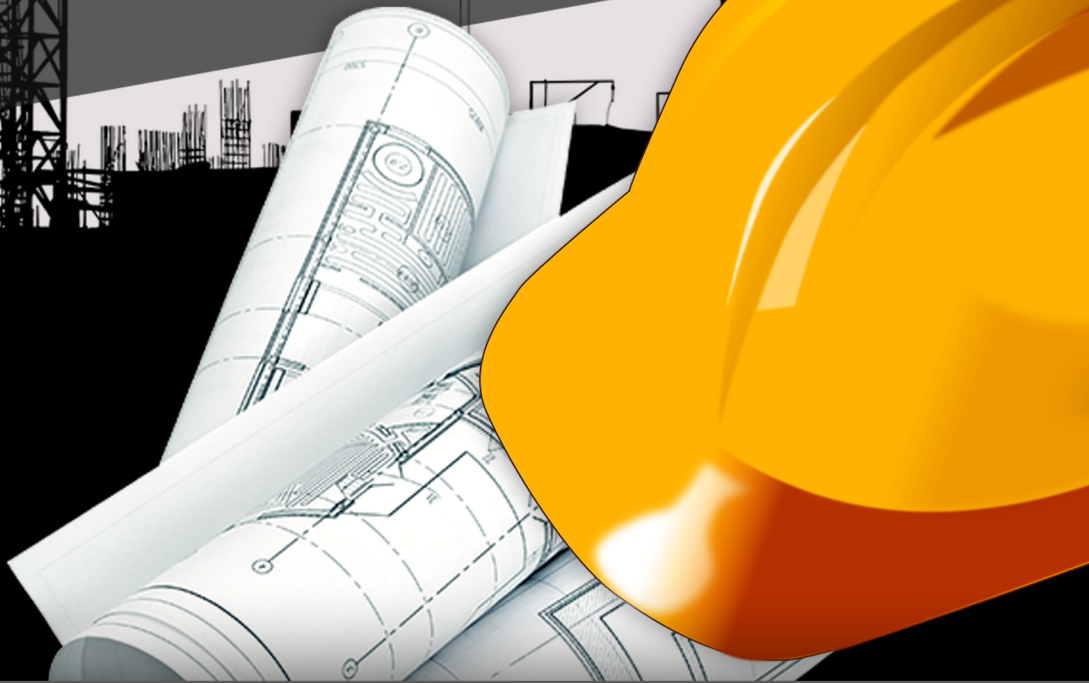




MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

Mahyuddin • Ritnawati • Fatmawaty Rachim • Erdawaty
Mursalim • Adi Papa Pandarangga • Yuni Ulfiyati
Rustam Sidiq • Anna Rosytha

MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI



UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Manajemen Proyek Konstruksi

Mahyuddin, Ritnawati, Fatmawaty Rachim, Erdawaty
Mursalim, Adi Papa Pandarangga, Yuni Ulfyati
Rustam Sidiq, Anna Rosytha



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Manajemen Proyek Konstruksi

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2023

Penulis:

Mahyuddin, Ritnawati, Fatmawaty Rachim, Erdawaty
Mursalim, Adi Papa Pandarangga, Yuni Ulfiyati
Rustam Sidiq, Anna Rosytha

Editor: Abdul Karim

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Mahyuddin., dkk.

Manajemen Proyek Konstruksi

Yayasan Kita Menulis, 2023

xiv 128 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-931-3

Cetakan 1, Agustus 2023

- I. Manajemen Proyek Konstruksi
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karuniaNya sehingga buku Manajemen Proyek Konstruksi dapat disusun dan dirampungkan dengan baik oleh kolaborasi beberapa penulis sebagai perwujudan pengembangan ilmu pengetahuan.

Manajemen Proyek Konstruksi merupakan suatu ilmu dan konsep untuk menjalankan serta menyelesaikan sebuah pekerjaan proyek konstruksi agar pelaksanaan pekerjaan tersebut tepat waktu, tepat biaya, dan tepat kualitas. Pelaksanaan Manajemen Proyek pada pekerjaan konstruksi tidak lepas dari unsur-unsur kebutuhan biaya, kebutuhan sumber daya manusia, manajemen waktu, mutu, metode pelaksanaan yang efektif dan efisien, serta tingkat produksi dari pelaksanaan proyek tersebut. Dalam melaksanakan suatu manajemen proyek dikenal kegiatan-kegiatan manajemen yang merupakan langkah-langkah pokok dalam melaksanakan fungsi manajemen yang baik. Langkah-langkah itu dikenal dengan fungsi-fungsi manajemen antara lain Merencanakan (Planning), Mengorganisasi (Organizing), Mengisi jabatan (Staffing), Mengarahkan (Directing), Mengendalikan (Controlling) yang harus dijalankan bagi seluruh pelaksana proyek konstruksi agar pelaksanaan pekerjaan konstruksi bisa sukses. Olehnya itu dengan hadirnya buku ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tatacara dan pengelolaan pelaksanaan proyek konstruksi agar menghasilkan pekerjaan yang lebih baik.

Buku ini membahas bagian-bagian menarik dan penting seperti:

Bab 1 Pendahuluan

Bab 2 Manajemen Waktu Proyek

Bab 3 Manajemen Biaya Proyek

Bab 4 Manajemen Peralatan Dan Bahan

Bab 5 Manajemen Pengadaan Proyek

Bab 6 Regulasi Manajemen Proyek

Bab 7 Bar Chart (Gantt Chart) Dan Kurva S

Bab 8 Critical Path Methode (CPM)

Bab 9 Analisa Simulasi Monte Carlo Dalam Evaluasi Percepatan Proyek Konstruksi

Penulis menyadari bahwa penulisan buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran, umpan balik, dan kritik yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan buku ini didisi berikutnya. Besar harapan para penulis, semoga buku ini dapat memberi manfaat dan memperkaya khasanah ilmu pengetahuan khususnya pada kajian keilmuan tentang manajemen Proyek Konstruksi.

Bagi seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian buku ini, baik dalam penyusunan maupun penerbitan, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya. Akhirnya semoga segala bantuan, arahan dan bimbingan semua pihak atas terbitnya buku ini senantiasa mendapat imbalan berupa limpahan berkat dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa. Amin.

Agustus 2023

Penulis
(Mahyuddin, dkk)

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii

Bab 1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Aspek – Aspek Dalam Manajemen Proyek	7
1.3 Fungsi Organisasi Dalam Manajemen Proyek.....	15

Bab 2 Manajemen Waktu Proyek

2.1 Pendahuluan.....	21
2.2 Sistem Manajemen Waktu Proyek.....	22
2.3 Faktor Penghambat Proyek.....	25
2.4 Analisis Terhadap Pelaksanaan Manajemen Waktu.....	28

Bab 3 Manajemen Biaya Proyek

3.1 Pengertian Manajemen Proyek.....	31
3.2 Fungsi Manajemen	31
3.3 Manajemen Biaya.....	33
3.4 Jenis Estimasi Biaya Proyek.....	34
3.5 Rencana Anggaran Biaya (Rab).....	35
3.6 Tujuan Rab.....	36
3.7 Tahapan Penyusunan Rencana Anggaran Biaya	36
3.8 Komposisi Biaya Proyek	37
3.9 Evaluasi Biaya	40

Bab 4 Manajemen Peralatan Dan Bahan

4.1 Pendahuluan.....	43
4.2 Pengenalan Jenis Alat Berat Dan Fungsional.....	44
4.2.1 Jenis-Jenis Alat Berat	44
4.3 Tahapan Proses Pengaplikasian Alat Konstruksi Di Lapangan.....	49
4.4 Bahan / Material	52

Bab 5 Manajemen Pengadaan Proyek

5.1 Pendahuluan.....	55
5.2 Tinjauan Pustaka.....	56
5.2.1 Pengertian Manajemen Pengadaan Proyek	56
5.2.2 Cara Manajemen Pengadaan Proyek Yang Baik.....	57
5.3 Jenis Kontrak Pengadaan Proyek	63

Bab 6 Regulasi Manajemen Proyek

6.1 Pendahuluan.....	65
6.2 Pentingnya Regulasi Dalam Manajemen Proyek Konstruksi	66
6.3 Praktek-Praktek Penerapan Regulasi Dalam Manajemen Proyek Konstruksi.....	67
6.3.1 Regulasi Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3)	68
6.3.2 Regulasi Kode Dan Standar Bangunan.....	68
6.3.3 Regulasi Terkait Aspek Lingkungan.....	69
6.3.4 Regulasi Ketenagakerjaan.....	70
6.4 Strategi Untuk Membiasakan Patuh Terhadap Peraturan.....	71
6.4.1 Dokumentasi Dan Pencatatan.....	71
6.4.2 Inspeksi Dan Audit Reguler.....	72
6.4.3 Pendidikan Dan Pelatihan (Diklat).....	73
6.4.4 Kolaborasi Dengan Para Pihak/Stakeholder.....	74
6.4.5 Manajemen Risiko.....	75
6.5 Konsekuensi Ketidapatuhan Terhadap Regulasi	76
6.5.1 Risiko Kecelakaan Dan Cedera.....	76
6.5.2 Hukuman Dan Denda.....	77
6.5.3 Keterlambatan Dan Ancaman Gangguan	77
6.5.4 Reputasi Yang Buruk	79
6.5.5 Penambahan Biaya	80
6.5.6 Penurunan Produktivitas	81
6.6 Peraturan Internasional Dalam Manajemen Proyek Konstruksi.....	82
6.6.1 Aspek Regulasi Pemodelan Informasi Bangunan (Bim- Building Information Modeling)	82
6.6.2 Protokol Industri	83
6.6.3 Kekayaan Intelektual/ Intellectual Property.....	84

Bab 7 Bar Chart (Gantt Chart) Dan Kurva S

7.1 Pengertian Bar Chart (Gantt Chart).....	87
7.2 Langkah Pembuatan Bar Chart	88
7.3 Kurva S.....	89
7.3.1 Data Yang Dibutuhkan Dalam Pembuatan Kurva S	90
7.3.2 Pembuatan Kurva S.....	91
7.3.3 Manfaat Kurva S.....	91
7.3.4 Fungsi Kurva S	92

Bab 8 Critical Path Methode (CPM)

8.1 Pendahuluan.....	93
8.2 Jaringan Kerja.....	94
8.3 Jalur Kritis	98
8.4 Float	100
8.5 Durasi Proyek	101

Bab 9 Analisa Simulasi Monte Carlo Dalam Evaluasi Percepatan Proyek Konstruksi

9.1 Pendahuluan.....	103
9.2 Simulasi Monte Carlo	105
9.3 Distribusi Normal	108
9.4 Fitted Distribution.....	108
9.5 Contoh Kasus.....	109
9.5.1 Menghitung Nilai Acak Di Setiap Aktivitas.....	112
9.5.2 Menentukan Jumlah Iterasi Dalam Simulasi.....	113
9.5.3 Analisa Hasil Simulasi	116

Daftar Pustaka	117
Biodata Penulis	125

Daftar Gambar

Gambar 1.1: Bagan Struktur Organisasi Garis	19
Gambar 1.2: Bagan Organisasi Fungsional	20
Gambar 1.3: Struktur Organisasi Matriks	20
Gambar 3.1: Tahap Penyusunan RAB.....	37
Gambar 4.1: Buldozer	45
Gambar 4.2: Dozer shovel	45
Gambar4.3: Hydraulic Excavator	46
Gambar 4.4: Motor Grade	47
Gambar 4.5: Compactor	47
Gambar 4.6: Dump Truck	48
Gambar 4.7: Scraper	49
Gambar 4.8: Stripping dengan Bulldozer	50
Gambar 4.9: Operasi Bulldozer pada Uphill dan Downhill	51
Gambar 5.1: Kriteria Rinci untuk memilih Pemasok.....	59
Gambar 5.2: Contoh Evaluasi Proposal dalam Pengadaan	62
Gambar 7.1: Diagram Batang Pekerjaan Jembatan	89
Gambar 7.2: Contoh Kurva S	90
Gambar 8.1: Simbol dalam Jaringan Kerja.....	96
Gambar 8.2: Jaringan Kerja (a)	96
Gambar 8.3: Jaringan Kerja (b)	97
Gambar 8.4: jaringan Kerja (c).....	97
Gambar 8.5: Jaringan Kerja (d)	97
Gambar 8.6: Jaringan Kerja (e).....	97
Gambar 8.7: Node Kegiatan.	99
Gambar 8.8: Posisi dan hubungan antara ES,LS,EF,LF,D dan float total....	101
Gambar 9.1: Kurva distribusi normal.....	108

Daftar Tabel

Tabel 9.1: Jadwal Pelaksanaan Proyek	109
Tabel 9.2: Simulasi Aktivitas Masing-Masing Pekerjaan	111
Tabel 9.3: Durasi Minimum Proyek.....	111
Tabel 9.4: Durasi Maksimum Proyek	111
Tabel 9.5: Nilai acak.....	112
Tabel 9.6: Simulasi Nilai Acak dengan Jumlah Iterasi	115
Tabel 9.7: Analisa Hasil Simulasi	116

Bab 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi, perkembangan dunia konstruksi semakin pesat, baik dalam segi teknologi, kapasitas proyek, maupun dana yang diperlukan dan diserap untuk proyek-proyek tersebut. Perkembangan jasa konstruksi di Indonesia ditandai dengan banyaknya proyek berskala besar yang dibangun oleh pemerintah maupun swasta. Fakta ini merupakan peluang dan tantangan bagi masyarakat dunia usaha, khususnya usaha jasa konstruksi. Maka demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Bidang manajemen proyek tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan pada dunia industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks. Manajemen proyek mempunyai sifat istimewa, di mana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan. Perubahan kondisi yang begitu cepat menuntut setiap pimpinan yang terlibat dalam proyek untuk dapat mengantisipasi keadaan, serta menyusun bentuk tindakan yang diperlukan. Hal ini dapat dilakukan bila ada konsep perencanaan yang matang dan didasarkan pada data, informasi, kemampuan, dan pengalaman.

Manajemen Proyek Konstruksi merupakan suatu ilmu dan konsep untuk menjalankan serta menyelesaikan sebuah pekerjaan proyek konstruksi agar

pelaksanaan pekerjaan tersebut tepat waktu, tepat biaya, dan tepat kualitas. Pelaksanaan Manajemen Proyek pada pekerjaan konstruksi tidak lepas dari unsur-unsur kebutuhan biaya, kebutuhan sumber daya manusia, manajemen waktu, mutu, metode pelaksanaan yang efektif dan efisien, serta tingkat produksi dari pelaksanaan proyek tersebut.

Secara umum pelaksanaan suatu proyek konstruksi merupakan hal yang utama dan sering mengalami kemunduran dalam penyelesaian pekerjaan. Pengendalian tenaga kerja, alat dan materi pada proyek konstruksi merupakan hal yang utama dan penting bagi kontraktor. Dalam pelaksanaan suatu proyek, penggunaan tenaga kerja, alat dan materi dapat menyimpang dari rencana, karenanya harus dikendalikan agar tenaga kerja dan materi yang telah direncanakan jumlahnya tidak dilampaui. Terjadinya pembangunan konstruksi yang tidak sesuai dengan rencana, perlu mendapat perhatian, misalnya keterlambatan pelaksanaan fisik yang diakibatkan oleh beberapa faktor seperti keterbatasan jumlah tenaga kerja, kemampuan SDM, faktor alam, penyediaan materi, kemampuan manajerial dan keterbatasan modal. Pengeluaran dan prestasi kerja harus dipantau agar penyimpangan terhadap rencana dapat diketahui dan ditanggulangi sedini mungkin serta kebutuhan untuk penyelesaian proyek dapat diperhitungkan.

Dalam pelaksanaan suatu proyek pembangunan, penggunaan sumber daya baik itu tenaga kerja, alat dan material terkadang tidak berjalan sesuai dengan kebutuhan. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mencapai produksi tidak sesuai dengan jumlah tenaga kerja yang ada di lapangan, begitu juga dengan material yang dibutuhkan, mengalami ketidaksesuaian di dalam proses pengiriman. Hal ini dapat menghambat pelaksanaan dalam penyelesaian pekerjaannya sehingga nantinya berdampak pada keterlambatan penyelesaian proyek. Keterlambatan ini dapat menyebabkan bertambahnya biaya konstruksi bila pihak kontraktor tidak melakukan pemantauan dan pengendalian terhadap kegiatan proyek. Maka dibutuhkan suatu metode pengelolaan sumber daya secara ilmiah dan intensif yang disebut dengan manajemen proyek.

proyek adalah pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja. Dimulai dari kegiatan perencanaan hingga pengendalian yang didasarkan atas input-input seperti tujuan dan sasaran proyek, informasi dan data yang digunakan, serta

penggunaan sumber daya yang benar dan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan (Priyo, 2012).

Kegiatan proyek merupakan suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasaran dan tujuannya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1997). Dalam Proses mencapai hasil akhir kegiatan proyek tersebut telah ditentukan batasan-batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal dan mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan tersebut dikenal dengan istilah tiga kendala (triple constrain).

Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi atau perusahaan yang telah ditentukan. Yang dimaksud dengan proses adalah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan yang sistematis. Sedang sumber daya perusahaan terdiri dari tenaga, keahlian, dana, dan informasi. Dalam melaksanakan suatu manajemen dikenal kegiatan-kegiatan manajemen yang merupakan langkah-langkah pokok dalam melaksanakan fungsi manajemen yang baik.

Langkah-langkah itu dikenal dengan fungsi-fungsi manajemen (Soeharto, 1997), yaitu:

1. Merencanakan(Planning)
2. Mengorganisasi (Organizing)
3. Mengisi jabatan (Staffing)
4. Mengarahkan (Directing)
5. Mengendalikan (Controlling)

Manajemen proyek sangat penting diterapkan di perusahaan, karena proyek yang sedang dikerjakan dapat berjalan sesuai rencana (Husen, 2009). Pada manajemen proyek, ada seorang manajer proyek yang bertugas mengelola atau mengatur kegiatan proyek. Seorang manajer proyek dapat mempunyai tanggung jawab untuk menangani lebih dari satu proyek yang berjalan dalam waktu yang bersamaan. Untuk melakukan tugasnya, seorang manajer proyek harus memantau pelaksanaan kegiatan proyek-proyek secara bergantian. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah, yaitu ketika manager proyek tidak bisa datang ke lapangan untuk memonitor pelaksanaan kegiatan proyek, sehingga kegiatan pemantauan pelaksanaan proyek dan koordinasi dalam proyek di lapangan tidak berjalan maksimal. Selain itu kesulitan lain juga dialami

estimator proyek untuk mengetahui anggaran biaya yang tersimpan dalam arsip.

