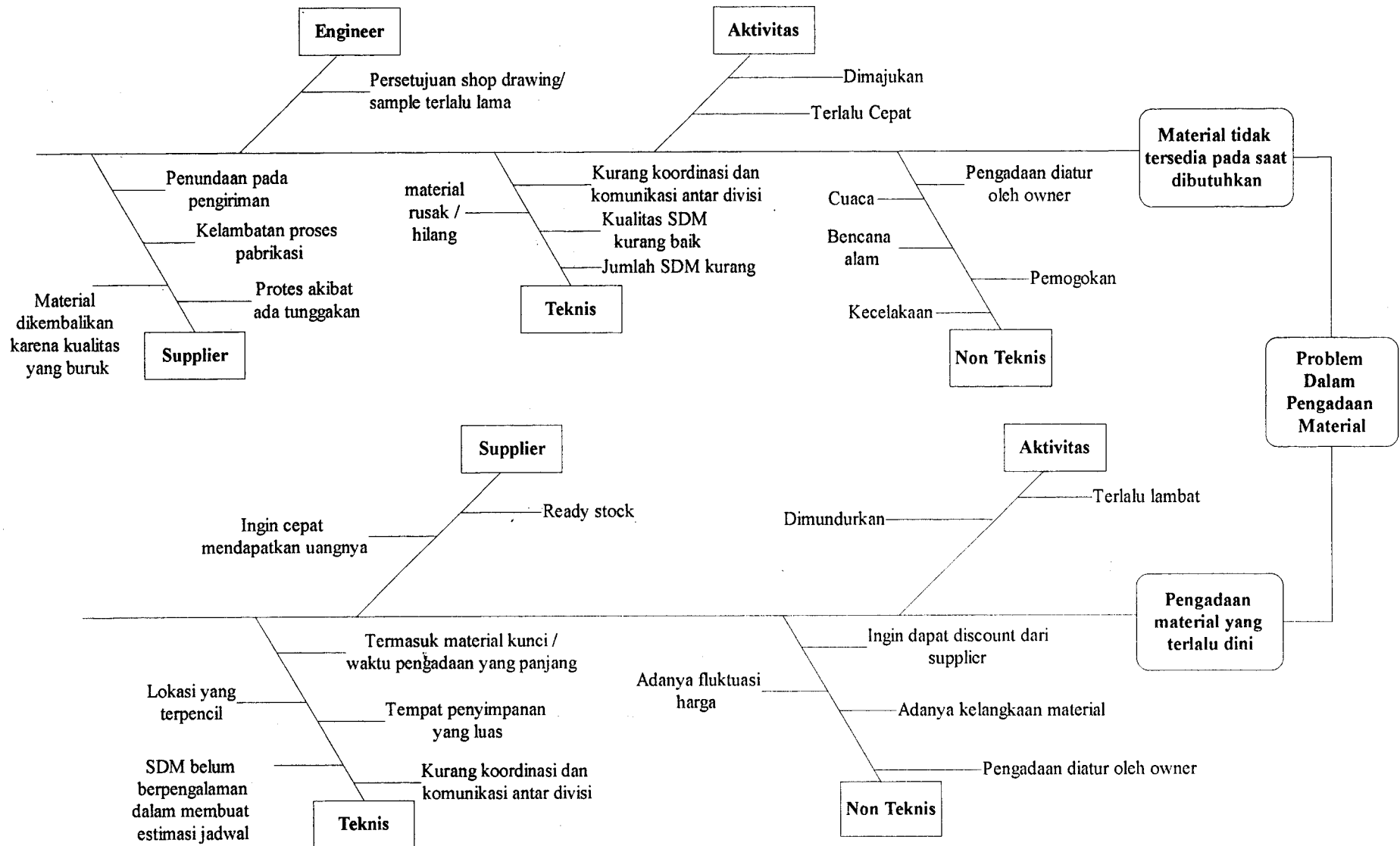
Problem-problem yang umum dihadapi dalam proses manajemen material dapat dirangkum pada Gambar 2.2. Pada gambar terlihat bahwa secara umum problem yang dihadapi dapat dikelompokkan dalam 2 kelompok (Burgess & White 1979; Kaming et al. 1997; Nugraha et al. 1985; O'Brien 1984; O'Brien et al. 1971), yaitu: tidak tersedianya material pada saat dibutuhkan dan material yang didatangkan terlalu dini.

Kelompok pertama, masalah material yang tidak tersedia pada saat dibutuhkan, masalah ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain:

- a. Dari aspek aktivitas, hal-hal yang dapat menyebabkan material tidak tersedia saat dibutuhkan adalah:
 - Aktivitas yang dimajukan waktu pelaksanaannya.
 - Aktivitas yang terlalu cepat selesai, hal ini bisa disebabkan oleh produktivitas pekerja yang tinggi atau karena kesalahan estimasi.