Manajemen yang baik terkait dengan manajemen aktivitas seperti penjadwalan, pengelolaan human resource yang mana akan berujung pada estimasi biaya proyek yang perlu dianggarkan perusahaan. Perusahaan perlu berupaya untuk meningkatkan kualitas jasa yang diberikan dengan melalui pembuatan perencanaan yang terstruktur, sehingga lebih optimal dalam penggunaan sumber daya yang akan berdampak pada efisiensi kinerja internal perusahaan. Tanpa adanya manajemen proyek yang baik tersebut dapat menurunkan performa kerja perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan.

Menurut Dimiyati dan Nurjaman (2014), Manajemen proyek merupakan proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota organisasi serta sumber daya lainnya sehingga dapat mencapai sasaran organisasi telah ditentukan sebelumnya (Soeharto, 1999). Tujuan dari manajemen proyek adalah untuk dapat mengelola fungsi-fungsi manajemen hingga diperoleh hasil optimum sesuai dengan persyaratan yang ada dan telah ditetapkan serta untuk dapat mengelola sumber daya yang seefisien dan seefektif mungkin.

1. Biaya Proyek

Biaya proyek konstruksi (yang termasuk modal tetap) dapat dibagi dua, yaitu (Sutjipto et al, 1985):

- a. Biaya Langsung (Direct Cost) yang terdiri dari: Bahan/Material, Upah Buruh /Man Power, dan Biaya Peralatan/E- equipments.
- b. Biaya tak langsung (Indirect Cost) yang terdiri dari: Overhead, Biaya tak terduga/Contingencies, dan Keuntungan/ Profit.

2. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan menentukan kapan aktivitas-aktivitas dimulai, ditunda dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang ditentukan. Semua kegiatan dalam suatu proyek selanjutnya dihubungkan berdasarkan hubungan yang logis, sehingga membentuk suatu jaringan pekerjaan (network diagram) yang berisi lintasan-lintasan peristiwa dan kegiatan.

Pada saat ini teknik penjadwalan yang umum digunakan adalah:

- a. Bar Chart dengan kurva S
 - b. Network Planning (Jaringan Kerja)
 - Activity On Arrow (AOA)
 - ✓ Metode Jalur Kritis (CPM)
 - ✓ Metode Teknik Evaluasi dan Review Proyek (PERT)
 - Activity On Node (AON)
 - ✓ Metode Diagram Precedence (PDM)
3. Pengendalian Biaya

Pengendalian adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merencanakan sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisa kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dengan standar, kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran (Soeharto, 1997).

a. Pengendalian Pembiayaan

Yang dimaksud dengan pengendalian pembiayaan disini adalah bukan pengendalian biaya (cost control) dalam rangka menekan biaya pelaksanaan, tetapi merupakan kebijakan pembelanjaan melalui upaya-upaya agar realisasi biaya yang terjadi sesuai dengan kebutuhan pelaksanaan dan tidak berlebihan (over stock) dan membatasi seminimal mungkin kegiatan yang belum dapat ditagihkan pembayarannya.

b. Pengendalian Penerimaan

Yang dimaksud pengendalian penerimaan adalah suatu upaya agar realisasi penerimaan dapat sesuai dengan jadwal atau bahkan kalau mungkin lebih maju dari jadwal.

4. Analisa Akuntansi

Akuntansi dapat didefinisikan sebagai suatu proses pencatatan, penggolongan, peringkasan, pelaporan dan penganalisaan data keuangan dari suatu organisasi. Kegiatan pencatatan dan penggolongan adalah merupakan proses yang dilakukan secara rutin dan berulang-ulang setiap kali terjadi transaksi keuangan. Sedangkan

kegiatan pelaporan dan penganalisaan biasanya hanya dilakukan pada waktu-waktu tertentu. Untuk menghitung seberapa besar modal perusahaan mempergunakan modal kerjanya untuk menyelesaikan proyek tersebut, maka dipergunakan siklus akuntansi terdiri dari:

- a. Jurnal
- b. Buku Besar
- c. Neraca Saldo
- d. Neraca Lajur
- e. Laporan Laba Rugi
- f. Laporan Perubahan Modal
- g. Neraca

Yang dimaksud dengan pengendalian likuiditas proyek adalah suatu upaya untuk mengatur jadwal penerimaan dan pengeluaran uang secara tunai, selama proses pelaksanaan suatu proyek, sehingga dana pinjaman dapat dikendalikan dengan selayaknya. Pengertian lain adalah kemampuan seseorang atau perusahaan untuk memenuhi kewajiban atau utang yang segera harus dibayar dengan harta lancarnya.

Likuiditas diukur dengan rasio aktiva lancar dibagi dengan kewajiban lancar. Perusahaan yang memiliki likuiditas sehat paling tidak memiliki rasio lancar sebesar 100%. Ukuran likuiditas perusahaan yang lebih menggambarkan tingkat likuiditas perusahaan ditunjukkan dengan rasio kas (kas terhadap kewajiban lancar).

5. Analisa Varian Biaya

Analisa varian biaya adalah metode untuk mengendalikan biaya dan jadwal pada kegiatan konstruksi, di mana pada metode ini membandingkan jumlah biaya yang sesungguhnya dengan biaya yang dikeluarkan terhadap anggaran.

- a. Ada beberapa indikator yang diperlukan yaitu:
 - ACWP (Actual Cost of Work Performend) adalah jumlah biaya aktual dari pekerjaan yang telah dilaksanakan.
 - BCWP (Budgeted Cost of Work Performend) adalah indikator ini menunjukkan nilai hasil dari sudut pandang nilai

- pekerjaan yang telah diselesaikan, terhadap anggaran yang telah disediakan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.
- BCWS (Budgeted Cost of Work Scheduled) adalah indikator ini menunjukkan anggaran untuk satu paket pekerjaan, tetapi disusun dan dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan.
- b. Varian Biaya dan Varian Jadwal Terpadu.
- Varian ACWP V arian BCWS
 - Biaya (CV)
- c. Indeks Produktivitas dan Kinerja.
- Indeks kinerja biaya (CPI) = $BCWP / ACWP$
 - Indeks kinerja jadwal (SPI) = $BCWP / BCWS$

1.2 Aspek – Aspek Dalam Manajemen Proyek

Jadwal adalah salah satu parameter yang menjadi tolak ukur keberhasilan suatu proyek, selain itu anggaran biaya dan mutu juga termasuk di dalamnya. Penjadwalan suatu proyek perlu diperhatikan dalam manajemen proyek untuk menentukan durasi pekerjaan maupun kegiatan apa saja yang ada dalam proyek tersebut, serta menunjukkan durasi maupun urutan kegiatan proyek, sehingga terbentuklah penjadwalan yang logis dan realistis. Pada umumnya, penjadwalan proyek menggunakan perkiraan waktu yang pasti. Faktor penyebab ketidak pastian durasi tersebut diantaranya adalah produktivitas pekerja atau Sumber Daya Manusia, alam dan lain-lain.

Menurut Dimiyati (2014), beberapa aspek yang dapat diidentifikasi dan menjadi masalah dalam manajemen proyek serta membutuhkan penanganan yang cermat adalah sebagai berikut:

1. Manajemen Sumber Daya Manusia

Sukses atau tidaknya suatu proyek konstruksi tergantung efektifitas penggunaan sumber daya. Sedangkan sumber daya yang digunakan selama proses produksi adalah manusia, uang, metode, material dan mesin. Manusia dalam hal ini sebagai pekerja adalah salah satu

sumber daya yang sangat sulit dilakukan pengontrolannya. Upah yang diberikan sangat bervariasi tergantung dari kecakapan masing-masing pekerja, karena tidak ada satu pekerja yang sama karakteristiknya. Biaya pekerja adalah fungsi dari waktu dan metode konstruksi yang digunakan, sedangkan kepala proyek adalah orang yang bertanggung jawab terhadap pengendalian waktu konstruksi dan pemilihan metode konstruksi yang akan digunakan, (Ervianto, 2004). Pengendalian diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan, proses pengendalian berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik di dalam setiap tahap. Perencanaan dibuat sebagai bahan acuan bagi pelaksanaan pekerjaan. Pelaksanaan pekerjaan meliputi spesifikasi, jadwal dan anggaran. Dalam pengendalian waktu konstruksi peranan sumber daya dalam hal ini tenaga kerja sangat penting, penyediaannya sering terbatas, baik karena faktor kualitas maupun hal-hal lain. Merekrut, menyeleksi dan melatih tenaga kerja memerlukan biaya mahal dan waktu lama sebelum mereka siap pakai. Setelah mereka bergabung dengan proyek, tidak mudah untuk melepas dan memanggil kembali untuk bekerja sesuai dengan naik turunnya pekerjaan yang tersedia. Adapun menahan mereka untuk standby akan menelan biaya yang dipandang tidak efisien. Oleh karena itu, diusahakan jangan terjadi keperluan yang bersifat naik turun secara tajam (fluctuation), (Dimiyati, 2014)

2. Anggaran Biaya

Berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian biaya selama proyek berlangsung. Kegiatan estimasi adalah salah satu proses utama dalam proyek konstruksi untuk menjawab pertanyaan Berapa besar dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan, penyiapan dana dalam proyek konstruksi dibutuhkan dalam jumlah yang besar. Kegiatan estimasi merupakan dasar untuk membuat sistem pembiayaan dan jadwal pelaksanaan konstruksi, untuk meramalkan kejadian pada proses pelaksanaan serta memberi nilai pada masing-masing kejadian tersebut. Dalam melakukan kegiatan estimasi,

seorang estimator harus memahami proses konstruksi secara menyeluruh, termasuk jenis dan kebutuhan alat karena faktor tersebut dapat memengaruhi biaya konstruksi.

Menurut Soeharto (2001) pengendalian biaya merupakan langkah akhir dari proses pengelolaan biaya proyek, yaitu mengusahakan agar penggunaan dan pengeluaran biaya sesuai dengan perencanaan, berupa anggaran yang telah ditetapkan. Dengan demikian aspek dan objek pengendalian biaya akan identik dengan perencanaan biaya, sehingga berbagai jenis kegiatan di kantor pusat dan lapangan harus selalu dipantau dan dikendalikan agar hasil implementasinya sesuai dengan anggaran yang telah ditentukan. Kemudian ada juga komponen biaya proyek yang perlu dipertimbangkan sebelum proyek selesai dan siap dioperasikan, yaitu modal tetap (Fixed Capital). Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan. Modal tetap dibagi menjadi biaya langsung (Direct Cost) dan biaya tidak langsung (Indirect Cost)

3. Manajemen Produksi

Manajemen produksi dan manajemen proyek berbeda tetapi saling berkaitan. Manajemen produk dan proyek memenuhi kebutuhan bisnis yang berbeda. Manajemen produk membantu produk manajer dalam mengatur, mengembangkan, dan mengkomunikasikan strategi dengan CEO. Sementara Manajemen proyek membantu proyek manajer (dan pihak lain yang bertanggung jawab untuk membangun produk) serta melacak pelaksanaan strategi.

Manajemen produksi merupakan proses perencanaan yang efektif dan mengatur operasi bagian perusahaan yang bertanggung jawab atas transformasi aktual bahan menjadi produk jadi. Definisi ini menekankan proses transformasi input menjadi output tanpa mempertimbangkan faktor manusia yang terlibat dalam proses produksi. Manajemen Produksi juga menyangkut pengambilan keputusan yang terkait dengan proses produksi, sehingga barang dan

jasa diproduksi sesuai dengan spesifikasi, jumlah dan waktu yang tepat dengan biaya minimum.

Manajemen Produksi adalah seperangkat prinsip umum untuk ekonomi produksi, desain fasilitas, desain pekerjaan, desain jadwal, kontrol kualitas, kontrol inventaris, studi kerja dan kontrol biaya dan anggaran. Definisi ini menekankan kegiatan yang terlibat dalam manajemen produksi, jadi bisa dikatakan bahwa perencanaan produksi dan pengendaliannya adalah karakteristik utama manajemen produksi.

Manajemen proyek, bersifat dinamis dan tidak rutin, siklus pengerjaan relatif pendek, intensitas kegiatan berkekuatan, setiap kegiatan harus diselesaikan sesuai dengan anggaran dan jadwal yang telah ditetapkan, terdiri dari berbagai jenis kegiatan yang bervariasi dan terkadang membutuhkan pendekatan berbagai disiplin ilmu dalam proses pengerjaannya, kebutuhan sumber daya berubah-ubah, baik jenis maupun volumenya. Berkaitan dengan hasil akhir proyek, hasil akhir proyek negatif apabila proses perencanaan dan pengendaliannya tidak baik.

4. Efektivitas dan Efisiensi

Kegiatan manajemen konstruksi sebagai kegiatan yang terpadu dari unsur-unsur yang terkait di dalamnya, semua diarahkan untuk mencapai penyelesaian konstruksi secara efisien dan efektif berdasarkan langkah-langkah penting dalam manajemen yang dikaitkan dengan tahapan-tahapan dalam proses pembangunan industri konstruksi. Dalam penerapan manajemen konstruksi, kita kenal berbagai tahapan dan kelompok fungsi manajemen, diantaranya adalah:

- a. Perancangan (planning), yang meliputi: forecasting, sasaran, kebijakan, program, jadwal, prosedur dan anggaran.
- b. Pengorganisasian, yang meliputi identifikasi dan pengelompokan kerja, batasan dan pendelegasian wewenang/ tanggung jawab dan penciptaan hubungan kerja.

- c. Koordinasi, yang meliputi keseimbangan, keselarasan dan keterpaduan.
- d. Motivasi, yang meliputi pemilihan pelaksana, penilaian dan penghargaan, pendidikan dan latihan, pengarahan dan konsultasi.
- e. Pengawasan, yang meliputi standar karya, pengukuran, penilaian karya dan tindakan koreksi.

Pada suatu tahapan kegiatan pembangunan industri konstruksi, maka rancangan/desain yang harus dilaksanakan membutuhkan sumber daya yaitu tenaga manusia, uang, peralatan/tenaga mesin, bahan bangunan/material, dan metoda. Pada saat membangun pengaruh lingkungan sangat menentukan tinggi rendahnya biaya serta singkat atau panjangnya waktu pelaksanaan. Untuk menghasilkan bangunan yang efisien dan efektif dibutuhkan teknik pengelolaan proyek yang ditunjang oleh dasar-dasar manajemen, analisa, sistem, metoda, ekonomi teknik, teknik administrasi tata laksana proyek, rencana dan rancangan tata reka teknik sipil, teknik pengelolaan bangunan, metoda pelaksanaan bangunan, value engineering, metoda pengambilan keputusan, aspek hukum dalam pembangunan, dan lain sebagainya yang merupakan disiplin ilmu sebagai alat dalam melaksanakan pengelolaan. Dengan alat seperti tersebut di atas akan didapat cara teknik pengelolaan yang terarah, karena alat ini adalah merupakan cara pendekatan masalah engineering yang berhubungan mengenai analisa waktu, analisa biaya, cost control, quality control, critical path method, metoda pelaksanaan dan lain sebagainya yang berkaitan dengan pemanfaatan/pengendalian sumber daya dalam pembangunan industri konstruksi secara optimal untuk mencapai sasaran/target.

Penerapan sistem manajemen konstruksi dalam proses pembangunan industri konstruksi secara efektif dapat mengoptimalkan pengelolaan baik dari segi waktu, biaya maupun kualitas pembangunan. Efektifitas dan efisiensi penerapan sistem manajemen konstruksi dalam proses pembangunan industri konstruksi akan memberikan manfaat, ditinjau dari segi waktu didapat waktu penyelesaian proyek yang lebih cepat atau

penghematan waktu sebesar batasan alokasi waktu pelaksanaan fisik jika dibandingkan dengan sistem tradisional. Masalah ini dapat merugikan apabila fungsi produk yang dihasilkan tidak terpenuhi/tidak efektif atau faktor efisiensi tidak terpenuhi sehingga usaha produksi membutuhkan biaya besar.

5. Manajemen Mutu

Menurut organisasi internasional untuk standardisasi (ISO), mutu didefinisikan sebagai keseluruhan karakteristik dari suatu kesatuan yang membawa kepada kemampuan pencapaian standar kebutuhan yang disyaratkan. Manajemen mutu proyek merupakan suatu proses untuk memberikan jaminan bahwa hasil-hasil dari suatu proyek sesuai dengan standar atau sasaran yang telah ditetapkan.

a. Proses Manajemen Mutu

Proses dalam suatu manajemen mutu proyek terdiri atas:

- Perencanaan Mutu: mengidentifikasi standar mutu yang berkaitan dengan proyek dan bagaimana cara pencapaiannya.
- Jaminan Mutu: mengevaluasi keseluruhan pencapaian proyek untuk memastikan proyek tersebut sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan.
- Pengendalian mutu: monitoring proyek secara khusus untuk memastikan bahwa pelaksanaan proyek telah memenuhi standar mutu serta untuk mengidentifikasi cara meningkatkan mutu secara keseluruhan.

b. Manajemen Mutu Modern

- Menitikberatkan pada kepuasan pelanggan/stakeholder
- Menyukai pencegahan ke pemeriksaan
- Mengenal tanggung jawab manajemen untuk mutu, beberapa konsep manajemen mutu modern dikembangkan oleh pakar-pakar manajemen mutu seperti Deming, Juran, Crosby, Ishikawa, Taguchi, dan Feigenbaum.

c. Perencanaan Mutu

- Salah satu kegiatan penting dalam manajemen mutu adalah merancang mutu dan mengkomunikasikan faktor-faktor penting yang secara langsung berperan untuk memenuhi kebutuhan customer/stakeholder.
- Perancangan berdasarkan eksperimen akan membantu mengidentifikasi variabel yang mempunyai pengaruh pada keseluruhan hasil suatu proses dalam suatu proyek.
- Banyak aspek yang memengaruhi perancangan mutu seperti kemampuan, corak, keluaran sistem, pencapaian, keandalan, dan sebagainya.

d. Jaminan Mutu

- Jaminan mutu meliputi semua aktivitas yang berhubungan dengan bagaimana standar mutu untuk suatu proyek dapat dicapai.
- Sasaran dari jaminan mutu ini adalah adanya peningkatan mutu yang berkelanjutan.
- Benchmarking dapat digunakan untuk menghasilkan gagasan untuk peningkatan yang lebih baik dan punya nilai kualitas.

Manajemen Mutu Proyek adalah proses yang dilakukan untuk menjamin proyek dapat memenuhi kebutuhan yang telah disepakati melalui aturan-aturan mengenai kualitas, prosedur maupun guidelines.

Berkaitan dengan kualitas produk akhir yang akan meningkatkan daya saing serta memberikan kepuasan pelanggan.

Tahapan Manajemen Mutu Proyek:

- Perencanaan mutu: identifikasi standar kualitas yang relevan dengan proyek, dan menentukan cara memenuhi standar kualitas tersebut.
- Penjaminan Mutu Menjalankan prinsip bahwa pekerjaan yang sudah direncanakan mempunyai jaminan bahwa tim proyek sudah menjalankan semua proses yang dibutuhkan untuk memenuhi standar kualitas yang relevan.

- Pengendalian Mutu Memonitor hasil-hasil proyek yang spesifik untuk memeriksa apakah sudah memenuhi kualitas standar yang relevan dan sudah disepakati serta mengidentifikasi cara untuk meningkatkan kualitas secara menyeluruh.
- Audit mutu dapat digunakan untuk membantu mengidentifikasi bagaimana cara meningkatkan pencapaian atas proyek pada masa depan atau sekarang.

6. Waktu

Menurut (Santosa, 2008), bila tenaga ahli atau peralatan terbatas, atau pada saat yang sama beberapa proyek membutuhkan tenaga yang sama maka harus dilakukan pengaturan. Untuk itu harus dilakukan perataan agar tidak ada sumber daya yang dibiarkan (terutama tenaga kerja) setelah pada saat tertentu diperlukan.

Untuk melakukan penjadwalan waktu ada beberapa langkah yang bisa membantu:

- a. Buat jaringan kerja, sertakan waktu tiap aktivitas.
- b. Plot penggunaan sumber daya untuk setiap aktivitas, kemudian gambarkan jaringan kerja dan sumber daya yang dibutuhkan dalam grafik waktu, sumber daya, dengan menggunakan waktu paling awal ES (Earlies Start), EF (Earlies Finish).
- c. Bila sumber daya tak tersedia seperti yang dibutuhkan, tunda kegiatan dengan memanfaatkan Total Float (TF) yang ada untuk kegiatan yang bersangkutan.

Menurut (Dimiyati, 2014), pemerataan sumber daya dengan CPM (Critical Path Method) dapat dikerjakan dengan grafis. Pertama-tama membuat koordinat x dan y, pada y dicantumkan sumber daya, misalnya tenaga kerja, sedangkan sumbu x menunjukkan kurun waktu. Dicari jalur kritis dan float jaringan kerja dari proyek yang diteliti, kemudian komponen-komponen kegiatan proyek digambarkan pada koordinat yang telah disiapkan. Komponen kegiatan nonkritis diatur dan menggeser-geser (sebatas float yang tersedia) serta mengusahakan tidak terjadi fluctuation yang tajam.

Masalah waktu dapat menimbulkan kerugian biaya apabila pengerjaan proyek lebih lambat dari direncanakan dan sebaliknya akan menguntungkan apabila dapat dipercepat.

1.3 Fungsi Organisasi Dalam Manajemen Proyek

Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan pekerjaan anggota organisasi dan menggunakan semua sumber daya organisasi untuk mencapai sasaran organisasi yang sudah ditetapkan. (Stoner; 1994)

Pada organisasi kegiatan manajemen dibagi dalam beberapa bagian, termasuk di dalamnya manajemen personalia. Manajemen personalia adalah perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian atas pengadaan tenaga kerja, pengembangan, kompensasi, integrasi, pemeliharaan, dan pemutusan hubungan kerja dengan sumber daya manusia untuk mencapai sasaran perorangan, organisasi, dan masyarakat (Flippo; 1995).

Manajemen personalia mempunyai fungsi-fungsi yang dapat dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

1. Fungsi-fungsi manajemen

Fungsi manajemen terdiri dari perencanaan (planning), pengorganisasian (organizing), pengarahan (directing), dan pengendalian (controlling).

2. Fungsi-fungsi operasional

Pada fungsi operasional terdiri dari; pengadaan tenaga kerja (procurement), pengembangan (development), kompensasi, integrasi, pemeliharaan (maintenance), dan pemutusan hubungan kerja (separation).

Dari kedua fungsi ini dapat diketahui bahwa pengorganisasian termasuk ke dalam fungsi manajemen. Organisasi merupakan alat untuk mencapai tujuan, oleh karena itu manajemen personalia harus

menyusun struktur organisasi. Keuntungan dari pengorganisasian yang baik, antara lain:

- a. Menjelaskan siapa yang akan melakukan apa.
- b. Menjelaskan siapa yang memimpin siapa.
- c. Menjelaskan saluran-saluran komunikasi.
- d. Memusatkan sumber-sumber daya terhadap sasaran-sasaran.

3. Struktur Organisasi Fungsional

Proses ini meliputi perincian pekerjaan, pembagian pekerjaan dan koordinasi pekerjaan yang terjadi dalam suatu lingkup dan struktur tertentu. Soekanto (1983) membagi struktur organisasi menjadi lima kelompok yaitu struktur organisasi fungsional, struktur organisasi proyek, struktur organisasi matriks, struktur organisasi usaha (ventura) dan struktur organisasi tim kerja (task force).

Beberapa fungsi dari manajemen proyek menurut (Dimiyati dan Nurjaman, 2014), adalah:

a. Fungsi perencanaan (Planning)

Fungsi ini bertujuan dalam pengambilan keputusan yang mengelola data dan informasi yang dipilih untuk dilakukan di masa mendatang, seperti menyusun rencana jangka panjang dan jangka pendek, dan lain-lain.

2. Fungsi Organisasi (Organizing)

Fungsi organisasi bertujuan untuk mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang memiliki aktivitas masing-masing dan saling berhubungan, dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mencapai tujuan organisasi, seperti menyusun lingkup aktivitas lain.

b. Fungsi Pelaksanaan (Actuating)

Fungsi pelaksanaan bertujuan untuk menyelaraskan seluruh pelaku organisasi terkait dalam melaksanakan kegiatan/ proyek, seperti pengarahan tugas serta motivasi, dan lain-lain.

c. Fungsi Pengendalian (Controlling)

Fungsi pengendalian bertujuan untuk mengukur kualitas penampilan dan penganalisaan serta pengevaluasian kegiatan, seperti memberikan saran-saran perbaikan, dan lain-lain.

Dalam penyelenggaraan suatu proyek, kegiatan yang akan dihadapi sangat kompleks. Hal ini tentu memerlukan suatu manajemen yang baik sehingga pada akhirnya proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana. Pelaksanaan proyek harus diselenggarakan secara menyeluruh mulai dari perencanaan, pembangunan fisik, sampai dengan pemeliharaan yang melibatkan bermacam-macam unsur dan komponen pendukung, salah satu bagian dari manajemen proyek yang memegang peranan cukup penting adalah organisasi proyek. Sebuah proyek akan berhasil jika di dalamnya terdapat pengorganisasian yang baik. Pengorganisasian tersebut merupakan pengelolaan proyek dengan tujuan mengatur tahap-tahap pelaksanaan pekerjaan dalam mencapai sasaran. Sedangkan organisasi proyek merupakan suatu sistem yang melibatkan banyak pihak yang bekerja sama dalam melaksanakan serangkaian kegiatan. Oleh karena itu unsur-unsur yang terlibat dalam pengelolaan harus saling bekerja sama dan mempunyai rasa tanggung jawab terhadap tugas, kewajiban serta wewenang yang telah diberikan sesuai bidang dan keahlian masing-masing.

Keuntungan dari adanya Organisasi dalam suatu proyek adalah:

- a. Pekerjaan dapat dilaksanakan secara matang.
- b. Pekerjaan yang tumpang tindih dapat dihindari dengan dilaksanakannya pembagian tugas serta sesuai keahlian.
- c. Meningkatkan tanggung jawab pendayagunaan dana, fasilitas, serta kemampuan yang tersedia secara maksimal.

Pengendalian proyek adalah suatu sistem untuk mengawasi pelaksanaan proyek, agar pihak-pihak yang terlibat dalam proyek dapat berfungsi dan bekerja secara optimal, efisiensi waktu dan tenaga kerja. Pengendalian proyek tidak hanya dilakukan pada satu aspek saja, melainkan pada semua aspek yang memengaruhi jalannya pembangunan.

Pengendalian dalam setiap aspek dituntut untuk memberikan hasil yang optimal dan sesuai standar dan spesifikasi yang ada. Dengan demikian efisiensi, efektifitas waktu, mutu dan biaya dapat tercapai. Suatu keadaan yang menyimpang dari standar dan spesifikasi yang ada yang harus di atasi.

Unsur pengendalian proyek ada pelaksanaan pembangunan dari pihak kontraktor berusaha untuk mencapai unsur-unsur pengendalian proyek yaitu:

- a. Pengendalian Kualitas Bahan dan Pekerjaan
- b. Pengendalian Biaya
- c. Pengendalian Waktu

4. Organisasi Proyek

Organisasi proyek adalah sebagai sarana dalam pencapaian tujuan dengan mengatur dan mengorganisasi sumber daya, tenaga kerja, material, peralatan dan modal secara efektif dan efisien dengan menerapkan sistem manajemen sesuai kebutuhan proyek. Agar tujuan organisasi dapat dicapai, dilakukan proses sebagai berikut:

- a. Identifikasi dan pembagian kegiatan:
- b. Pengelompokan penanggung jawab kegiatan:
- c. Penentuan wewenang dan tanggung jawab:
- d. Menyusun mekanisme pengendalian:

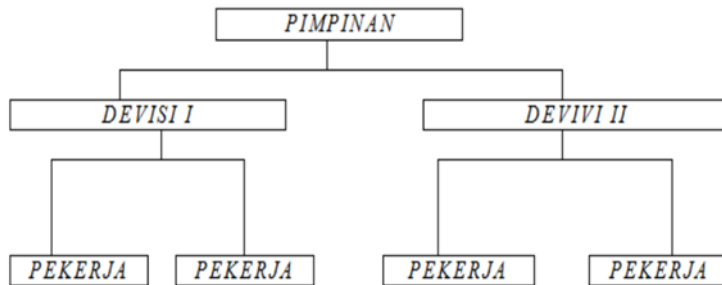
Untuk kategori Jenis Organisasi Proyek, Hobbs dan Menard (Hobbs, 1993) mengidentifikasi 7 faktor yang berpengaruh dalam pemilihan struktur organisasi manajemen proyek yakni:

- a. Ukuran proyek
- b. Kebijakan strategis
- c. Kebutuhan terhadap inovasi terbaru
- d. Kebutuhan terhadap integrasi (jumlah departemen yang terlibat)
- e. Kompleksitas lingkungan
- f. Konstrain waktu dan anggaran
- g. Stabilitas permintaan sumber daya

Dari sekian banyak organisasi yang ada, yang lazim dipergunakan dalam organisasi proyek adalah sebagai berikut:

a. Organisasi Garis (Line Organization)

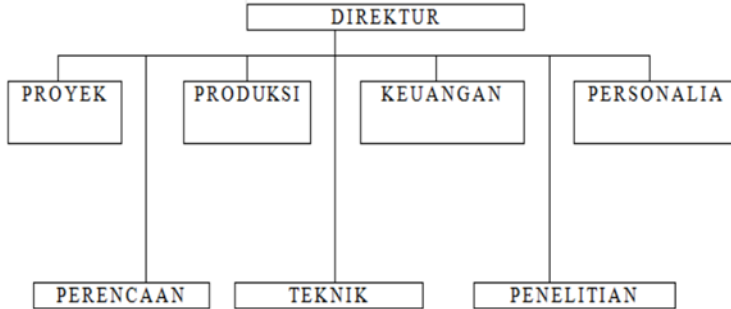
Sangat umum ditemui dalam pekerjaan konstruksi yang tidak terlalu besar. Ciri-ciri organisasi ini antara lain; tujuannya sederhana, jumlah personel sedikit, hubungan pimpinan dan anggotanya secara langsung. Organisasi ini hanya dapat berjalan dengan baik apabila pimpinan mempunyai kemampuan manajerial yang baik, karena semua kemajuan dan kemunduran tergantung pimpinan.



Gambar 1.1: Bagan Struktur Organisasi Garis

b. Organisasi Fungsional (Staff Organization):

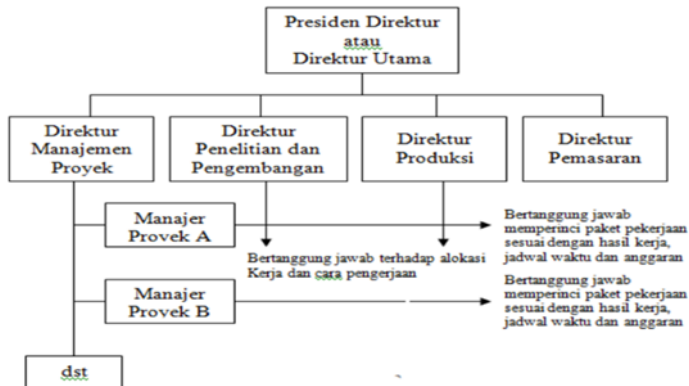
Organisasi yang memiliki susunan dari satuan-satuan yang menangani tugas-tugas spesifik sesuai dengan kebutuhan organisasi dan dilengkapi subordinat. Untuk itu organisasi jenis ini sering juga dijumpai pada lembaga swasta maupun kebanyakan organisasi lembaga birokrasi pemerintah. Ciri-ciri organisasi fungsional antara lain; pembagian tugas jelas dan tegas, tidak banyak memerlukan koordinasi, unit-unit organisasi berdasarkan spesialisasi kegiatan, dan level di bawah pimpinan puncak dapat langsung mempunyai wewenang memberikan perintah langsung pada unit-unit bawahan masing-masing.



Gambar 1.2: Bagan Organisasi Fungsional

c. Organisasi Matrik:

Organisasi matriks biasanya diciptakan berdasarkan kebaikan-kebaikan organisasi fungsional dan organisasi proyek. Para ahli/staf dihimpun berdasarkan fungsinya untuk mengerjakan proyek tertentu. Dalam hal ini dibentuk bagian manajemen proyek secara tersendiri. Dalam susunan organisasi matrik untuk setiap proyek diperkenalkan seorang koordinator. Koordinator tersebut masih bertugas dalam satuan organisasi atau departemen fungsionalnya. Namun disertai tanggung jawab penuh atas pelaksanaan proyek. Organisasi matrik membebankan susunan samping terhadap tata jenjang (hirarki) vertikal yang ada. Bentuk susunan organisasi matrik seperti gambar di bawah ini.



Gambar 1.3: Struktur Organisasi Matriks

Bab 2

Manajemen Waktu Proyek

2.1 Pendahuluan

Manajemen adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengendalian atau pengontrolan sumber daya untuk mencapai tujuan secara efisien dan efektif. Manajemen proyek adalah penerapan pengetahuan dan keahlian dalam penggunaan peralatan dan teknik atau metode dalam melakukan suatu kegiatan proyek untuk tujuan memenuhi kebutuhan dan kebutuhan proyek.

Manajemen proyek adalah keseluruhan proses perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi proyek dari awal (konsep) sampai akhir proyek untuk memastikan bahwa proyek disampaikan tepat waktu, biaya dan kualitas. Pelaksanaan suatu proyek memerlukan organisasi yang tertib dan cermat untuk dapat melaksanakan keseluruhan proyek. Tujuan keberadaan organisasi adalah agar pekerjaan dapat berjalan sesuai rencana dan mencapai hasil kerja yang sesuai dengan tujuan pembangunan. Mengerjakan proyek besar membutuhkan struktur organisasi yang rapi. Memang permasalahan yang muncul bersifat kompleks, menyeluruh, saling terkait dan membutuhkan kerjasama seluruh personil proyek agar pekerjaan dapat dilaksanakan dengan lancar dan efisien.

Manajemen waktu adalah tentang merencanakan, mengatur, mengaktifkan, dan mengendalikan produktivitas waktu. Manajemen waktu adalah tentang

produktivitas, yaitu hubungan antara output dan input. Sepertinya buang-buang waktu setelah fitur manajemen waktu. Merencanakan waktu proyek ke depan bukanlah hal yang sia-sia, tetapi sebaliknya memberikan panduan, arahan, dan bahkan pelacakan waktu.

Untuk aspek manajemen waktu yaitu menentukan jadwal proyek, mengukur dan melaporkan kemajuan proyek, membandingkan jadwal dengan kemajuan proyek aktual di lapangan, mengidentifikasi Dampak yang ditimbulkan dengan membandingkan jadwal dengan kemajuan di lapangan pada akhir penyelesaian proyek, menyusun rencana perawatan untuk mengurangi konsekuensi ini, dan kemudian memperbaharui jadwal proyek. Sedangkan aspek manajemen waktu itu sendiri merupakan proses berurutan yang saling terkait.

Tujuan utama dari manajemen waktu proyek adalah untuk memastikan bahwa pelaksanaan proyek dalam ruang lingkupnya dapat mencapai tujuan waktu proyek yang telah ditetapkan. Tujuan manajemen waktu adalah perencanaan jadwal proyek yang andal dan optimal untuk sumber daya dan biaya serta kontrol jadwal yang dapat mengidentifikasi keterlambatan lebih awal untuk manajemen yang efisien dan efektif.

2.2 Sistem Manajemen Waktu Proyek

Kegiatan manajemen waktu proyek dibagi menjadi dua bagian yaitu pada fase planning meliputi (Mendefinisikan Aktivitas, Pengurutan Aktivitas, Estimasi Lama Aktivitas, dan Penyusunan Jadwal Proyek), dan juga pada fase controlling yang meliputi kegiatan Pengendalian Jadwal Proyek.

1. Mendefinisikan Aktivitas

Merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan aktivitas atau pekerjaan apa saja yang akan dikerjakan pada proyek. Daftar aktivitas ini dapat mengacu pada WBS (Work Breakdown Structure) yang telah disusun sebelumnya pada manajemen scope. Aktivitas (Work Breakdown Structure) Proses penjadwalan diawali dengan mengidentifikasi aktivitas proyek. Setiap aktivitas diidentifikasi agar dapat dimonitor dengan mudah dan dapat dimengerti pelaksanaannya, sehingga tujuan proyek yang telah ditentukan dapat terlaksana sesuai dengan jadwal. Sebagaimana

penyusunan WBS, tim proyek dalam mendefinisikan aktivitas ini perlu juga melibatkan stakeholder yang lain untuk memastikan bahwa aktivitas-aktivitas telah terdefinisi secara lengkap untuk keberhasilan penyelesaian proyek. Dari definisi aktivitas ini pula, estimasi biaya, waktu dan kebutuhan sumberdaya lain dapat disusun.