- b. Dari aspek engineer.

Penundaan persetujuan terhadap gambar kerja/contoh material yang terlalu lama dapat mengurangi waktu pengadaan sehingga material tidak dapat dikirim pada waktunya.



Gambar 2.2. Permasalahan Umum Dalam Pengadaan Material

c. Dari aspek penyalur, antara lain:

- Material dikembalikan karena kualitasnya tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.
- Terjadi penundaan pada pengiriman karena kesulitan transportasi.
- Terjadi hambatan pada proses pabrikasi yang menyebabkan produksi macet/tersendat.
- Ada unsur kesengajaan dari penyalur untuk menahan material sampai kontraktor melunasi pembayaran pesanan terdahulu.

d. Dari aspek teknis kontraktor, yaitu:

- Kurangnya koordinasi dan komunikasi antara divisi-divisi yang terkait dengan proses pengadaan material.
- Material mengalami kerusakan atau hilang karena proses penanganan dan penyimpanan yang kurang baik.
- Kualitas staf pengadaan material yang kurang baik.
- Jumlah staf yang kurang sehingga kontrol terhadap penyalur kurang diperhatikan.

e. Dari aspek non teknis, antara lain:

- Terjadi kecelakaan saat pengiriman material.
- Terjadi pemogokan buruh atau angkutan
- Masalah cuaca
- Terjadi bencana alam

- Pengadaan material diatur oleh pemilik proyek sehingga kontraktor tidak dapat menekan penyalur karena perjanjian pembelian dilakukan oleh pemilik proyek sendiri.

Pengaruh dari tidak tersedianya material pada saat dibutuhkan akan jelas terlihat karena langsung berkaitan dengan peningkatan biaya proyek dan mundurnya jadwal aktivitas proyek, terutama jika terjadi pada aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis. Sebagian pekerja tidak dapat meneruskan pekerjaannya sedangkan upah kerjanya selama masa menganggur tetap harus dibayar. Kontraktor dapat saja mengadakan pembelian mendadak (*panic buying*) untuk mengatasi problem tersebut, tetapi tentunya hal ini dapat menyebabkan pengeluaran yang lebih besar. Akibat lebih lanjut dari tidak tersedianya material adalah adanya resiko terkena penalti yang disebabkan oleh tidak terpenuhinya target rencana penyelesaian aktivitas-aktivitas proyek. Disamping itu, masih ada resiko bahwa masalah ini juga akan berpengaruh pada semangat kerja dari para pekerja. Menimbulkan semangat kelompok kerja yang baik dan kerja sama di antara semua peserta proyek merupakan salah satu cara untuk mendorong kelancaran jalannya suatu proyek, peranan pengendalian material yang terencana dengan baik juga memberikan andil dalam rangka membina moral dan kerjasama tersebut.

Kelompok kedua, yaitu material yang tiba terlalu dini. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain:

- a. Dari aspek aktivitas, yaitu:
 - Aktivitas yang dimundurkan waktu pelaksanaannya.
 - Aktivitas yang terlalu lambat diselesaikan, hal ini bisa diakibatkan oleh kesalahan estimasi waktu pekerjaan atau karena produktivitas yang rendah.
- b. Dari aspek penyalur, yaitu:
 - Penyalur ingin cepat mendapatkan uangnya, sehingga terpacu untuk mempercepat produksi.
 - Penyalur memiliki stok material dalam jumlah besar.
- c. Dari aspek teknis kontraktor, antara lain:
 - Material tersebut termasuk material kunci dengan waktu pengadaan yang panjang sehingga kontraktor memutuskan untuk mendatangkannya jauh-jauh hari. Hal ini merupakan suatu langkah antisipasi jika sampai terjadi kesalahan maka masih ada waktu untuk memperbaikinya.
 - Lokasi proyek yang terpencil membuat biaya pengadaan material menjadi mahal sehingga untuk menghemat biaya transportasi beberapa material dikirim sekaligus walaupun masih belum dibutuhkan di proyek.

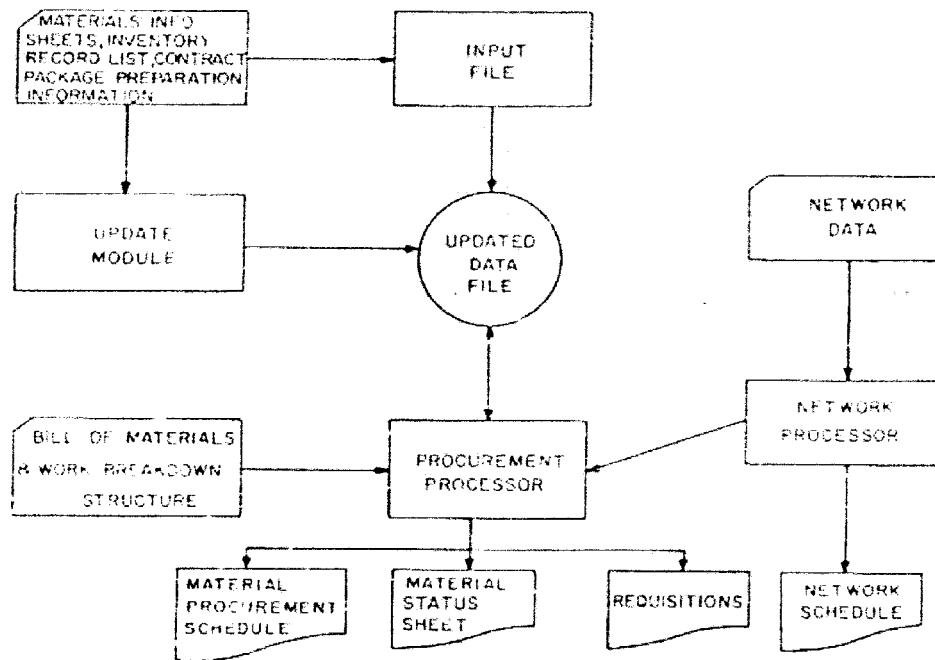
- Areal kerja yang luas memungkinkan untuk membuat tempat penyimpanan bagi material-material yang diperlukan untuk proyek.
 - Staf yang belum berpengalaman dalam membuat estimasi waktu proyek dan waktu pengadaan.
 - Kurangnya koordinasi dan komunikasi antar divisi-divisi yang terkait dengan proses pengadaan.
- d. Dari aspek non teknis, yaitu:
- Adanya pengaruh dari penyalur yang memberi potongan harga yang besar untuk pembelian material dalam jumlah besar.
 - Adanya kelangkaan material sehingga diperkirakan material akan sulit diperoleh pada saat dibutuhkan.
 - Adanya fluktuasi harga dimana ada kecenderungan prosentase kenaikan harganya melebihi prosentase pengembalian pinjaman bank.
 - Pengadaan material diatur oleh pemilik proyek dan tidak dikoordinasikan dengan kontraktor mengenai waktu pengadaannya.

Untuk problem kedatangan material yang terlalu dini, secara sepintas memang tidak membawa dampak langsung yang nyata pada proyek akan tetapi sebenarnya hal tersebut menimbulkan

beberapa konsekuensi yang perlu untuk dipertimbangkan lebih lanjut. Masalah pertama yang timbul adalah masalah penyimpanan bila volume yang dipesan amat besar. Untuk proyek dengan area yang terbatas, hal ini akan menjadi masalah yang cukup serius terutama jika berkaitan dengan material-material yang mudah rusak atau mudah dicuri, maka kontraktor perlu mengeluarkan biaya ekstra untuk membuat area penyimpanan. Material yang dipesan dan tiba jauh sebelum dibutuhkan, akan berpengaruh juga pada pengaturan aliran dana proyek karena material tersebut harus dibayar lebih cepat dari yang seharusnya. Hal ini menyebabkan uang perusahaan terikat pada material-material tersebut tanpa dapat mendatangkan laba, kecuali dapat ditaksir dengan perhitungan bahwa akan ada kenaikan harga-harga material dan prosentase kenaikan harganya melebihi prosentase pengembalian pinjaman bank.

2.1.3 Teori Sistem Penjadwalan dan Pengendalian Material

Menurut Hira N. Ahuja (1976), alur informasi dalam sistem penjadwalan dan pengendalian material secara umum dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.3. Alur Informasi Sistem Versi Hira N.Ahuja

Dalam sistem ini, ada tiga program utama, yaitu:

- File input*, yang akan membuat *file* data yang berisi seluruh informasi dari lembar informasi material, data persediaan, dan aktivitas persiapan paket pekerjaan.
- Modul *update*, yang akan melakukan *up-date* terhadap *file* data diatas.
- Prosesor pengadaan, yang akan membaca daftar material yang diperlukan dengan mengacu pada data terbaru, dan membuat jadwal, lembar status material, dan lembar kebutuhan material.