2. Pengurutan Aktivitas

Membuat urutan aktivitas merupakan detail dari WBS, detail deskripsi produk, asumsi dan batasan-batasan untuk menentukan hubungan antar aktivitas. Terdapat 3 aturan dasar dalam menyusun urutan aktivitas, di mana ketiganya merupakan alat bantu yang biasanya digunakan dalam menyusun urutan aktivitas. Untuk skema yang menunjukkan hubungan logis atau urutan aktivitas-aktivitas proyek menggunakan AOA (activity-on-arrow) atau ADM (arrow diagramming method). Kegunaan alat bantu ini antara lain menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks, membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis, mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumberdaya.

Adapun metode yang umum digunakan, antara lain:

- a. Metode jalur kritis (CPM),
Menggunakan 1 (satu) angka estimasi bagi setiap kegiatan. CPM banyak digunakan oleh kalangan industri dan proyek-proyek engineering konstruksi.
- b. Teknik evaluasi dan review proyek (PERT)
Menggunakan 3 angka estimasi, bagi tiap kegiatan yaitu optimistic, pesimistik dan yang paling mungkin. Dengan memberikan rentang waktu ini PERT dapat menampung adanya unsur-unsur yang belum pasti, kemudian menganalisa kemungkinan kemungkinan sejauh mana proyek menyimpang atau memenuhi sasaran jadwal penyelesaian. Sehingga PERT lebih banyak digunakan pada proyek proyek penelitian & pengembangan yang seringkali memiliki unsur waktu yang belum pasti.

c. Metode Diagram Pendahuluan (PDM)

Menggunakan satu angka estimasi bagi tiap kegiatan. PDM menghasilkan jaringan kerja yang lebih sederhana dari CPM dan PERT, terutama untuk proyek yang kegiatannya perlu dipecah menjadi sub-kegiatan.

Penyusunan urutan kegiatan adalah bagaimana meletakkan kegiatan tersebut di tempat yang benar, apakah harus bersamaan, setelah pekerjaan yang lain selesai atau sebelum pekerjaan yang lain selesai. Pada penyusunan urutan kegiatan sendiri ada beberapa informasi yang harus diperhatikan, yaitu Technological constraints, Managerial constraints, dan External constraints.

3. Estimasi Lama Aktivitas

Setelah mendefinisikan aktivitas serta urutannya, langkah selanjutnya dalam manajemen adalah mengestimasi durasi yang dibutuhkan oleh aktivitas-aktivitas tersebut. Di mana durasi adalah jumlah aktual waktu yang dibutuhkan untuk bekerja ditambah dengan waktu, atau panjangnya waktu pekerjaan mulai dari start sampai finish. Ada 2 pendekatan dalam menentukan durasi aktivitas, yaitu pendekatan teknik dan pendekatan praktik, sedang effort adalah jumlah hari atau jumlah jam yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dan orang yang melakukan/bertanggung jawab dengan sebuah aktivitas/pekerjaan sebaiknya turut serta dalam mengestimasi durasi aktivitas, sedang para ahli memberi masukan dan mengevaluasi hasilnya.

4. Penyusunan Jadwal Proyek

Penjadwalan proyek adalah daftar urutan waktu operasional proyek yang berguna sebagai pokok garis pedoman pada saat proyek dilaksanakan. Tujuan memecah lingkup aktivitas dan menyusun urutannya antara lain untuk meningkatkan akurasi kurun waktu penyelesaian proyek (Clough dan Sears, 1991).

Macam-macam dari schedule dapat dibagi menjadi 2 yaitu Bagan Balok dan Jaringan Kerja (CPM). Di mana keduanya mempunyai kelebihan dan kekurangan masing masing. Selain itu terdapat

perpaduan antara GANTT /BAR chart dengan Jaringan Kerja yang disebut TimeBased Diagram.

5. Mengukur dan Membuat Laporan Kemajuan Proyek (Monitoring)
Evaluasi kemajuan proyek tergantung pada akurasi pengukuran dan pembuatan laporan di lapangan (Brandon dan Gray, 1970). Laporan kemajuan di lapangan adalah dokumen yang sangat penting dalam menganalisis kemajuan pada akhir penyelesaian proyek. Laporan-laporan yang diperlukan meliputi persentase penyelesaian proyek pada tiap-tiap aktivitasnya (Clough dan Sears, 1991).

2.3 Faktor Penghambat Proyek

Hambatan cenderung bersifat negatif yaitu memperlambat kecepatan seseorang dalam menyelesaikan sesuatu. Dalam pelaksanaan kegiatan seringkali terdapat beberapa hal yang menjadi penghambat pencapaian tujuan, baik dalam pelaksanaan program maupun dalam hal mengembangkan. Eksekusi proyek dilakukan dengan mengacu pada rencana proyek yang telah ditetapkan. Seluruh personil yang bertanggung jawab atas pelaksanaan proyek, mulai dari project manager sampai level paling bawah, harus bekerja sama sebaik mungkin sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Terkadang ada kemunduran atau hambatan selama pelaksanaan proyek. Memang, secara konseptual, keterbatasan atau hambatan ini telah diperhitungkan saat melakukan studi atau studi kelayakan proyek dan saat melakukan tahap perencanaan proyek. Namun, tidak jarang beberapa hambatan atau kendala didorong oleh faktor-faktor di luar kendali perencanaan, seperti perubahan harga bahan baku atau adanya peraturan Pemerintah. Di sinilah fungsi monitoring dan evaluasi berkala memiliki fungsi untuk memastikan hal tersebut konsistensi pelaksanaan proyek dengan rencana yang dikembangkan.

Banyak faktor yang bisa menghambat pelaksanaan proyek konstruksi. Bertarung menjalankan proyek secara langsung waktu tanpa hambatan internal menjadikannya tujuan yang terpenting. Pengalaman di proyek konstruksi, hambatan dan kendala dalam pelaksanaannya sedang dalam kondisi yang sangat buruk diinginkan, karena akan sangat merugikan semua bagian. Setiap konstruksi memiliki rencana implementasi khusus, kapan pelaksanaan proyek harus dimulai, kapan dan bagaimana. Proyek juga akan dilakukan penyediaan

sumber daya. Rencana pelaksanaan proyek mengacu pada dengan kondisi dan penawaran tepat waktu rencana eksekusi dibuat, karena ini masalah akan muncul jika tidak ada kesesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan fakta nyata. Masalah orang yang akan menjadi penghalang harus dihindari untuk melaksanakan proyek pembangunan dapat berjalan dengan lancar.

1. Faktor material

Menurut Ervianto (2004) menyatakan pemakaian material merupakan bagian terpenting yang mempunyai persentase cukup besar dari total biaya proyek. Biaya material menyerap 50%-70% dari biaya proyek, biaya ini belum termasuk biaya penyimpanan material. Untuk menjamin manajemen material yang benar, setiap proses berikut ini harus benar-benar dilaksanakan secara efektif. Kegagalan dalam menjalankan satu proses atau lebih akan menyebabkan kegagalan menyeluruh dari manajemen material dan akan menghasilkan sebuah proyek konstruksi yang mahal. Adapun proses dalam manajemen material adalah sebagai berikut: pemilihan material, pemilihan pemasok material, pembelian material, pengiriman material, penerimaan material, penyimpanan material, pengeluaran material, menjaga tingkat persediaan.

2. Faktor desain dan perencanaan

Kesalahan desain sering terjadi karena tidak akuratnya hasil survei lapangan (Rita dkk. 2017). Hasil survei lapangan diperlukan untuk mengumpulkan informasi-informasi yang akurat yang diperlukan dalam desain jalan. Beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam desain jalan antara lain klasifikasi jalan, karakteristik jalan, karakteristik lalu lintas, dampak lingkungan, ekonomi dan keselamatan lalu lintas (Sugeng, 2014). Kesalahan desain akibat survei lapangan tidak memadai dapat menyebabkan kegagalan proyek (Rita dkk. 2017).

3. Faktor pelaksanaan dan hubungan kerja

Pada proyek dengan ukuran dan kompleksitas besar, yang melibatkan banyak organisasi dan banyak kegiatan yang saling terkait, maka timbul masalah kesulitan koordinasi dan komunikasi. Kesulitan dapat pula timbul karena kerumitan pendefinisian struktur organisasi

proyek yang dibuat oleh perencana. Komunikasi antara kontraktor dan pemilik merupakan faktor salah satu penyebab keterlambatan proyek konstruksi. Komunikasi antara kontraktor dan pemilik dapat menjadi masalah jika terjadi kurangnya komunikasi antara keduanya yang menyebabkan seringnya terjadi kesalahpahaman antara keinginan pemilik dengan hasil pekerjaan yang dilakukan oleh kontraktor. Komunikasi yang buruk antara pekerja dan lembaga pengawas menjadi faktor kesembilan penyebab keterlambatan proyek konstruksi. Komunikasi yang kurang baik antara pekerja dengan badan konsultan dapat muncul karena otoritas pengawas meremehkan pekerja, membiarkan pekerja bekerja tanpa instruksi yang jelas dan akan menimbulkan kesalahpahaman dalam pekerjaan antara harapan kontraktor dan kinerja pekerja. Koordinasi dan komunikasi yang tidak berkesinambungan dan tidak melibatkan organisasi yang terlibat akan mengakibatkan kesalahan informasi sehingga informasi yang disampaikan tidak tepat.

4. Faktor peralatan

Peralatan di lapangan sering rusak karena perawatan alat yang tidak memadai atau umur alat sudah tua. Rusaknya alat akan mengganggu proses pekerjaan yang menggunakan alat sebagai alat bantu. Selain kerusakan peralatan dan kekurangan peralatan, kemampuan mandor atau operator yang kurang dalam berkomunikasi dengan para pekerja dalam penggunaan peralatan di lapangan juga memiliki peran penting di lapangan. Terdapat juga faktor keterlambatan pengiriman peralatan dari suatu lokasi ke lokasi lainnya, yang menyebabkan bertambahnya waktu pengerjaan proyek. Produktivitas peralatan merupakan faktor penentu dalam estimasi waktu pelaksanaan proyek, hal ini dikarenakan produktivitas peralatan berbanding terbalik dengan waktu pelaksanaan proyek.

5. Faktor kondisi dan keadaan di lapangan

Manajemen lapangan kontraktor yang tidak profesional. Apabila manajemen lapangan kontraktor tidak profesional sangat merugikan kontraktor itu sendiri dan memengaruhi keseluruhan pekerjaan.

Komunikasi antara pihak yang terlibat di lapangan juga akan dipengaruhi oleh manajemen lapangan (Kurniawan dan Mulyono, 2018). Manajemen lapangan yang tidak profesional kadang kala menyebabkan instruksi kerja tidak terarah. Kadang kala ketika dilakukan anwijing kondisi lapangan sering diabaikan dan bahkan sering para penawar menganggap kondisi lapangan baik atau paling tidak sama dengan kondisi lapangan pada pekerjaan yang sering dikerjakannya. Padahal setiap pekerjaan konstruksi jalan sering berbeda kondisi topografi dan jenis tanah yang dijadikan trase jalan. Dengan kondisi lapangan yang berbeda maka cara kerja akan berbeda untuk setiap kondisi yang berbeda.

6. Faktor di luar kemampuan kontraktor rendahnya kualitas sumber daya manusia kontraktor. Ada 2 jenis sumber daya pada pekerjaan jalan; sumberdaya manusia bersifat teknis dan bersifat non teknis. Sumberdaya teknis merupakan sumberdaya yang sangat menentukan dalam pekerjaan jasa konstruksi. Jika kualitas sumberdaya teknis kurang baik akan menyebabkan terganggu proses kerja. Sumber Daya manusia non teknis berupa tenaga kerja yang bekerja pada administrasi proyek. Menurut Adi Wijaya (2017), kualitas sumberdaya manusia pada pekerjaan perkerasan jalan tidak hanya menjadi penentu dalam merancang dan membangun tetapi juga mengawasi dan memantau kinerja jalan.

2.4 Analisis Terhadap Pelaksanaan Manajemen Waktu

Konstruksi adalah bentuk kegiatan yang dilakukan di waktu terbatas, dengan sumber daya tertentu, untuk mendapatkan hasil dalam bentuk bangunan atau infrastruktur. Kesuksesan Proyek konstruksi sangat mengandalkan tenaga kerja antara pihak-pihak yang terlibat in-house yaitu pemilik gedung, konsultan perencana, kontraktor dan konsultan pengawasan. Berdasarkan

keberhasilan pelaksanaan proyek pembangunan irigasi khususnya sangat bergantung pada tentang sistem manajemen kontrol dan pelaksanaan dukungan pemantauan tujuan proyek. Tapi karena itu kompleksitas pelaksanaan proyek dan motivasi masalah yang berbeda sumber daya manusia, material dan manusia peralatan, kondisi lokasi, keahlian pemasok service dan banyak kendala lainnya, maka bisa menghambat pelaksanaan proyek konstruksi. Keterlambatan pelaksanaan proyek biasanya memiliki hasil yang sama merugikan baik pemilik maupun kontraktor, sebagai akibat dari keterlambatan tersebut, perdebatan kontroversial tentang apa dan siapa adalah penyebabnya, itu juga persyaratan waktu dan biaya tambahan.

1. Membandingkan Jadwal dengan Kemajuan di Lapangan
Menganalisa atau mengevaluasi tidak hanya dilakukan pada akhir proyek saja, tapi bisa juga dilakukan sewaktu-waktu apabila proyek telah terlihat ketinggalan dari jadwalnya (Smith, 2000). Setelah menerima laporan kemajuan di lapangan, informasi yang didapat kemudian dibandingkan dengan penjadwalan proyek.
2. Merencanakan dan Menerapkan Tindakan Pembetulan (Plan and Implement Corerective Action)
Apabila hasil analisis menunjukkan adanya adanya indikasi penyimpangan yang cukup berarti, maka perlu dilakukan langkah-langkah pembetulan. Tindakan pembetulan dapat berupa:
 - a. Realokasi sumber daya
 - b. Menambah jumlah tenaga kerja
 - c. Jadwal alternative (lembur, shift)
 - d. Membagi-bagi pekerjaan ke subkontraktor
 - e. Merubah metode kerja
 - f. Work Splitting (Pembagian pekerjaan dengan durasi yang lama)
3. Memperbaharui Penjadwalan Proyek (Update Operational Schedule)
Tujuan dasar dari updating adalah menschedule ulang pekerjaan yang sudah dilakukan dengan menggunakan status proyek yang aktual sebagai awal mula penentuan ulang schedule proyek.

Keterlambatan proyek konstruksi menyebabkan terjadinya pembengkakan biaya, penambahan (pemborosan) waktu dan pelanggaran kontrak. Strategi dan manajemen waktu sangat diperlukan guna mengatasi keterlambatan dan

dampaknya pada pekerjaan jalan di Sumatera Barat, sehingga tidak terjadi lagi kelangkaan material, lahan dapat dipakai pada waktunya sehingga tidak terjadi penambahan waktu dan biaya serta kontrak kerja tidak dilanggar.

Keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan konstruksi memberikan efek domino terhadap proyek dan lingkungan sekitarnya. Keterlambatan proyek konstruksi dapat diartikan tidak terpenuhinya waktu penyelesaian pekerjaan konstruksi sesuai dengan yang tertera pada kontrak konstruksi. Terlambat dari waktu yang ditetapkan dalam kontrak dapat menimbulkan banyak masalah dan dampak yang kurang baik bagi penyelenggara jasa konstruksi dan saling klaim. Keterlambatan proyek konstruksi disebabkan oleh banyak faktor dan dapat mengakibatkan kerugian material dan moril. Dengan mempertimbangkan bahwa dampak yang diberikan sangat merugikan dari keterlambatan, maka usaha-usaha untuk mengurangi hambatan pada pelaksanaan proyek irigasi khususnya sangat diperlukan.

Bab 3

Manajemen Biaya Proyek

3.1 Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen melibatkan proses perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengendalian aktivitas anggota dan sumber daya yang ada agar mencapai tujuan yang telah ditetapkan oleh organisasi atau perusahaan. Sementara itu, manajemen proyek melibatkan perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengendalian sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan jangka pendek yang telah ditetapkan, dengan menggunakan pendekatan sistem dan mengikuti hirarki kegiatan yang berjalan secara vertikal dan horizontal (Kerzner, 1982).

Menurut (Anthony & Govindarajan, 1998) proyek adalah rangkaian tindakan yang dimaksudkan untuk mencapai suatu tujuan akhir yang telah ditetapkan, dan memiliki tingkat kepentingan yang memerlukan perhatian dari pihak manajemen.

3.2 Fungsi Manajemen

Fungsi manajemen adalah unsur-unsur pokok yang tetap ada dan terhubung erat dalam proses manajemen yang menjadi panduan dalam menjalankan

kegiatan guna mencapai tujuan. Terdapat lima fungsi manajemen, yaitu perencanaan (planning), pengorganisasian (organizing), pengelolaan sumber daya manusia (staffing), pelaksanaan (actuating), dan pengendalian (controlling) (Djoko, 2004).

1. Perencanaan (Planning) merupakan tahap awal dalam manajemen yang melibatkan konsep sederhana yang mendasar, yang ditandai dengan prosedur dan proses yang timbul dari pemikiran mendalam dan intuisi yang diperlukan dalam setiap organisasi dan bagian organisasi.
2. Pengorganisasian (organizing) melibatkan kegiatan mengatur sumber daya yang tersedia dengan cara yang teratur, sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Dalam konteks proyek, penting untuk mengorganisir proyek tersebut sesuai dengan tugas dan pekerjaan yang ada. Untuk mencapai hal ini, dibuatlah Struktur Pembagian Kerja yang memiliki beberapa tingkat, sehingga pekerjaan yang harus dilakukan oleh setiap unit atau bagian dapat didefinisikan dan diukur dengan jelas.
3. Pengisian staf (staffing) melibatkan kegiatan seleksi individu-individu yang merupakan sumber daya paling berharga, yang memiliki keahlian yang benar-benar sesuai dengan bidangnya, untuk melaksanakan tugas-tugas yang telah ditetapkan, seperti desain, koordinasi, dan pelaksanaan proyek itu sendiri.
4. Pelaksanaan (actuating) adalah kegiatan menyelesaikan proyek dengan mengacu pada rencana yang telah dibuat, dan dilakukan oleh setiap individu sesuai dengan keahliannya dalam suatu struktur organisasi yang jelas dan dapat diukur.
5. Pengendalian (controlling) adalah sistem pengawasan yang bertujuan untuk mengukur, melaporkan, dan meramalkan berbagai aspek proyek, termasuk cakupan, anggaran, dan jadwal. Tujuan dari pengendalian adalah untuk memantau kemajuan proyek dan mengidentifikasi penyimpangan dari tahap pelaksanaan, sehingga langkah-langkah yang tepat dapat diambil untuk menanggapi perubahan tersebut.

3.3 Manajemen Biaya

Manajemen biaya proyek (project cost management) melibatkan segala proses yang diperlukan dalam pengelolaan proyek guna memastikan pencapaian proyek sesuai dengan anggaran biaya yang telah disepakati. Fokus utama dari manajemen biaya proyek adalah mengendalikan biaya yang terkait dengan sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.

1. Perencanaan sumber daya

Perencanaan sumber daya adalah langkah yang dilakukan untuk menentukan jenis dan jumlah sumber daya yang diperlukan, seperti tenaga kerja, peralatan, dan bahan material, guna menjalankan aktivitas proyek. Proses ini erat kaitannya dengan estimasi biaya proyek.

2. Estimasi biaya

Estimasi biaya adalah proses untuk mengestimasi jumlah biaya yang akan dikeluarkan untuk memperoleh sumber daya yang diperlukan guna menyelesaikan proyek. Jika proyek dilaksanakan melalui kontrak, penting untuk membedakan antara estimasi biaya dan nilai kontrak. Estimasi biaya melibatkan perhitungan kuantitatif dari biaya-biaya yang mungkin timbul dalam proses penyelesaian proyek. Sementara itu, nilai kontrak merupakan keputusan bisnis yang mencerminkan pertimbangan berbagai faktor, termasuk estimasi biaya yang dihasilkan dari proses estimasi tersebut.

3. Pengalokasian Biaya

Pengalokasian biaya adalah proses menentukan bagaimana biaya akan dialokasikan untuk setiap aktivitas dalam estimasi biaya keseluruhan. Melalui proses ini, cost baseline dibentuk yang berfungsi sebagai acuan untuk mengevaluasi kinerja proyek.

4. Pengawasan Biaya

Pengawasan biaya dilakukan untuk mengidentifikasi apakah biaya aktual pelaksanaan proyek mengalami penyimpangan dari rencana atau tidak. Semua penyebab penyimpangan biaya harus didokumentasikan dengan baik agar langkah-langkah perbaikan dapat

diambil. Pengawasan biaya juga melibatkan pemeriksaan dan koreksi yang dilakukan selama proses implementasi proyek.

3.4 Jenis Estimasi Biaya Proyek

Estimasi biaya memiliki peran penting dalam pelaksanaan proyek. Estimasi biaya digunakan untuk menentukan jumlah biaya yang diperlukan dalam pembangunan proyek atau investasi, dan berfungsi sebagai alat pengendalian sumber daya yang terlibat dalam proyek tersebut. Estimasi biaya secara erat terkait dengan analisis biaya, yang melibatkan evaluasi biaya dari kegiatan sebelumnya yang digunakan untuk menyusun perkiraan biaya.

Dalam konteks pekerjaan proyek, biaya dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Biaya langsung (Direct Cost)

Menurut pendapat (Asiyanto, 2005) secara umum, biaya langsung dalam proyek dapat dibagi menjadi lima kategori utama, yaitu:

- a. Biaya bahan material
- b. Biaya upah kerja
- c. Biaya alat
- d. Biaya subkontraktor

Selain itu, biaya lainnya biasanya memiliki proporsi yang relatif kecil. Namun, jika jumlahnya cukup signifikan untuk dikendalikan, biaya tersebut dapat diuraikan lebih rinci sebagai berikut:

- a. Biaya persiapan dan penyelesaian
- b. Biaya overhead proyek dan lain-lain.

2. Biaya tidak langsung (Indirect Cost)

Adalah semua biaya yang tidak secara langsung terkait dengan kegiatan proyek. Biaya ini umumnya terjadi di luar lingkup proyek. Biaya tidak langsung mencakup biaya pemasaran, pajak, biaya risiko, keuntungan kontraktor, dan lain sebagainya. Biaya tidak langsung cenderung memiliki nilai yang relatif kecil dibandingkan dengan biaya langsung, sehingga sering disebut sebagai biaya tetap (fix cost).

Biaya tetap ini didistribusikan ke seluruh proyek yang sedang berlangsung. Oleh karena itu, saat menghitung total biaya proyek, biaya tetap perusahaan akan ditambahkan. Biasanya, pembebanan biaya ini ditetapkan sebagai persentase dari biaya langsung proyek yang sedang dikerjakan. Meskipun bersifat tetap, pengendalian harus tetap dilakukan agar tidak melebihi anggaran yang telah ditetapkan.

3. Biaya kesempatan yang hilang (Opportunity Cost)

Merupakan potensi keuntungan yang hilang jika proyek mengalami keterlambatan penyelesaian. Keuntungan ini dapat diperoleh jika proyek dapat diselesaikan tepat waktu. Biaya kesempatan yang hilang akan meningkat seiring dengan penundaan waktu proyek.

3.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB atau rencana anggaran biaya merupakan serangkaian proses perencanaan yang terkait dengan pembangunan. Perencanaan anggaran biaya bangunan dilakukan sebelum dimulainya pekerjaan. Untuk menghitung anggaran biaya bangunan, diperlukan analisis dan perhitungan yang terperinci mengenai jumlah bahan yang akan digunakan dan upah kerja yang dibutuhkan. Untuk mempermudah perhitungannya, setiap jenis pekerjaan perlu dikalkulasikan volumenya. Berdasarkan perhitungan tersebut, akan dibuat total harga bahan dan upah kerja untuk setiap jenis pekerjaan yang terkait (Zainal, 2005).

Aktivitas proyek merujuk pada kegiatan atau tindakan yang dilakukan secara sementara dan memiliki batasan waktu tertentu. Aktivitas ini melibatkan alokasi sumber daya yang ditentukan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang telah ditentukan dengan jelas kriterianya (Soeharto, 1999).

RAB (Rencana Anggaran Biaya) untuk suatu bangunan dapat berbeda jika bangunan tersebut dibangun di lokasi yang berbeda, karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah. Secara umum, penyusunan anggaran biaya dapat dijelaskan sebagai berikut:

$RAB = \text{Jumlahkan (Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan)}$

Dalam perhitungan anggaran biaya, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan. Pertama, menghitung volume pekerjaan di mana semua item

pekerjaan diukur mulai dari pekerjaan persiapan hingga penyelesaian (finishing). Kemudian, melakukan analisis setiap pekerjaan (HSP) untuk menentukan harga satuan. Selanjutnya, mengalikan volume pekerjaan dengan analisis harga satuan untuk menghitung RAB. Terakhir, membuat rekapitulasi biaya dengan menjumlahkan semua item pekerjaan dari persiapan hingga finishing untuk mendapatkan estimasi biaya.

3.6 Tujuan RAB

1. Menyusun estimasi biaya total pekerjaan yang merinci setiap item pekerjaan yang akan dilakukan. RAB harus mencakup total upah kerja, material, peralatan, dan juga biaya lainnya yang diperlukan seperti perizinan, kantor atau gudang sementara, air dan listrik kerja, serta komponen lainnya.
2. Menentukan daftar dan jumlah material yang diperlukan untuk proyek tersebut.
3. Menjadi dasar untuk memilih kontraktor yang akan melaksanakan proyek.
4. Menguraikan peralatan yang diperlukan selama pelaksanaan proyek.

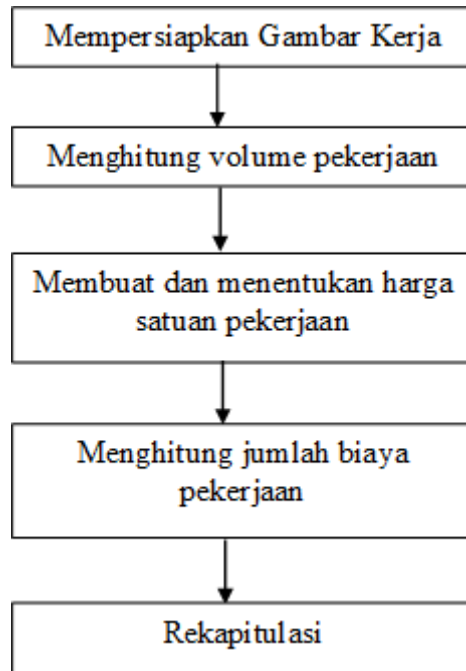
3.7 Tahapan Penyusunan Rencana Anggaran Biaya

Sebelum melakukan perhitungan anggaran biaya, penting untuk mengetahui tujuan dan waktu pembuatan anggaran biaya. Hal ini akan memengaruhi sistem, metode, dan hasil yang diharapkan dari penyusunan anggaran biaya. Meskipun didasarkan pada prinsip yang sama, sistem atau metode penyusunan anggaran biaya dapat berbeda-beda.

Terdapat dua jenis penyusunan anggaran biaya, yaitu:

1. Anggaran biaya kasar
2. Anggaran biaya teliti

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) secara sederhana dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap persiapan dan penyusunan RAB. Secara umum, proses penyusunan RAB dapat dilihat melalui diagram berikut:



Gambar 3.1: Tahap Penyusunan RAB

3.8 Komposisi Biaya Proyek

1. Biaya pembelian material dan peralatan.

Material dan peralatan ini dapat terdiri dari peralatan utama, peralatan konstruksi, material curah dan lain-lain yang perlu dibeli untuk mendirikan proyek. Tersedia berbagai cara untuk mendapat angka perkiraan biaya pembelian material dan peralatan di atas, yang terpenting di antaranya adalah:

- a. Salah satu metode adalah dengan mengalikan perkiraan jumlah material yang dibutuhkan dengan harga satuan per unitnya.

Biasanya, metode ini digunakan untuk memperkirakan biaya pembelian material curah seperti pipa, semen, kabel listrik, dan lain-lain.

- b. Metode lainnya melibatkan kombinasi buku petunjuk, katalog, gambar teknik, dan catatan-catatan pembelian sebelumnya. Metode ini digunakan terutama untuk memperkirakan biaya pembelian peralatan proyek.
- c. Metode lain yang digunakan adalah berdasarkan harga penawaran dari pabrik atau bengkel yang memproduksi peralatan atau barang yang diperlukan. Metode ini melibatkan peninjauan harga dari pihak-pihak yang memproduksi peralatan atau bahan tersebut.

Untuk memberikan perkiraan angka yang paling akurat, digunakan cara yang disebutkan pada item (c). Agar dapat melakukan ini dengan tepat, diperlukan spesifikasi, kriteria, dan gambar-gambar engineering yang lengkap.

Biaya material dan peralatan sangat tergantung pada mutu atau spesifikasi yang diinginkan. Oleh karena itu, sebelum melakukan pembelian, perlu dilakukan evaluasi yang seksama untuk memastikan bahwa spesifikasi yang telah ditentukan dipilih dengan tepat, sesuai dengan kebutuhan proyek, dan tidak berlebihan maupun kurang. Setelah penentuan spesifikasi dan kriteria diselesaikan, langkah berikutnya adalah menghitung jumlah atau kuantitas material dan peralatan yang akan dibeli. Perhitungan ini didasarkan pada gambar design engineering yang memenuhi spesifikasi dan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya.

Dengan memiliki spesifikasi, kriteria, dan gambar-gambar engineering yang lengkap dan sesuai, cara ini dapat memberikan perkiraan angka biaya yang paling akurat dari pabrik atau bengkel pembuatan. Dengan begitu, pembelian material dan peralatan dapat dilakukan secara tepat sesuai dengan kebutuhan proyek, menghindari pemborosan dan memastikan kesesuaian dengan persyaratan yang telah ditetapkan.

2. Biaya untuk upah tenaga kerja

Besar upah tenaga kerja dinyatakan dalam rupiah per jam-orang, rupiah per hari-orang, rupiah per minggu-orang, dan bentuk lainnya.

Upah tersebut dikelompokkan ke dalam berbagai golongan berdasarkan faktor-faktor seperti tingkat pengalaman, keterampilan, pelatihan, pendidikan, dan lain-lainnya. Variasi upah sangat tergantung pada faktor-faktor yang telah disebutkan sebelumnya, serta faktor-faktor lainnya seperti lokasi geografis, waktu, dan hal-hal seperti lembur dan hari-hari besar. Ada berbagai cara untuk memperkirakan besar biaya upah buruh, di antaranya adalah sebagai berikut:

- a. Salah satu cara adalah dengan menggunakan petunjuk dan data-data dari buku (manual) handbook. Untuk melakukan ini, diperlukan rincian yang spesifik tentang berbagai macam pekerjaan yang akan dilakukan.
- b. Metode man-loading merupakan suatu pendekatan untuk memperkirakan besar biaya tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu kegiatan tertentu. Pendekatan ini didasarkan pada pengkajian yang sistematis dari lingkup kegiatan, peralatan yang akan digunakan, dan lokasi kegiatan yang akan dikerjakan. Selanjutnya, dihitung jumlah dan komposisi (manpower mix) tenaga kerja yang dibutuhkan dan dikalikan dengan satuan biaya yang relevan.

Metode yang disebutkan pada butir (b) menghasilkan perkiraan biaya yang lebih akurat daripada metode pada butir (a). Namun, untuk menggunakan metode tersebut, diperlukan usaha yang lebih besar.

Salah satu tantangan terbesar dalam menyusun perkiraan biaya adalah menentukan standar upah tenaga kerja. Standar ini umumnya ditetapkan berdasarkan tingkat efisiensi tenaga kerja yang dihasilkan dari studi dan survei berkala oleh lembaga atau institusi yang berhubungan dengan masalah tersebut.

3. Biaya transportasi tenaga kerja, material, dan peralatan, biaya pelatihan (training), biaya komputer, dan biaya reproduksi.
4. Biaya administrasi dan overhead. Ini mencakup pengeluaran untuk keperluan administrasi, pajak perusahaan, jaminan (warranty), biaya

lisensi, asuransi, sewa kantor, serta biaya pemakaian tenaga listrik dan air.

5. Honorarium dan laba. Honorarium biasanya terdapat pada proyek dengan berbagai macam kontrak yang memiliki harga yang tidak tetap (cost plus). Besar honorarium seringkali ditentukan sebagai persentase dari total biaya pengeluaran proyek yang menjadi bagian dari lingkup kerja kontraktor utama yang bersangkutan.

3.9 Evaluasi Biaya

Dalam melakukan penilaian biaya suatu proyek, penting untuk melakukan estimasi yang akurat agar evaluasi dapat dilakukan secara efisien dan efektif. Estimasi merupakan landasan untuk mengembangkan sistem pembiayaan dan jadwal pelaksanaan konstruksi yang memberikan perkiraan tentang perkembangan dan nilai pada tahapan pelaksanaan. Estimasi ini memainkan peran krusial dalam proyek konstruksi, tidak hanya penting bagi para investor untuk membuat keputusan investasi, tetapi juga merupakan kunci bagi penyedia jasa pembangunan (kontraktor) dalam memenangkan proses tender.

Tingkat ketepatan estimasi biaya dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari internal proyek maupun faktor eksternal. Faktor internal meliputi tingkat kompleksitas bangunan, lokasi proyek, ketersediaan peralatan, sistem perusahaan, dan metode analisis yang digunakan, di antara lain. Sementara itu, faktor eksternal mencakup kondisi ekonomi, keamanan publik, kebijakan pemerintah, serta aspek sosial dan politik. Dengan mempertimbangkan semua faktor tersebut, estimasi biaya dapat menjadi lebih akurat dan membantu menjamin kesuksesan proyek secara keseluruhan (Ervianto, 2007).

Menurut (Soedrajat, 1984) dalam melakukan estimasi diperlukan proses pengumpulan data yang komprehensif, diikuti dengan pemisahan dan pengolahan data tersebut agar dapat menghitung biaya secara akurat. Data yang dikumpulkan harus mencakup berbagai informasi seperti harga-harga bahan dan volume yang akan digunakan, kondisi tenaga kerja setempat, lokasi proyek, tarif upah, kondisi cuaca, potensi keterlambatan dan penyebabnya, serta biaya tambahan yang berkaitan dengan kondisi lingkungan setempat.

Seluruh data ini harus diarsipkan dengan baik untuk dapat digunakan sebagai panduan dalam melakukan estimasi. Dengan memiliki data yang lengkap dan terstruktur, proses estimasi biaya dapat dilakukan dengan lebih tepat dan akurat.

Menurut Kohli (2012), terdapat beberapa poin penting yang harus diperhatikan dalam melakukan estimasi biaya, yaitu:

1. Memastikan Denah Sepenuhnya Berdimensi: Sebelum memulai estimasi untuk bangunan, jalan, atau jembatan, pastikan denah sudah berdimensi dengan baik. Periksa dimensi dalam dan luar secara teliti untuk menghindari masalah yang mungkin timbul di kemudian hari.
2. Pembagian Estimasi dengan Bijaksana: Estimasi harus dibuat dengan memperhatikan sub-head atau bagian pekerjaan secara detail, agar tidak ada item yang terlupakan atau terabaikan.
3. Menggunakan Jadwal Tarif yang Disetujui: Pastikan setiap item pekerjaan sesuai dengan jadwal tarif yang telah disetujui, untuk menghindari klaim kontraktor di masa depan.
4. Menghitung Semua Barang dalam Satuan yang Sesuai: Semua barang harus dihitung dalam satuan yang relevan dan sesuai dengan metode pembayaran yang akan digunakan.
5. Laporan Terperinci: Sertakan laporan yang mendetail dan memberikan informasi lengkap terkait estimasi biaya.
6. Lampirkan Gambar Terperinci: Sisipkan gambar-gambar yang terperinci dan relevan dengan setiap estimasi yang dibuat, sesuai dengan rencana yang ada.
7. Spesifikasi yang Jelas: Lampirkan spesifikasi terperinci dari setiap item pekerjaan agar pekerjaan dapat dilakukan sesuai dengan standar yang ditentukan.
8. Total Biaya dan Kontingensi: Akhiri estimasi biaya dengan mencantumkan total biaya dari setiap item pekerjaan. Juga, sertakan ketentuan mengenai perusahaan kontingensi dan overhead yang harus ditambahkan pada akhir estimasi biaya.

Dengan memperhatikan poin-poin di atas, estimasi biaya dapat dilakukan dengan lebih teliti dan akurat, membantu mencegah kesalahan dan komplikasi di masa depan.