Berdasarkan alur diatas, Hira N. Ahuja mendisain suatu prosedur khusus untuk diterapkan pada suatu lingkungan yang terkomputerisasi. Prosedur tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- Pengumpulan seluruh informasi yang berkaitan dengan proyek dan kebutuhan material, kemudian informasi-informasi tersebut dimasukkan dalam 3 tabel input, yaitu Lembar Informasi Material (*Materials Information Sheet*), Data Persediaan (*Inventory Record*), dan Daftar Material (*Bill Of Materials*).
- Seluruh material yang akan digunakan dalam proyek ditabulasikan dalam lembar informasi material kemudian melakukan estimasi terhadap waktu yang diperlukan untuk berbagai operasi seperti persiapan *shop drawing*, fabrikasi, pengiriman, sampai material digunakan.
- Membuat dan selalu memperbarui data tentang persediaan (*Inventory Record*) di lapangan untuk mengontrol penggunaan material dan dasar penentuan waktu pemesanan kembali.
- Membuat daftar material (*Bill Of Material*) yang merupakan daftar keseluruhan material yang akan digunakan dalam proyek beserta dengan jumlah kebutuhannya. Daftar ini dilengkapi pula dengan waktu paling awal dari aktivitas yang memerlukan setiap material tersebut supaya komputer dapat tetap menyesuaikan dengan tanggal dimulainya aktivitas proyek.

- Setelah seluruh data yang diperlukan terkumpul, selanjutnya komputer akan mengolah data-data tersebut untuk menghasilkan output yang berupa Jadwal Pengadaan Material (*Material Procurement Schedule*), Lembar Kebutuhan Material (*Requisition Form*), dan Lembar Status Material (*Material Status Sheet*).
- Jadwal Pengadaan Material diperlukan untuk menjaga agar material-material yang dibutuhkan oleh jadwal konstruksi dapat ditepati waktunya. Fungsi lainnya adalah menyediakan informasi yang lengkap tentang status dari setiap material tiap saat terjadi progres selama proses pengadaan. Jika terjadi penyimpangan maka dapat segera diketahui untuk dapat diambil tindakan dengan segera.
- Dari informasi-informasi yang terdapat dalam jadwal pengadaan material dibuat Lembar Permohonan untuk material.
- Memonitor penggunaan material dan membandingkan dengan jumlah kebutuhan material untuk mencegah terjadinya kekurangan material pada saat berlangsungnya aktivitas proyek. Jika jumlah material berada dibawah level yang dibutuhkan maka harus dilakukan pemesanan kembali. Status dari material yang dipesan ulang ini akan ditunjukkan pada Lembar Status Material untuk persediaan.



Sistem ini memang sudah cukup baik, namun jika akan diterapkan maka ada empat hal yang perlu diperhatikan secara khusus, yaitu:

1. Tidak ada struktur *Bill Of Quantity* (BQ) yang seragam

Hal ini tentu sangat menyulitkan dalam pembuatan suatu sistem penjadwalan dan pengendalian material yang dapat terintegrasi dengan sistem-sistem lain dalam proyek. Struktur *Bill Of Quantity* (BQ) bertujuan untuk menciptakan kesatuan pandangan terhadap data-data proyek, khususnya data-data yang berkaitan dengan waktu dan biaya, sehingga akan mempermudah proses analisa dan pengambilan keputusan. Dengan menyeragamkan Struktur *Bill Of Quantity* (BQ), masing-masing item pekerjaan dapat diberi kode-kode tertentu sehingga memudahkan untuk proses perubahan dan pengintegrasian dengan sistem-sistem yang lain. Karena di Indonesia masih belum ada suatu standar acuan untuk menyeragamkan pembagian lingkup pekerjaan, oleh sebab itu maka sistem pengkodean untuk item-item pekerjaan dalam penelitian ini mengacu pada *Civil Engineering Standard Method Of Measurement* (CESMM) yang telah diterapkan di Singapura (Institution of Civil Engineers and The Federation of Civil Engineering Contractors 1976).

2. Tidak ada sistem pengkodean material yang baku

Bersamaan dengan perkembangan teknologi, jenis dan kualitas dari material juga semakin beragam. Disatu sisi hal ini memberikan variasi-variasi dalam hal disain akan tetapi disisi lain juga menyebabkan proses pengorganisasian data material menjadi semakin kompleks. Agar semua data tentang material dapat terorganisasi dengan baik dan dapat diintegrasikan dalam proses penjadwalan dan pengendalian proyek maka material harus dapat dikelompokkan. Berikut ini adalah beberapa pemikiran sehubungan dengan pengelompokkan material:

- a. Robert G. Zilly (1971) mengelompokkan material konstruksi berdasarkan penggunaannya oleh kontraktor. Dari sudut pandang ini, material dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu material-material yang merupakan bahan dasar sekaligus menjadi bagian dari hasil suatu pekerjaan konstruksi dan material-material yang hanya digunakan dalam proses konstruksi.
- b. James J.O'Brien (1984) dan George J.Ritz (1994) mengelompokkan material konstruksi berdasarkan waktu pengadaannya. Material dapat dipisahkan dalam dua kelas, yaitu material komoditi (material-material yang dapat dipesan dalam kondisi *out of stock* untuk pengiriman dalam jangka waktu kurang dari 1 minggu atau *short supply*) dan

material kunci (material-material dengan waktu pengiriman yang lama atau terlibat dalam order-order yang umum).