Bab 4

Manajemen Peralatan Dan Bahan

4.1 Pendahuluan

Pengendalian peralatan yang di dalamnya berisi data informasi mengenai peralatan akan selalu dibutuhkan bagi setiap pelaksanaan kegiatan yaitu kegiatan perencanaan, pengoperasian, pemeliharaan dan perbaikan, serta kegiatan penghapusan. Sebaliknya segala informasi data dari setiap kegiatan harus dicatat dan dilaporkan ke pengendalian peralatan, sehingga data mengenai peralatan yang tercatat di pengendalian peralatan akan selalu mutakhir atau up to date. Perencanaan menurut manajemen modal adalah refleksi

tentang arah pergerakan, prosedur dan tolak ukur atau landmark dalam pelaksanaan kegiatan organisasi (proyek) merupakan hal yang sangat penting. Dengan rencananya baik dan sesuai, proses operasional organisasi (proyek) akan pengarahan, pengukuran, dan kontrol yang baik. Jadi perencanaan perangkat terutama yang berkaitan dengan keterlibatan alat berat dalam suatu proyek dipertimbangkan dengan hati-hati. menurut norma/standar yang berlaku”.

Terkait mengenai Perencanaan yang perlu dipertimbangkan adalah alat berat yang digunakan untuk pekerjaan skala besar dari waktu ke waktu solusi terbatas, apakah alat berat digunakan untuk pekerjaan skala besar hanya bisa menggunakan tenaga manusia. Karena efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keselamatan dan faktor ekonomi lainnya.

Perencanaan peralatan untuk proyek khusus menggunakan alat berat, termasuk fase pemilihan, fase aplikasi dan fase manajemen perangkat berat (pemeliharaan dan perbaikan). Ketiga langkah ini membentuk satu kesatuan terkait, sehingga memiliki pengaruh yang besar terhadap keberhasilan proyek yang akan dilakukan. Ketiga unsur tersebut secara keseluruhan masuk dalam manajemen alat berat.

Pemilihan alat berat merupakan langkah awal pembuatan dan harus sangat hati-hati, karena jika ada kesalahan dalam langkah pilihan, ini akan menyebabkan kesulitan pada tahap penggunaannya juga akan menimbulkan kesulitan dalam pengelolaan (penanganan dan perbaikan) alat berat itu sendiri.

4.2 Pengenalan Jenis Alat Berat dan Fungsional.

Berkat kemampuan teknologi masyarakat saat ini, banyak jenis alat berat dan lampiran berhasil dibuat berdasarkan penggunaannya. Menggunakan alat bobot dan aksesoris tidak lebih akurat dari yang diperlukan, yang akan menghasilkan lebih banyak kerugian, seperti kapasitas produksi perkakas rendah, kualitas pekerjaan yang buruk, tingginya frekuensi kegagalan peralatan yang diuraikan disini adalah jenis alat-alat berat dan attachment yang umum digunakan pada pekerjaan diantaranya pemindahan tanah (Earth Moving), pembukaan lahan (Land Clearing), penambangan (Mining), perikanan (HTI dan Logging), irigasi dan tambak (Construction) dan pekerjaan konstruksi lainnya di mana pada lingkup pekerjaan di atas akan dijumpai jenis dan sifat material yang berlainan, seperti lunak, keras, labil, ringan, berat dan lain-lain

4.2.1 Jenis-jenis Alat Berat

1. Bulldozer yang dijelaskan disini adalah jenis alat berat dan suku cadang bulldozer adalah traktor perayap, Serba guna dan mampu

menarik besar. Digunakan untuk berbagai pekerjaan, seperti menggali, mendorong, mendorong, mendorong dan dll. Efektif untuk kondisi lapangan bahkan pekerjaan berat, seperti daerah bukit, batu, hutan dan sebagainya. Dapat bekerja di tanah kering sampai basah. Pada kondisi tanah yang sangat gembur (silty clay), dapat menggunakan Swamp Bulldozer. Jarak pemindahan tanah menggunakan Bulldozer tetap efektif hingga 100 meter.



Gambar 4.1: Bulldozer (Anonimuus, 1981)

2. Dozer Shovel

Dozer Shovel adalah wheel loader rantai digunakan untuk bekerja dimuat seperti truk pengangkut kayu, truk ,hopper atau bergerak material jarak pendek per beban dan membawa efektif untuk beroperasi di tempat kerja sedang hingga tidak rata atau kokoh dan mampu bekerja dengan baik di kondisi tanah kering hingga basah.



Gambar 4.2:Dozer shovel (Anonimuus, 1981)

3. Hydraulic Excavator

Ekskavator hidrolik adalah alat serbaguna yang dapat digunakan untuk menggali memuat dan mengangkat material. Spesial digunakan untuk menggali parit pipa atau saluran. Dengan mengganti peralatan kerja tambahan (file-file terlampir). Alat ini juga bisa digunakan untuk memecahkan batu, mencabut pohon, membongkar aspal, dll. Konstruksi Bagian atas excavator dapat berputar 360 derajat, sehingga memungkinkan alat ini beroperasi di tempat yang relatif sempit..



Gambar4.3: Hydraulic Excavator (Anonimuuous, 1981)

4. Motor Grader

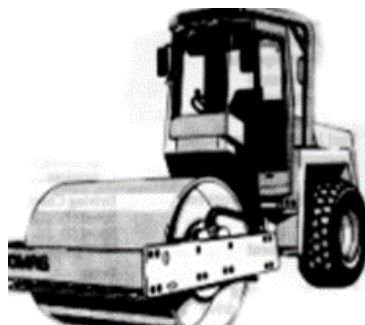
Digunakan untuk mengupas/ striping, memotong serta meratakan permukaan tanah, terutama pada tahap-tahap penyelesaian, agar diperoleh kerataan permukaan dengan tingkat ketelitian yang lebih baik. Motor grader digunakan juga untuk aplikasi lain seperti membuat kemiringan pada tanah/badan jalan, membentuk kemiringan tebing/slope atau membuat saluran air secara sederhana.



Gambar 4.4: Motor Grade (Anonimuuous, 1981)

5. Compactor

Alat ini digunakan untuk memadatkan tanah mencapai nilai kepadatan yang diinginkan, masing-masing dengan beban. Beban serta frekuensi lintasan akan dipengaruhi oleh material yang sebelumnya dikompresi. Pematat dengan getaran-getaran akan lebih cepat memadatkan material untuk mencapai kerapatan ini belajar. Penggunaan lapisan drum polos digunakan untuk memadatkan material gembur dan kadar airnya rendah, atau untuk selesai pemadatan sementara seluruh drum padfoot digunakan untuk material lunak dan tanah dengan kadar air tinggi.



Gambar 4.5: Compactor (Anonimuuous, 1981)

6. Dumptruck

Sebagai perangkat utama dari pekerjaan pemindahan material jarak jauh jarak menengah hingga jauh (>500m). Muat ke truk sampah

dilakukan oleh loader, sementara itu untuk membongkar kaleng dilakukan sendirian. Tipe tubuh kaku Truk digunakan di banyak bidang pekerjaan terawat dengan baik tidak begitu banyak tikungan sempit dan tanjakan tinggi. Di mana dalam keadaan Rigid Dump ini Truk mampu menerima muatan penuh dan berlari dengan kecepatan tinggi. Rigid dump truck terbagi menjadi dua yaitu Dump truck off-road, biasanya dengan muatan besar (40-240 ton) dan digunakan di tambang besar. Sedangkan jalan berupa truk kapasitas muat dari 10 hingga 30 ton Kopling Dum per istimewa digunakan di lokasi konstruksi yang berat dan berlumpur, banyak tikungan sempit dan gedung pencakar langit



Gambar 4.6: Dump Truck (Anonimuous, 1981)

7. Scraper

Alat ini adalah perangkatnya Serba guna untuk digunakan menggali, memuat, pengiriman dan pembongkaran biaya pada waktu yang sama. Ada dua jenis pengikis, khususnya gunting dan motor penggaris. Traction scraper dalam aplikasinya harus digandeng oleh bulldozer, karena tidak bertenaga. Dapat menggali melalui tanah yang cukup keras dengan alat Transmisinya memiliki traksi yang cukup tinggi, namun kemampuan manuvernya rendah Jarak kerja efektif untuk pengikis traksi adalah 100-500m. Pengikis bermotor, gaya penggalian sedikit lebih sedikit dan untuk tanah yang keras, Motor ekstraktor harus didukung oleh bulldozer. Fungsi bulldozer adalah untuk mendorong scraper selama penggalian/pemuatan. Keuntungan menggunakan motor scraper adalah: mobilitas yang hebat. Jarak

tempuh efektif untuk motor Pengikis lebih jauh dari penarik, yaitu 200 ~ 2000m



Gambar 4.7:Scraper (Anonimuos, 1981)

4.3 Tahapan Proses Pengaplikasian Alat Konstruksi Di lapangan

Pekerjaan konstruksi terutama di bidang konstruksi adalah penyiapan infrastruktur berupa jalan, jembatan, kanal, rumah dan pekerjaan konstruksi lainnya yang berkaitan dengan pengembangan proyek pada umumnya.

Adapun penyiapan infrastruktur, pembuatan jalan dan saluran adalah alat yang digunakan paling terbanyak selama proses pekerjaan proyek

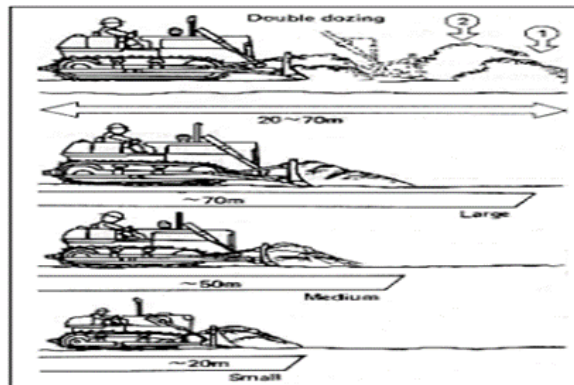
1. Pembuatan jalan Konstruksi

Pengertian jalan pada prinsipnya adalah jalan dengan lebar sesuai dengan kebutuhan mereka, menghubungkan suatu tempat ketempat lain. Pengembangan jalur dimulai dengan jalur yang memiliki fungsi pengembangan lebih lanjut dimulai dengan jalur yang memiliki fungsi pengembangan lebih lanjut rute memiliki arti yang lebih luas, termasuk fungsi-fungsi berikut: masyarakat, budaya, ekonomi, Strategi, Teknologi dan Proyek pembangunan jalan memiliki fungsi penting dalam semua aspek di atas Tentunya diteliti secara menyeluruh baik dari segi desain, perencanaan dan perencanaan melaksanakan konstruksi, serta alat berat akan terlibat dalam

pekerjaan konstruksi. Secara umum, diagram proses konstruksi jalan ini dapat berupa bentuk konstruksi jalan.

2. Stripping (Pengupasan Lapisan Atas)

Adalah suatu kegiatan mengupas tanah dan bahan lainnya yang dianggap tidak memenuhi syarat- syarat pembuatan bahan bangunan jalan. Pada umumnya lapisan tanah atas ini elastis (tidak awet) atau tidak disingkirkan dari jalan. Pengupasan tanah pucuk dilakukan di kedalaman 10-20 cm dengan pindah ke kanan / kiri DMJ. Alat berat dengan banyak kegiatan ini adalah bulldoser kelas D31-D85 atau dari 66 HP-220



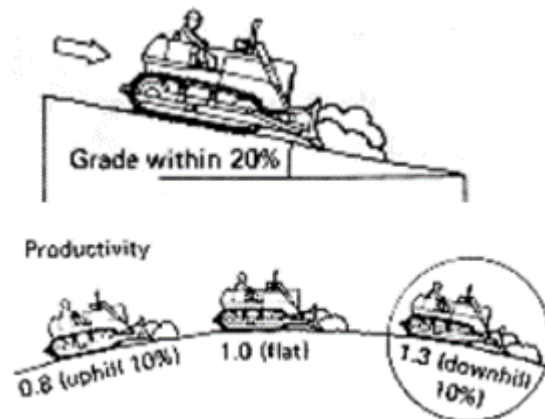
Gambar 4.8: Stripping dengan Bulldozer (Anonimuus, 1981)

3. Cut and Fill

Di mana melakukan kegiatan pemindahan tanah dari dataran yang lebih tinggi ke dataran yang lebih rendah, sehingga menciptakan bentuk permukaan tanah yang relatif sangat datar. Kegiatan ini dapat dilakukan setelah pekerjaan stripping. Metoda cut and fill yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Downhill Dozing Metoda ini sangat efektif dan efisien digunakan pada daerah yang kemiringan lerengnya tidak terlalu curam sampai datar.
- b. Sidehill Dozing Metoda ini cukup efektif dan efisien untuk daerah yang agak berbahaya bagi keselamatan kerja / operasi, baik karena kemiringan lerengnya yang terlalu curam ,maupun

struktur tanah yang tidak stabil, sehingga tidak memungkinkan digunakannya metode menuruni lereng (downhill). Di mana umumnya, efisiensi operasi alat-alat berat mulai menurun pada kemiringan 13.9% ~ 17.4%. Di mana limit operasi alat-alat berat adalah posisi kemiringan 20.8% ~ 24.2%. Jika kemiringan ini melewati ambang batas, maka tidak hanya efisiensi tindakannya jauh menurun, tetapi juga sangat berbahaya bagi alat dan operator itu sendiri.



Gambar 4.9: Operasi Bulldozer pada Uphill dan Downhill
(Anonimuous, 1981)

c. Grading and Spreading

Merupakan suatu kegiatan yang bermanfaat dalam bentuk meratakan (leveling) badan jalan, serta menyebar ratakan material untuk lapisan perkerasan yang dibongkar dari dump truck. Maupun merapikan kembali badan jalan yang kondisi permukaannya rusak. Alat-alat berat yang umum digunakan untuk meratakan tanah atau menyebar material dengan hasil yang bagus ialah motor grader, dengan kelas dari GD31RC ~ GD605A (65 HP ~ 145 HP). Apabila tidak diperlukan ketepatan perataan, cukup digunakan bulldozer dari kelas D31 ~ D 60/65 (66 HP ~ 170 HP).

d. **Compacting**

Merupakan suatu kegiatan pemadatan material sampai pada level kepadatan tertentu. Dalam pelaksanaannya, pemadatan ini dilakukan per lapis demi lapis agar diperoleh kualitas hasil pemadatan yang sempurna atau sesuai ketentuan kepadatan tanah yang memenuhi spesifikasi . Alat-alat berat yang umum digunakan adalah compactor BW 90 S ~ BW 212 dengan berat operasi 1,3 Ton ~ 18 Ton . Kegiatan spreading dan compacting dapat dilakukan berulang 2 ~ 3 kali sesuai dengan tebalnya lapisan yang diinginkan. Lapisan yang umum digunakan adalah jenis tanah urugan, pasir yang diambil dari lokasi borrow pit dan batuan yang diambil dari lokasi quarry.

e. **Pavement (Pengaspalan)**

Merupakan kegiatan pemberian lapisan penutup (aspalan) yang disebarkan setelah kegiatan compacting selesai. Alat-alat berat yang digunakan untuk memadatkan pada umumnya adalah tandem roller, seperti BW 16 R dan BW 20 R (Bomag) dari kelas 7 ~ 20 ton dan 11 ~ 24 ton. Pekerjaan ini harus segera dilakukan sebelum aspalan itu menjadi kering (keras) atau mengalami proses pendinginan. Pemadatannya harus dilakukan dengan hati hati dan perlahan-lahan dengan kecepatan antara 4 ~ 8 km/jam.

4.4 Bahan / Material

Proyek sipil itu rumit dan adalah persatuan dan menggabungkan sejumlah besar sumber kekuatan yang berbeda. asal pesanan kekuatan ini dapat digabungkan secara efektif Anda harus menggunakan sistem.Manajemen yang baik.Suatu sistem adalah kumpulan dari himpunan-himpunan bagian yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai satu tujuan tertentu dalam suatu lingkungan. Bagian atau sub sistem itu komplikasi sendirian, tapi bersama-sama pencapaian tujuan ini dilakukan secara bertahap harmonisasi dalam urutan tertentu. Sumber daya penting memperhatikan materi atau bahan. Untuk proyek yang akan direncanakan bekerja sesuai jadwal didefinisikan, itu perlu kontrol manajemen bahan.Dengan demikian, proses pembangunan

proyek akan dilakukan terus menerus tanpa kendala berarti. Aktivitas pengendalian material mungkin ada di meninjau prosedur untuk membuat permintaan segera dan sederhana, sampai Semakin rumit programnya, semakin baik Terlibat dalam proses produksi dan pengiriman bahwa kita tidak dapat lagi berbicara dengan mudah. Kemajuan Kontrol yang kompleks lebih banyak waktu, lebih banyak uang pemikiran yang sangat langka membingungkan bahkan mungkin mengancam akan menunda proyek tersebut bersama. Jadi sangat perlu kemungkinan perencanaan manajemen material memberikan umpan balik kepada kontraktor saat mengambil keputusan. Selain itu, ada rencana Manajemen material bisa lebih membantu mengontrol semua pekerjaan proyek dari awal sampai akhir proyek. Dari segi waktu, dengan adanya perencanaan kerja ini nantinya terus tanpa henti. Dari segi pasokan, mudah-mudahan ini tidak terjadi peralatan yang hilang atau tidak tersedia di Lokasi proyek. Dan dari segi keamanan semoga tidak ada ruginya Kerugian material akibat penyimpanan barang, tidak sering, jarang. Dengan rencananya Pengendalian material harus ada berlaku tergantung situasi ini harus dilakukan untuk lebih memerintah. Desain sistem manajemen material dalam proyek sipil rumit dan adalah persatuan dan menggabungkan sejumlah besar sumber kekuatan yang berbeda. asal pesanan kekuatan ini dapat digabungkan secara efektif di mana harus menggunakan sistem manajemen yang baik. Suatu sistem adalah kumpulan dari himpunan-himpunan bagian yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu dalam suatu lingkungan. Bagian atau sub sistem itu komplikasi sendirian, tapi bersama-sama pencapaian tujuan ini dilakukan secara bertahap harmonisasi dalam urutan tertentu. Sumber daya penting memperhatikan materi atau bahan. Untuk proyek yang akan direncanakan bekerja sesuai jadwal didefinisikan, itu perlu kontrol manajemen bahan. Dengan demikian, proses pembangunan proyek akan dilakukan terus menerus tanpa kendala berarti. Aktivitas pengendalian material mungkin ada di meninjau prosedur untuk membuat permintaan segera dan sederhana, sampai Semakin rumit programnya, semakin baik Terlibat dalam proses produksi dan pengiriman bahwa kita tidak dapat lagi berbicara dengan mudah. Kemajuan Kontrol yang kompleks lebih banyak waktu, lebih banyak uang pemikiran yang sangat langka membingungkan bahkan mungkin mengancam akan menunda proyek tersebut bersama. Jadi sangat perlu kemungkinan perencanaan manajemen material memberikan umpan balik kepada kontraktor saat mengambil keputusan. Selain itu, ada rencana Manajemen material bisa lebih membantu mengontrol semua pekerjaan proyek dari awal sampai akhir proyek. Dari segi waktu, dengan adanya perencanaan kerja ini nantinya terus tanpa henti. Dari segi pasokan, mudah-mudahan ini tidak terjadi peralatan yang

hilang atau tidak tersedia di lokasi proyek. Dan dari segi keamanan semoga tidak ada ruginya Kerugian material akibat penyimpanan jarang, tidak sering, jarang. Dengan rencananya pengendalian material harus ada berlaku tergantung situasi ini harus dilakukan untuk lebih memerintah.