c. Iman Soeharto (1997) mengelompokkan material berdasarkan cara pemantauan dan pengendaliannya. Dalam uraiannya disebutkan bahwa material untuk proyek dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

- Material curah. Material yang termasuk golongan ini memiliki ciri-ciri jumlah yang besar dan menggunakan harga satuan. Yang termasuk golongan ini antara lain: kabel listrik, profil baja, pipa, adukan beton, dan lain-lain.
- Peralatan atas dasar pesanan. Material yang termasuk golongan ini memiliki ciri-ciri jumlah dan jenis yang tidak banyak tetapi biaya per jenisnya besar. Yang termasuk golongan ini antara lain: peralatan mekanik seperti generator, kompressor, mesin penggerak, dan lain-lain.
- Material yang dibeli di lapangan. Material yang termasuk golongan ini memiliki ciri-ciri kuantitasnya tidak besar tetapi jenisnya bermacam-macam. Yang termasuk dalam golongan ini adalah batu pecah, pasir, kayu, dan peralatan kecil.

Dari ketiga pemikiran diatas, yang dirasakan paling sesuai untuk diadaptasikan dalam proses penjadwalan dan pengendalian

proyek terutama untuk penentuan *Bill of Quantity* (BQ) adalah pendapat dari Robert G. Zilly (1971), tetapi tentunya dengan suatu modifikasi dimana material akan dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu:

- a. Material utama, yaitu material-material yang berhubungan langsung dengan pekerjaan.
- b. Material pembantu, yaitu material-material yang digunakan dalam proses konstruksi.
- c. Material lain-lain, yaitu semua material yang tidak termasuk dalam dua kategori diatas.

Sebagai contoh untuk pekerjaan pembuatan balok beton, maka yang dimaksud material utama adalah beton dan penulangannya. Sedangkan yang dimaksud dengan material pembantu adalah bekisting, perancah, dan bendrat. Material seperti bahan aditif beton, kompressor, mesin pengaduk beton, vibrator dapat digolongkan sebagai material lain-lain.

Sistem pengorganisasian data tetap menggunakan sistem kode dengan 8 digit angka. Dua digit pertama untuk penentuan jenis material secara umum misalnya beton, logam metal, kayu, batubatuan dan sebagainya. Dua digit berikutnya untuk penentuan sub-divisinya misalnya untuk metal dibagi menjadi baja, aluminium, seng, nikel, dan sebagainya. Dua digit berikutnya untuk deskripsi lebih detail misalnya untuk baja dibagi lagi

menjadi profil WF, profil UNP, profil siku, dan sebagainya. Dua digit yang terakhir untuk ukuran-ukuran yang lebih detail misalnya profil WF 200.100.5,5.8, profil siku 40.40.4, dan sebagainya.

3. Kesulitan dalam pengumpulan data lapangan

Saat ini, keberadaan sistem pengumpulan data-data dari lapangan seringkali masih diabaikan sehingga banyak sekali informasi yang tidak dapat dimanfaatkan. Kerugian akibat hal ini memang tidak dirasakan secara langsung, akan tetapi jika ditelusuri lebih lanjut dengan adanya sistem ini akan membuat pekerjaan analisa dan pengambilan keputusan menjadi lebih mudah dan akurat. Sarana untuk pengumpulan data-data dari lapangan adalah dengan menggunakan form-form isian. Hambatan utama sebenarnya terletak pada kultur dari para pekerja lapangan yang sulit untuk beradaptasi terhadap perubahan sistem. Pengisian form-form dianggap sebagai pekerjaan tambahan sehingga seringkali data-data yang diisikan tidak akurat. Solusi dari masalah ini adalah disain form yang sederhana dan menarik bagi pengguna. Disamping itu perlu adanya kebijakan khusus dari pimpinan perusahaan kontraktor yang mengharuskan para pekerja lapangan mengisi form-form dengan data-data yang tepat dan akurat.

4. Pemanfaatan sistem basis data yang belum maksimal dalam proyek konstruksi

Hal lain yang memperlancar administrasi dan pengelolaan proyek adalah arsip yang bersifat integratif dikenal sebagai basis data (*data base*) yang dibuat sesuai keperluan proyek yang spesifik. Karena basis data merupakan arsip yang integratif, maka informasi yang ada padanya dengan mudah dapat dipakai untuk mendukung modul-modul lain. Hal ini berarti setiap elemen data yang disimpan, dapat dikaitkan (*cross reference*) dengan elemen data yang lain. Dengan cara ini, satu set data yang berbeda perihal jadwal, spesifikasi, sumber daya, pembelian, perhitungan-perhitungan disain, dan segala macam catatan yang dianggap perlu, dapat dihubungkan dengan set data lainnya, dikombinasikan, disusun kembali dan disajikan sesuai keperluan. Namun amat disayangkan bahwa teknologi ini masih belum banyak diaplikasikan dalam dunia konstruksi.

Dalam bab-bab selanjutnya keempat masalah diatas akan menjadi bahan pemikiran dan masukan agar sistem yang didisain nantinya dapat diaplikasikan pada proyek konstruksi khususnya perusahaan-perusahaan kontraktor di Surabaya.

2.1.4 Pihak-Pihak Yang Terlibat Dalam Sistem

Penentuan pihak-pihak yang terlibat dalam sistem penjadwalan dan pengendalian material sebenarnya berhubungan erat dengan pihak-pihak yang terlibat dalam siklus konstruksi. Pembahasan dalam bagian ini ditekankan pada hubungan pihak-pihak tersebut dengan sistem yang akan didisain (hubungan fungsional). Pihak-pihak tersebut adalah (Carty 1995; Clough & Sears 1994; Nugraha et al.1985; Soeharto 1997):

1. Pemilik proyek.

Pemilik proyek merupakan pihak yang menggerakkan suatu proyek konstruksi untuk dirancang dan dibangun demi kepentingannya. Pemilik proyek bisa dari kalangan pemerintah ataupun dari swasta. Sebagian besar pemilik proyek mendelegasikan dengan kontrak, proses disain proyek kepada konsultan perencana profesional dan proses konstruksi proyek kepada kontraktor. Namun ada pula beberapa pemilik proyek yang dengan berbagai alasan, memilih untuk berperan secara aktif dalam proses disain dan konstruksi proyek. Sebagai pihak yang memiliki modal, pemilik proyek terkadang dapat melakukan perubahan-perubahan dalam tahap perancangan maupun pada tahap konstruksi. Perubahan-perubahan ini memang tampaknya sederhana akan tetapi seringkali membawa

dampak yang cukup besar bagi kelancaran suatu proyek dan proses pengadaan material.

2. Perencana.

Perencana atau biasa dikenal sebagai konsultan perencana merupakan pihak yang merancang suatu proyek konstruksi. Konsultan perencana melakukan pekerjaan atas dasar kerangka acuan kerja dan kontrak. Tahapan perencanaan adalah mencari data-data yang menyangkut struktur organisasi, hubungan aktivitas diantara program persyaratan ruang, spesifikasi teknis, data-data lapangan (pengukuran lahan dan penyelidikan tanah), dan data-data lainnya. Berdasarkan data-data tersebut, perencana akan membuat gambar perencanaan dan gambar kerja (bestek) serta menyusun Rencana dan Syarat-syarat Pekerjaan (RKS), Struktur *Bill Of Quantity* (BQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Dokumen-dokumen inilah yang akan menjadi acuan bagi kontraktor yang akan mengerjakan proyek tersebut.

3. Kontraktor.

Kontraktor adalah pihak yang membawa seluruh elemen-elemen dan masukan-masukan yang beraneka ragam dari proses konstruksi dalam suatu rantai koordinasi. Kontraktor merupakan perusahaan yang terikat kontrak dengan pemilik proyek untuk menyelesaikan tahapan konstruksi dari suatu

proyek. Kontribusi utama pihak kontraktor dalam proses konstruksi adalah berkaitan dengan kemampuannya mengatur dan mengalokasikan seluruh sumber daya (manusia, material, peralatan, waktu dan keuangan) yang ada sehingga dapat memaksimalkan efisiensi waktu dan biaya untuk penyelesaian proyek. Untuk dapat melakukan kontribusi secara maksimal, suatu perusahaan kontraktor harus menciptakan suatu struktur organisasi yang tepat bagi sebuah proyek. Hal ini tergantung dari:

- Lingkup dan besarnya proyek.
- Sifat kontrak dengan klien
- Kebijaksanaan perusahaan
- Jumlah dan kualitas staf yang tersedia

Karena itu, tidak ada suatu pola yang baku dalam penyusunan suatu struktur organisasi kontraktor. Dalam struktur organisasi kontraktor, baik perusahaan besar ataupun kecil selalu melibatkan beberapa fungsi/pekerjaan. Seberapa detail pembagiannya akan sangat tergantung pada besarnya perusahaan dan jumlah pekerja yang terlibat. Berkaitan dengan sistem yang akan didisain maka berikut diberikan gambaran umum tentang fungsi-fungsi yang akan terlibat didalamnya (Clough & Sears 1994), yaitu:

a. Fungsi Akuntansi dan Keuangan

Mengurus dan bertanggung jawab atas keuangan dan akuntansi proyek seperti gaji tenaga kerja, pembayaran kepada penyalur, akuntansi umum, pencatatan penggunaan dana serta ikatan-ikatan yang diadakan. Disamping itu juga bertugas menyiapkan laporan-laporan keuangan.

b. Fungsi Pengadaan.