Bahannya memiliki bentuk partikel yang kecil dan seragam, kemungkinan besar isinya sama (bernilai) dengan volume ruangan yang ditempatinya. Sedangkan bahan fragmen akan lebih kecil dari nilai volume ruang yang mereka tempati. Oleh karena itu, material jenis ini akan membentuk rongga. Udara menempati sebagian besar isi ruangan.

Berapa banyak perangkat yang dapat ditampungnya setiap bagian dapat dihitung dengan memperbaiki bagian tersebut dengan faktor yang disebut faktor beban, seperti:

1. Faktor ember" untuk alat pertanian yang menggunakan ember
2. Faktor pemotongan" untuk perkakas jenis mata pisau
3. Load factor" untuk jenis transportasi

Manajemen bahan adalah pengelolaan bahan baku atau raw material untuk produksi, mulai dari input, pengolahan, hingga produk jadi yang siap dikirim ke pelanggan. Kegiatan pengelolaan bahan terdiri dari tiga tahapan yaitu pengelolaan bahan dan suku cadang yang meliputi pembelian atau purchasing, acceptance dan storage. Selain itu, manajemen meliputi pengemasan, penyimpanan dan pengiriman barang dan akhirnya melayani kebutuhan dalam proses pemrosesan, atau persediaan barang yang sedang berjalan. Persediaan barang dalam proses sering digunakan sebagai pengaman agar sistem produksi tidak terganggu, sehingga nilainya harus mencukupi. Persediaan barang dalam proses yang tidak mencukupi dapat menyebabkan kerusakan mesin berupa suku cadang yang aus karena bahan baku yang tidak mencukupi untuk menyelesaikan proses produksi, sedangkan persediaan barang dalam proses yang terlalu banyak dapat menyebabkan kerugian di mana barang dalam proses kemajuan meningkat. persediaan harus habis sebelum perusahaan dapat menghasilkan produk baru. Bahan baku adalah barang yang dibeli atau diproduksi yang disimpan untuk digunakan, diproses, atau dijual. Sedangkan manajemen adalah pengelolaan, proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian. Barang dapat berupa bahan mentah, komponen, produk jadi, rakitan, dll. Item atau aset yang disimpan dalam jurnal manajemen bahan disebut persediaan, persediaan, atau perlengkapan.

Bab 5

Manajemen Pengadaan Proyek

5.1 Pendahuluan

Pengadaan proyek merupakan salah satu indikator dalam keberhasilan pencapaian sasaran akhir suatu proyek. Adapun capaian akhir, diantaranya: perencanaan pengadaan proyek, kualitas material yang dibutuhkan (menggunakan tipe tertentu dengan mutu harus sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam spesifikasi proyek), spesifikasi teknis material (merupakan dokumentasi persyaratan teknis material yang direncanakan dan menjadi acuan untuk memenuhi kebutuhan material). Selain itu lingkup penawaran yang diajukan oleh beberapa pemasok (dengan memilih harga yang paling murah dengan kualitas material terbaik).

Waktu pengiriman (delivery): menyesuaikan dengan schedule pemakaian material, biasanya beberapa material dikirim sebelum pekerjaan dimulai. Pajak penjualan material (menjadi beban bagi pemilik proyek yang telah dihitung dalam harga satuan material atau dalam harga proyek secara keseluruhan). Kondisi pembayaran kepada logistik material yang dilakukan: harus disesuaikan dengan cashflow proyek agar likuiditas keuangan proyek tetap aman.

Pengadaan proyek khususnya pada jasa konstruksi sangat memegang peranan penting khususnya dalam penyelesaian proyek. Bahkan pada era tahun 1990

an, salah satu Departemen (sekarang Kementerian) dalam salah satu klausul kontrak (untuk pekerjaan perpipaan sarana air bersih) menyatakan bahwa material pengadaan proyek sarana air bersih sistem perpipaan yang sudah di lokasi (on site) dapat dibayarkan 60% terhadap biaya pengadaan material dimaksud.

Hal tersebut menunjukkan betapa pentingnya manajemen pengadaan proyek dalam jasa konstruksi, karena dapat memberi dampak percepatan penyelesaian proyek. Sebagai contoh jika proyek Sarana Air Bersih Perpipaan tersebut nilainya Rp. 300.000.000,- dan biaya material (pipa) Rp.120.000.000,-, maka jika material pipa tersebut sudah berada di lokasi proyek, maka pihak proyek (Pimpro/PPK) dapat merekomendasikan untuk membayar nilai pengadaan pipa dimaksud sebesar $60\% \times \text{Rp.120.000.000,-}$ atau setara dengan Rp.72.000.000,-.

5.2 Tinjauan Pustaka

5.2.1 Pengertian Manajemen Pengadaan Proyek

Manajemen pengadaan adalah salah satu komponen utama supply chain management, banyak ahli yang menganggap bahwa kegiatan pengadaan adalah kegiatan strategis, karena di beberapa perusahaan manufaktur biaya bahan baku melebihi nilai tambah yang diberikan selama proses produksi, hal ini memberikan sinyal yang sangat kuat bahwa efisiensi di bagian pengadaan dapat memberikan kontribusi yang cukup berarti bagi peningkatan keuntungan (profit) dalam perusahaan. (Pujawan,2005). Departemen Purchasing sebagai bagian penting dalam organisasi perusahaan yang memainkan peranan penting dalam sejumlah besar aktivitas pengadaan material untuk memenuhi kebutuhan proses produksi. (Supriyanto dan Masruchah,2000).

Manajemen pengadaan proyek konstruksi dari pemberi kerja atau klien hingga produsen bahan baku sesuai kontrak disepakati atau pesanan ditempatkan yang mengalokasikan risiko antar pihak. Sebuah laporan menemukan bahwa hanya 69% proyek diselesaikan, atau lebih rendah dari anggaran, lebih buruk lagi, hanya 40% yang mencapai target waktu. Dengan kata lain, itu seperti majikan yang menyetujui kontrak, biasanya dengan kontraktor, dengan kedua belah pihak mengetahui hanya ada 7 dari 10 peluang untuk menyelesaikan biaya dan

4 dari 10 peluang untuk menyelesaikan tepat waktu, yang berdampak seperti risiko tinggi untuk semua.

Ketika pengembang berkomitmen untuk membelanjakan, dapat dinyatakan bahwa proses konstruksi harus dapat memastikan prediksi biaya dan waktu, jika tidak dilaksanakan dengan baik maka model pendanaan yang menentukan keberhasilan proyek dapat gagal. Banyak yang menegaskan bahwa semua pihak dalam manajemen pengadaan proyek, dimulai dengan pemberi kerja, harus ikut disalahkan. Pemilihan metode pengadaan dicatat dalam literatur sebagai faktor paling penting yang memengaruhi apakah proyek berhasil, jika salah memilih metode sejak awal proyek, maka mungkin akan kehilangan semua tujuan yang diberikan oleh pemberi kerja. (Glenigan (2015).

National Building Specification (NBS, 2015) melakukan 'Kontrak Konstruksi Nasional dan Survei Hukum' terhadap konsultan pemberi kerja dan kontraktor selama periode 2014-2015. Berdasarkan 981 responden, dilaporkan bahwa kontrak yang paling populer antara pemberi kerja dan kontraktor adalah Joint Contract Tribunal (JCT), sekitar 39%, New Engineering Contract version 3 (NEC3) , sekitar 30% , dan sisa kontrak jenis lainnya.

Kontrak pengadaan proyek lebih dahulu ditulis oleh pemberi kerja dan kontraktor, dalam hubungan mereka sebagai pihak yang terlibat dalam manajemen pengadaan. Ada juga bentuk penunjukan JCT dan NEC standar untuk digunakan antara pemberi kerja dan konsultan, dan kontrak standar untuk digunakan antara kontraktor dan subkontraktor. Sementara kontrak standar dirancang untuk membagi risiko secara masuk akal dan adil di antara para pihak, kontrak yang disepakati lebih dahulu berupaya mengalihkan lebih banyak risiko kepada pihak lain. Pengadaan tidak hanya untuk konstruksi, tapi juga untuk semua bidang bisnis internasional. Dalam beberapa kasus ini relatif sederhana, mungkin pengadaan alat tulis kantor dalam jumlah besar. Namun, hal itu dapat sangat kompleks seperti pengadaan pesawat militer, kapal selam atau kapal induk di mana periode desain dan konstruksi dapat diperpanjang lebih dari satu dekade.

5.2.2 Cara Manajemen Pengadaan Proyek Yang Baik

Di Indonesia kegiatan pengadaan barang dan jasa yang diselenggarakan oleh pemerintah diatur dalam Peraturan Presiden No. 54 tahun 2010 tentang Pengadaan Barang / Jasa Pemerintah, sekarang No. 70 Tahun 2012. Pengadaan barang yang diadakan melalui proses pelelangan atau penunjukan

langsung dapat mengurangi biaya tetap dan biaya yang dibayar berulang-ulang. Dan juga memungkinkan organisasi klien agar fokus pada bisnis utama.

Dengan menggunakan jasa pengadaan barang akan dapat memberikan fleksibilitas, meningkatkan akuntabilitas dan dapat mengakses keterampilan dan teknologinya. Dalam proses pengadaan diatur melalui kesepakatan kontrak antara kedua belah pihak. Kontrak yang dimaksud adalah kesepakatan saling mengikat yang mewajibkan pihak pengadaan untuk menyediakan produk atau jasa tertentu dan mewajibkan pembeli untuk membayar mereka. Dengan adanya Kontrak dapat memperjelas tanggung jawab dan juga mempertajam fokus pada produk utama yang dihasilkan dari suatu proyek.

Dengan Kontrak yang bersifat mengikat secara hukum maka ada akuntabilitas yang lebih untuk memberikan pekerjaan sebagaimana yang tercantum dalam kontrak. Saat ini dalam pengadaan barang adalah meningkatnya volume kontrak. Dari Pemahaman tersebut maka manajemen pengadaan proyek merupakan pengelolaan mendapatkan barang dan jasa untuk proyek dari luar dengan dukungan rekanan dan organisasi yang terlibat dalam pengadaan. Proses manajemen pengadaan proyek, meliputi: merencanakan pengadaan (Plan Procurements Management), melaksanakan pengadaan (Conduct Procurements), megadmini strasikan/ kontrol pengarna (Control Procurements), dan manga khiri pengarna (closing).

1. Merencanakan Pengadaaan (Plan Procurements Management)

Merupakan Proses mendokumentasikan keputusan pengadaan, menentukan pendekatan dan mengidentifikasi pengadaan yang potensial dalam proyek, selain itu juga mengidentifikasi kebutuhan proyek terbaik yang dapat dipenuhi dengan menggunakan produk atau jasa dari luar organisasi. Jika tidak ada keperluan untuk membeli produk atau jasa dari luar organisasi, maka tidak perlu melakukan proses manajemen pengadaan lainnya.

Adapun alat dan teknik untuk rencana pengadaan yaitu dengan melakukan analisis make or buy (membuat atau membeli). Analisa ini merupakan teknik manajemen umum yang digunakan untuk menentukan apakah suatu organisasi harus membuat suatu produk atau layanan jasa tertentu di dalam organisasi atau membeli dari pihak lain.

Dapat juga menggunakan analisis keuangan, namun para ahli baik internal maupun eksternal dapat memberikan masukan yang penting dalam pengambilan keputusan kegiatan pengadaan. Dengan rencana manajemen pengadaan maka dapat menjelaskan bagaimana proses pengadaan yang akan dikelola mulai dari kegiatan pendokumentasian untuk melakukan pembelian atau pengadaan dari pihak luar hingga penutupan kontrak. Tentu isi atau daftar rencana bervariasi berdasarkan kebutuhan proyek.

Criteria	Possible Points	Supplier 1 Points	Supplier 2 Points	Supplier 3 Points
Project manager s educational background and experience	10	8	6	9
Project manager is PMP certified	5	5	0	5
Presentation on management approach	5	4	3	5
Organization s project management methodology	10	7	4	9
Total Score	30	24	13	28

Gambar 5.1: Kriteria Rinci untuk Memilih Pemasok (Proyek Manajemen, Daismabali,2019)

2. Melaksanakan Pengadaan (Conduct Procurements)

Untuk melaksanakan pengadaan salah satunya dengan penyedia barang tentu setiap manajer selalu melakukan Perjanjian Kontrak Kerja atau Contract Statment of Work (SOW). Perjanjian kerja yang dimaksud adalah uraian pekerjaan yang diperlukan untuk kegiatan pengadaan. Jika SOW digunakan sebagai bagian dari kontrak untuk menggambarkan hanya pekerjaan yang diperlukan untuk kontrak tertentu, hal itu disebut sebagai perjanjian kontrak kerja. Lebih singkatnya SOW adalah jenis pernyataan ruang lingkup kegiatan pengadaan. Suatu sistem SOW yang baik memberikan para penyedia barang atau penawar (rekanan yang melakukan penawaran) pemahaman yang lebih baik tentang harapan pembeli. Adapun klausul dalam kontrak terdiri dari: kontrak harus mencakup klausul

khusus untuk mempertimbangkan masalah unik dalam kegiatan proyek, memerlukan berbagai pengalaman pendidikan atau pengalaman kerja untuk hak- hak upah yang berbeda, klausul kontrak yang memungkinkan pembeli atau penyedia barang untuk mengakhiri kontrak

Untuk membuat suatu Contract Statment of Work (SOW) / Perjanjian Kerja ada beberapa format / template dalam pembuatannya, terdiri dari: lingkup kerja yang menjelaskan pekerjaan yang harus dilakukan secara detail. Selain itu menentukan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan secara tepat dan sesuai dengan pekerjaan. Lokasi kerja atau proyek, yang menjelaskan di mana pekerjaan harus dilakukan. Selain itu menentukan lokasi perangkat keras dan perangkat lunak serta di mana orang harus melakukan pekerjaan.

Periode kinerja, untuk menentukan kapan pekerjaan dimulai dan diakhiri, jam kerja, jumlah jam yang dapat ditagih per minggu, di mana pekerjaan harus dilakukan dan informasi mengenai jadwal terkait,. Jadwal produk yang dihasilkan, akan memberikan daftar produk khusus yang dihasilkan, menggambarkannya secara rinci dan menentukan kapan jatuh tempo atau harus diselesaikan. Standar yang dapat diberlakukan, dapat menentukan standar-standar spesifik setiap perusahaan / industri yang relevan dengan pelaksanaan pekerjaan pengadaan proyek. Kriteria penerimaan, menjelaskan bagaimana organisasi pembeli akan menentukan apakah pekerjaan dapat diterima. Syarat -syarat khusus akan menentukan persyaratan khusus seperti sertifikasi perangkat keras atau perangkat lunak, tingkat minimum atau tingkat pengalaman personil, persyaratan perjalanan dan sebagainya.

Dengan memahami Template SOW tersebut maka dapat melakukan perencanaan kontrak /persetujuan yang meliputi: persiapan beberapa dokumen yang diperlukan bagi penjual potensial untuk mempersiapkan tanggapan mereka dan menentukan kriteria evaluasi untuk pemberian penghargaan kontrak. Permintaan proposal yang

digunakan untuk meminta proposal dari pihak pengadaan yang prospektif. Proposal yang dimaksud merupakan suatu dokumen yang disiapkan oleh pihak pengadaan ketika ada pendekatan yang berbeda dalam memenuhi kebutuhan pembeli. Permintaan harga yang digunakan untuk meminta daftar lelang atau penawaran dari calon pemasok/pengadaan barang. Penawaran atau pelelangan yang dimaksud adalah dokumen yang disiapkan oleh pihak pengadaan yang memberikan harga untuk item standar yang secara jelas telah ditentukan oleh pembeli.

Berikut contoh aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam permintaan untuk proposal pengadaan barang proyek:

- a. Tujuan Permintaan proposal
- b. Latar Belakang Organisasi
- c. Persyaratan Dasar
- d. Lingkungan Hardware dan Software
- e. Deskripsi Proses Permintaan proposal
- f. Pernyataan Kerja dan Informasi Jadwal

Setelah mendapat permintaan untuk proposal tentu harus dilakukan kriteria evaluasi yang sangat penting memahami kriteria evaluasi sebelum mengeluarkan permintaan proposal yang resmi. Dan harus waspada terhadap proposal yang terlihat bagus di atas kertas, silahkan dipastikan untuk mengevaluasi factor-faktor seperti kinerja masa lalu dan pendekatan manajemen. Jika dianggap penting dapat juga dilakukan presentasi teknis sebagai bagian dari proposal.

		PROPOSAL 1		PROPOSAL 2		PROPOSAL 3	
Kriteria	Bobot	Penilaian	Skor	Penilaian	Skor	Penilaian	Skor
Pendekatan Teknis	30%						
Pendekatan Manajemen	30%						
Kinerja Masa Lalu	20%						
Harga	20%						
Total Skor	100%						

Gambar 5.2: Contoh Evaluasi Proposal dalam Pengadaan (Proyek Manajemen, Daisman Bali,2019)

3. Mengadmisitrasikan/Kontrol Pengadaan (Control Procurement)

Kriteria evaluasi dalam memilih proposal pengadaan mana yang terbaik untuk dipilih, maka tentu ada pengelolaan kegiatan pengadaan. Pengelolaan kegiatan pengadaan dimaksudkan untuk memastikan bahwa kinerja penyedia pengadaan barang/ rekanan memenuhi persyaratan sesuai kontrak. Kontrak dalam hal ini berkaitan dengan spesifikasi barang, kualitas, jumlah dan jadwal pengadaan, selain itu juga perlu mempertimbangkan aspek hukum terhadap kontrak. Banyak panitia pengadaan/manajer proyek mengabaikan masalah kontrak yang dapat mengakibatkan masalah serius kedepannya.