Bertanggung jawab mengenai:

- Pembelian material dan peralatan proyek (mulai dari persiapan daftar kebutuhan, sampai dengan pengeluaran order pembelian).
- Persediaan (pemesanan dan kontrol persediaan).
- Pengangkutan dan ekspedisi.
- Pemilihan subkontraktor.
- Asuransi proyek dan subkontraktor serta jaminan dan garansi.
- Pengaturan dan penjadwalan material.
- Pengecekan dan persetujuan penerimaan material (*invoice*).
- Pengumpulan informasi harga supplier
- Verifikasi kuantitas dan kualitas dari pengiriman.

c. Fungsi Estimasi.

Bertanggung jawab mengenai:

- Keputusan untuk ikut tender / mengajukan penawaran.

- Menyiapkan dokumen-dokumen penawaran dan proposal tender.
- Mengikuti proses-proses tender.
- Perhitungan volume pekerjaan (*Quantity take off*).
- Melakukan estimasi harga pekerjaan (*pricing*).
- Mempersiapkan daftar material dan subkontraktor.

d. Fungsi Engineering.

Bertanggung jawab mengenai:

- Perencanaan proyek.
- Penjadwalan konstruksi.
- Pengaturan *cash flow* proyek.
- Pengawasan proyek.
- Pembuatan gambar kerja.
- Pembuatan laporan biaya proyek.
- *Field and office engineering*.
- Prosedur dan kebijakan keselamatan kerja.
- Membina hubungan dengan pemilik dan konsultan serta antar pegawai.
- Pengontrolan kualitas pekerjaan.

e. Fungsi Konstruksi

Bertanggung jawab mengenai:

- Perekrutan tenaga kerja.
- Pengawasan konstruksi.

- Koordinasi antar subkontraktor.
- Laporan kegiatan dan kemajuan proyek.
- Metode konstruksi.
- Penjadwalan peralatan proyek.
- Pengolahan data biaya proyek
- Kontrol pelaksanaan jadwal.

f. Fungsi Fasilitator/Inventory Lapangan

Bertanggung jawab mengenai:

- Menerima, menyimpan dan merawat material proyek.
- Memelihara, menyimpan dan memperbaiki peralatan.
- Transportasi material dan peralatan dalam lokasi proyek.
- Prefabrikasi dan perakitan.

Dalam pembahasan-pembahasan selanjutnya, pihak-pihak yang terlibat dalam sistem akan disebut sebagai *entities*.

2.2 TEORI DISAIN SISTEM

Dalam bagian ini akan membahas beberapa pengertian dan teori yang umum digunakan untuk mendisain suatu sistem informasi. Bagian ini akan diuraikan dalam dua sub bagian yang akan membahas beberapa istilah dan pengertian dasar yang akan digunakan berkaitan dengan konsep disain sistem dan akan dilanjutkan dengan teori tentang tahapan-tahapan dalam mendisain suatu sistem informasi.

2.2.1 Istilah-Istilah Umum Dalam Konsep Disain Sistem

Ada beberapa istilah umum yang biasa digunakan dalam konsep disain suatu sistem informasi. Istilah-istilah tersebut, antara lain (Kendall 1995; Mcleod 1994; Senn 1989):

a. *Entity*

Entity adalah suatu obyek atau kejadian yang sangat penting bagi perusahaan dimana atribut-atributnya harus direkam dan disimpan dalam suatu sistem basis data. Pada umumnya *entity* akan mensuplai atau menerima informasi dari sistem tetapi bukan merupakan bagian dari sistem. Suatu *entity* dapat berupa perorangan, tempat, benda, departemen/divisi dalam organisasi, proses ataupun sistem yang lain. Contoh *entity* adalah Data Material.

b. Relasi

Relasi adalah suatu hubungan yang ada diantara beberapa *entity*. Umumnya ada tiga macam relasi yaitu *one to one relationship*, *one to many relationship*, dan *many to many relationship*.

c. Atribut (Elemen Data)

Atribut adalah kumpulan elemen-elemen data yang merupakan bagian dari suatu *entity*. Contoh untuk *entity* data material akan memiliki atribut berupa kode item, nama item, deskripsi, satuan, harga satuan, dan sebagainya disesuaikan dengan jenis sistem yang akan didisain.

d. Tabel

Tabel merupakan suatu obyek yang digunakan untuk menyimpan data dalam sistem basis data. Suatu tabel terdiri dari dua bagian, yaitu *Field* (data terkecil dari suatu tabel yang menempati bagian kolom) dan *Record* (kumpulan dari beberapa *field* yang saling berhubungan yang menempati bagian baris).

e. *Form*

Form adalah sebuah obyek dalam sistem basis data yang digunakan untuk membuat kontrol-kontrol untuk proses memasukkan, memeriksa, dan memperbarui data.

2.2.2 Tahapan-Tahapan Dalam Mendisain Sistem Informasi

Dalam mendisain suatu sistem informasi untuk permasalahan engineering ada beberapa tahapan yang harus dilakukan menurut Abudayyeh dan Rasdorf (1991). Tahapan-tahapan tersebut adalah:

1. Tahap analisis dan identifikasi data

Tahapan ini dapat juga disebut sebagai tahap *problem definition* (pendefinisian masalah), untuk mencegah timbulnya kerancuan dengan pembahasan sebelumnya maka penamaan untuk tahap ini diubah menjadi tahap analisis dan identifikasi data.

Tahap ini merupakan tahap menganalisis dan mendeskripsikan perilaku sistem yang ada berdasarkan metode dan mekanisme pengumpulan, penyimpanan, dan pemrosesan data. Kemudian

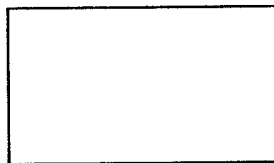
dilakukan identifikasi dan pengumpulan terhadap data-data yang diperlukan untuk disain sistem yang baru.

2. Tahap *conceptual modeling* (pemodelan konseptual)

Tahap ini merupakan representasi formal dari tahap sebelumnya, dimana data-data yang ada dianalisis pergerakannya dalam organisasi, proses atau transformasi data yang terjadi dan hasil yang dikehendaki. Kemudian hasil-hasil tersebut dikomunikasikan dengan menggunakan suatu sarana tertentu. Salah satu sarana tersebut adalah Diagram Alir Data (*Data Flow Diagram*). Pendekatan dengan diagram alir data menekankan pada logika yang mendasari suatu sistem.

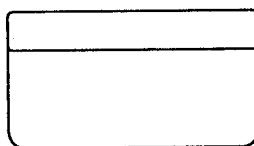
Ada 4 simbol yang perlu diperhatikan dalam pembuatan Diagram Alir Data, yaitu:

a. Simbol Entity/Sumber/Penerima Data



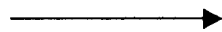
Entity dilambangkan dengan suatu empat persegi panjang yang diberi nama sesuai dengan nama *entity* tersebut.

b. Simbol Proses



Suatu proses menunjukkan aktivitas yang dilakukan dalam sistem tersebut. Simbol ini juga melambangkan adanya proses transformasi/perubahan data oleh sebab itu data yang keluar dari proses selalu diberi nama yang berbeda dengan data yang masuk.

c. Simbol Aliran Data



Simbol anak panah menunjukkan pergerakan data dari satu titik ke titik yang lain, dengan ujung panah mengarah pada tujuan dari pergerakan data tersebut. Simbol ini digunakan untuk menghubungkan antara entity dengan proses dan proses dengan tempat penyimpanan data.

d. Simbol Tempat Penyimpanan Data



Simbol ini menunjukkan suatu tempat untuk menyimpan data yang dapat diedit dan dipanggil kembali.

3. Tahap *computational modeling*

Tahap ini mengambil hasil dari tahap kedua sebagai input dan merubah hasil tersebut menjadi suatu model yang sesuai untuk

diaplikasikan dalam lingkungan yang serba otomatis. Dari Diagram Alir Data disusun suatu *data dictionary* yang berisi daftar dari seluruh item-item data yang digunakan dalam sistem beserta spesifikasinya. Umumnya *data dictionary* akan berupa kumpulan tabel-tabel lengkap dengan atribut-atributnya. Kemudian disusun relasi-relasi yang menghubungkan tabel-tabel tersebut satu dengan yang lainnya. Relasi-relasi tersebut akan digambarkan dalam suatu diagram yang dikenal dengan nama *entity relationship diagram*. Setelah *entity relationship diagram* terbentuk, pemodelan dilanjutkan dengan mendisain bentuk *form* dan tampilan yang dikehendaki.

4. Tahap *computer modeling* (pemrograman)

Tahap ini mengambil hasil-hasil dari tahap ketiga sebagai input dan memetakannya kedalam suatu model pemrograman yang merupakan solusi dari permasalahan yang ada.