Saran dan pertimbangan yang perlu diperhatikan untuk pengendalian terjadinya perubahan kontrak yang meliputi:

- a. Perubahan untuk setiap detail dari proyek perlu ditinjau, dan didokumentasikan oleh staf yang sama dengan cara yang sama pada saat bagian asli dari rencana pengadaan itu disetujui.
- b. Setiap perubahan harus dievaluasi yang mencakup analisis dampak dari terjadinya perubahan, akan dapat memengaruhi lingkup, waktu , biaya dan kualitas barang atau jasa yang disediakan.

- c. Jika terjadi perubahan maka harus didokumentasikan secara tertulis, dan anggota tim proyek juga harus mendokumentasikan semua pertemuan penting terkait pembahasan pengadaan barang untuk suatu proyek.
 - d. Panitia pengadaan barang, manajer proyek dan tim, harus tetap terlibat untuk memastikan sistem baru akan memenuhi kebutuhan bisnis dan tetap bekerja di lingkungan operasional, dan memiliki rencana alternatif pengadaan barang.
4. Mengakhiri Pengadaan (Procurement Closing)
- Proses yang meliputi penyelesaian setiap kegiatan pengadaan proyek. dalam mengakhiri kegiatan pengadaan tim proyek, melakukan hal-hal berikut:
- a. Menentukan apakah semua pekerjaan selesai dengan benar dan memuaskan.
 - b. Memperbarui catatan untuk merepresentasikan hasil akhir pengadaan.
 - c. Mengarsipkan dan mendokumentasikan semua informasi terkait pengadaan proyek sebagai bahan pertimbangan untuk pengadaan yang akan datang.

Untuk Kontrak itu sendiri harus mencakup persyaratan penerimaan dan penutupan secara formal. Audit pengadaan dengan mengidentifikasi pelajaran (lesson learn) yang diperoleh melalui proses pengadaan sebelumnya.

5.3 Jenis Kontrak Pengadaan Proyek

Jenis kontrak pengadaan proyek, secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kontrak berdasarkan harga tetap, artinya total harga tetap untuk suatu pengadaan produk atau jasa yang terdefinisi dengan baik.

2. Kontrak berdasarkan biaya penggantian, untuk pembayaran kepada pengadaan barang proyek (pemasok) untuk biaya langsung maupun biaya tidak langsung.
3. Kontrak berdasarkan waktu dan materi, dapat dijelaskan bahwa kontrak ini berbeda dengan berdasarkan harga tetap dan biaya penggantian yang seringkali digunakan oleh jasa konsultan.
4. Kontrak berdasarkan harga satuan, umumnya membutuhkan jasa pengadaan proyek untuk melakukan pembayaran pada penyedia barang penjual) yang telah ditetapkan oleh unit layanan pengadaan proyek.

Bab 6

Regulasi Manajemen Proyek

6.1 Pendahuluan

Peraturan dalam manajemen proyek (konstruksi.red) sangat penting untuk memastikan bahwa proyek diselesaikan dengan cara yang bertanggung jawab dan profesional. Peraturan atau regulasi merupakan tatanan atau kaidah yang dibuat untuk mengatur bagaimana suatu proyek dikelola (KKBI). Peraturan dapat dipaksakan oleh lembaga pemerintah, badan industri, atau bahkan klien itu sendiri. Peraturan dapat mencakup berbagai topik, termasuk keselamatan, kualitas, perlindungan lingkungan, dan pelaporan keuangan. Kepatuhan terhadap peraturan sangat penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, memastikan kualitas dan fungsionalitas proyek, dan meminimalkan dampak lingkungan. Proses manajemen proyek yang efektif, dikombinasikan dengan kepatuhan terhadap peraturan, akan mengakumulasi keberhasilan penyelesaian proyek. Kepatuhan terhadap peraturan, maka proyek dapat dilaksanakan secara bertanggung jawab dan transparan, menguntungkan pemangku kepentingan dan lingkungan. Namun disisi lain peraturan menghadapi tantangan seperti kompleksitas, pembiayaan, dan birokrasi. Hal ini akan diuraikan dalam tulisan ini pentingnya menyadari tantangan-tantangan dan bagaimana memitigasinya sehingga memastikan keberhasilan proyek.

Proyek konstruksi dalam konteks tulisan ini akan digunakan sebagai contoh bagi aplikasi manajemen proyek yang secara alamiah bersifat kompleks,

fragmentasi dan melibatkan berbagai pemangku kepentingan, mulai dari klien, kontraktor hingga perancang dan regulator. Dalam suatu sistem konstruksi dan sistem manajemen proyek maka pelibatan dan perwujudan sinergitas sistem konstruksi dari hulu hingga hilir diperlukan sistem konektivitas atau aturan main atau kaidah atau tatanan atau disebut lazim regulasi. Regulasi atau peraturan ini juga memainkan peran penting untuk mengikat dan menyediakan kerangka kerja untuk memastikan keselamatan, kualitas, dan kepatuhan. Regulasi dalam manajemen proyek konstruksi sangat penting untuk memastikan kepatuhan, akuntabilitas, dan transparansi. Dalam rangka melihat sejauh mana peranan, praktek dan strategi Peraturan di dalam manajemen proyek konstruksi maka Tulisan ini bertujuan untuk memberi gambaran bagaimana peraturan berperan penting dalam sebuah proses manajemen konstruksi dan dalam konteks sebuah industri konstruksi.

6.2 Pentingnya Regulasi dalam Manajemen Proyek Konstruksi

Poin penting yang dapat dicapai apabila sebuah proyek konstruksi atau penerapan manajemen proyek dapat dilaksanakan dengan baik atau memiliki kepatuhan terhadap regulasi atau kaidah peraturan dalam sebuah sistem perekonomian. Industri konstruksi dianggap sebagai salah satu sektor industri yang paling berisiko, dengan besarnya persentase pekerja yang rentan terhadap kecelakaan saat mengerjakan proyek konstruksi (Kee et al. (2013), (Othman et al., 2018). Beberapa masalah Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) umum pada sebuah proyek konstruksi menurut (Kee et al., 2013) Kurangnya peraturan dan standar K3, kurangnya pelatihan K3 untuk pekerja, kurangnya pekerja yang kompeten, rendahnya prioritas keselamatan, dan kurangnya sistem manajemen K3 yang terdokumentasi dan terorganisir. Sehingga dengan demikian regulator akan memiliki kekuatan untuk menjatuhkan hukuman dan denda pada proyek konstruksi yang gagal mematuhi peraturan K3 tersebut (Naumova et al., 2021). Hukuman ini bisa sangat besar dan dapat memiliki dampak keuangan yang signifikan pada proyek. Ketidakpatuhan terhadap peraturan K3 juga dapat menyebabkan keterlambatan dan gangguan proyek. Otoritas pengatur dapat menghentikan kegiatan konstruksi sampai langkah-langkah keselamatan yang diperlukan diterapkan, yang menyebabkan keterlambatan jadwal proyek (Mia, 2006).

Kode dan standar bangunan yang telah ditetapkan untuk memastikan bahwa bangunan dibangun untuk memenuhi standar dan kode tertentu. Kepatuhan terhadap kode dan standar ini sangat penting untuk memastikan bahwa bangunan tersebut kokoh secara struktural, aman, dan dapat diakses. Kode dan standar bangunan mencakup berbagai aspek proyek konstruksi terintegrasi secara struktural, keselamatan saat kebakaran, dan aksesibilitas (Mia, 2006). Selanjutnya regulasi sendiri dalam pengelolaan proyek konstruksi memastikan bahwa proyek konstruksi tidak merusak lingkungan dan mencakup bidang-bidang seperti pengelolaan limbah, kualitas udara, dan polusi air (Steele, 2013). Kepatuhan terhadap peraturan ini membantu mencegah polusi dan kerusakan lingkungan lainnya. Ketidakpatuhan terhadap peraturan dan standar bangunan dapat menyebabkan hukuman dan denda hukum sehingga otoritas pengatur memiliki kekuatan untuk menjatuhkan hukuman dan denda pada proyek konstruksi yang gagal mengurangi dampak lingkungan.

Pada akhirnya, otoritas pengatur memiliki kekuatan untuk menjatuhkan hukuman dan denda pada proyek yang gagal mematuhi peraturan (Ai-min, 2006). Hukuman ini bisa sangat besar dan dapat berdampak pada keseluruhan anggaran proyek dan profitabilitas. Kepatuhan terhadap peraturan tidak hanya penting untuk menghindari hukuman hukum tetapi juga untuk menjaga reputasi positif. Perusahaan konstruksi yang memprioritaskan kepatuhan terhadap peraturan menunjukkan komitmen mereka terhadap praktik etis dan manajemen proyek yang bertanggung jawab. Klien, pemangku kepentingan, dan masyarakat mengharapkan perusahaan konstruksi mematuhi peraturan dan beroperasi dengan cara yang sah. Kegagalan untuk mematuhi peraturan dapat menyebabkan hilangnya kepercayaan dan merusak reputasi perusahaan konstruksi (Atout, 2020)

6.3 Praktek-Praktek Penerapan Regulasi dalam Manajemen Proyek Konstruksi

Beberapa Praktek penerapan regulasi dalam alur proses manajemen konstruksi dapat diidentifikasi dalam beberapa aspek seperti:

6.3.1 Regulasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Peraturan K3 dirancang untuk mencegah kecelakaan, cedera, dan bahaya pekerjaan yang lazim dalam proyek konstruksi (Kee et al., 2013) dan beberapa contoh peraturan K3 meliputi:

1. Memenuhi persyaratan administrasi K3 yang mencakup perlindungan jatuh dari ketinggian, kesalahan komunikasi yang fatal, perancah, bahaya listrik, dan persyaratan Alat Pelindung Diri (APD).
2. Penanganan dan penggunaan bahan berbahaya seperti asbes, cat berbasis timbal, dan bahan kimia lain dan selanjutnya penanganan, penyimpanan, dan pembuangan yang tepat dari bahan-bahan ini untuk melindungi pekerja dan lingkungan sekitar.
3. Pengendalian kebisingan di lokasi konstruksi dapat mengurangi tingkat kebisingan yang tinggi yang dapat berdampak buruk pada kesehatan pendengaran pekerja. Ambang batas paparan kebisingan dan mengharuskan penggunaan alat pelindung pendengaran untuk mengurangi risiko yang terkait dengan tingkat kebisingan yang berlebihan.
4. Perlindungan pernapasan di yang mungkin menghasilkan paparan kontaminasi udara seperti debu, asap, dan gas serta penggunaan alat seperti respirator, untuk menjaga kesehatan pernapasan pekerja.
5. Keselamatan penggalian dan pembuatan parit akan memastikan keselamatan pekerja yang terlibat dalam kegiatan penggalian dan pembuatan parit. Teknik menopang, kemiringan, dan Penopang yang tepat, serta penggunaan sistem pelindung untuk mencegah keruntuhan.

6.3.2 Regulasi Kode dan Standar Bangunan

Kode dan standar ini mencakup berbagai aspek proyek konstruksi seperti integrasi atau kesatuan struktural bangunan, keselamatan kebakaran, dan aksesibilitas (Joyce and Houghton, 2014) dan beberapa contoh meliputi:

1. 1. International Building Code (IBC): IBC adalah seperangkat kode dan standar bangunan yang mengatur desain, konstruksi, dan pemeliharaan bangunan di Negara Amerika Serikat (Ai-min, 2006).

Cakupannya seperti desain struktural, keselamatan kebakaran, perpipaan, dan sistem kelistrikan.

2. National Building Code of Canada (NBCC): Seperangkat kode dan standar bangunan yang mengatur desain, konstruksi, dan pemeliharaan bangunan di negara Kanada (Mia, 2006). Cakupannya seperti desain struktural, keselamatan kebakaran, dan aksesibilitas.
3. European Building Codes: Uni Eropa juga telah menetapkan serangkaian kode dan standar bangunan yang mengatur desain, konstruksi, dan pemeliharaan bangunan di Eropa. Cakupannya seperti desain struktural, keselamatan kebakaran, dan efisiensi energi.
4. Green Building Standards: Memuat seperangkat peraturan yang mempromosikan praktik konstruksi ramah lingkungan. Cakupannya seperti efisiensi energi, konservasi air, dan penggunaan material yang berkelanjutan (Vierra, 2016).

6.3.3 Regulasi terkait Aspek Lingkungan

Peraturan lingkungan mempromosikan praktik konstruksi berkelanjutan dan ramah lingkungan aspek ini meliputi pengelolaan limbah, kualitas udara, dan pencemaran air (Naumova et al., 2021).

Beberapa contoh peraturan lingkungan dalam manajemen proyek konstruksi antara lain:

1. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL): AMDAL adalah persyaratan peraturan yang menilai potensi dampak lingkungan dari proyek konstruksi (Ai-min, 2006). Evaluasi terhadap potensi dampak proyek terhadap lingkungan berupa termasuk kualitas udara, kualitas air, dan habitat satwa liar.
2. Aturan Pengelolaan Limbah: Proyek konstruksi salah satu industri penghasil limbah terbesar berupa sisa-sisa konstruksi, bahan berbahaya, dan produk limbah lainnya. Ruang lingkupnya akan memastikan penanganan, penyimpanan, dan pembuangan yang tepat dari bahan-bahan ini untuk melindungi lingkungan (Naumova et al., 2021). Hal ini akan mempromosikan praktik pengelolaan limbah

yang berkelanjutan, seperti daur ulang (recycling) dan penggunaan kembali bahan (reuse).

3. Peraturan terkait Efisiensi Energi: Peraturan dirancang untuk mempromosikan penggunaan teknologi dan praktik hemat energi dalam proyek konstruksi (Joyce and Houghton, 2014). Peraturan ini mencakup berbagai aspek proyek konstruksi seperti sistem penerangan, pemanas, dan pendingin yang akan membantu mengurangi konsumsi energi, menurunkan biaya energi, dan meningkatkan kelestarian lingkungan.
4. Peraturan terkait Penggunaan Air: Peraturan ini mengatur penggunaan air yang efisien dalam proyek konstruksi (Humphres, 1973). Hal ini memuat berbagai aspek proyek konstruksi seperti sistem irigasi, perlengkapan pipa, dan sistem pengolahan air. Selanjutnya hal ini akan membantu melestarikan sumber daya air, mengurangi konsumsi air, dan meningkatkan kelestarian lingkungan.

6.3.4 Regulasi Ketenagakerjaan

Peraturan ketenagakerjaan akan memastikan perlakuan yang adil terhadap pekerja konstruksi dan menjaga lingkungan kerja yang aman dan produktif serta melindungi hak dan kesejahteraan pekerja yang terlibat.

Beberapa contoh antara lain:

1. Standar Administrasi K3: Penetapan dan pemberlakuan standar K3 akan melindungi pekerja dari bahaya di tempat kerja (Humphres, 1973). Standar ini mencakup perlindungan jatuh dari ketinggian, Kesalahan komunikasi, bahaya listrik, dan persyaratan penggunaan alat pelindung diri (APD).
2. Standar Pengupahan dan Upah Minimal: Penetapan upah minimum regional (UMR), upah lembur, dan pengaturan terhadap pekerja di bawah umur atau kategori pekerja anak.
3. Perjanjian dan Kontrak Ketenagakerjaan: Peraturan ketenagakerjaan seringkali mengharuskan penggunaan kontrak dan perjanjian kerja untuk menetapkan syarat dan ketentuan kerja. Kontrak ini akan menguraikan hak, tanggung jawab, dan tunjangan pekerja, termasuk

upah, jam kerja, hak cuti, dan persyaratan kerja lainnya.(Brown et al., 2000)

4. Regulasi terkait Anti-Diskriminasi: Perlunya peraturan ketenagakerjaan yang melarang diskriminasi di tempat kerja berdasarkan faktor-faktor seperti ras, jenis kelamin, usia, kecacatan, atau asal kebangsaan (Mia, 2006). Regulasi ini akan membantu dan memberi kesempatan yang sama dan perlakuan yang adil bagi semua pekerja dan akan membantu menciptakan lingkungan kerja yang beragam dan inklusif.
5. Regulasi terkait Kompensasi Pekerja: Regulasi kompensasi (asuransi dan tunjangan kesehatan) pekerja memberikan manfaat bagi pekerja yang terluka atau sakit akibat pekerjaan mereka (Ai-min, 2006). Pemberi kerja akan diwajibkan untuk memberikan kompensasi untuk biaya pengobatan, kehilangan upah, dan layanan rehabilitasi.

6.4 Strategi untuk Membiasakan Patuh terhadap Peraturan

Strategi dalam pembiasaan atau pembudayaan kepatuhan terhadap regulasi dapat menjadi poin penting menanamkan kepatuhan terhadap aturan dalam lingkungan proyek konstruksi. Beberapa strategi yang dapat diterapkan dalam membiasakan kepatuhan terhadap regulasi antara lain:

6.4.1 Dokumentasi dan Pencatatan

Dokumentasi dan pencatatan yang tepat memberikan bukti kepatuhan terhadap peraturan dan membantu manajer proyek untuk mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dan beberapa strategi untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan melalui dokumentasi dan pencatatan meliputi:

1. Menetapkan prosedur Dokumen yang terkontrol: Prosedur kendali dokumen memastikan semua dokumen terkait proyek dikelola, disimpan, dan dijaga dengan baik (Joyce and Houghton, 2014). Prosedur ini meliputi identifikasi dokumen, kontrol update, distribusi,

dan pengarsipan. Kepatuhan terhadap tahap ini akan memastikan bahwa dokumen proyek akan akurat, terkini/ up to date, dan mudah diakses.

2. Mengelola Dokumentasi Inspeksi dan Pengujian: Catatan terhadap pengawasan/inspeksi dan pengujian memberikan bukti kepatuhan terhadap peraturan yang terkait melalui kontrol kualitas, keselamatan, dan pengelolaan lingkungan (Steele, 2013). Pencatatan ini mencakup laporan pengawasan, hasil pengujian, dan sertifikasi pengujian.
3. Mengelola Rekaman Ketenagakerjaan: Catatan/dokumentasi ketenagakerjaan memberikan bukti kepatuhan terhadap peraturan ketenagakerjaan terkait dengan upah, jam kerja, dan persyaratan kerja (Humphres, 1973). Catatan meliputi kontrak kerja, catatan waktu dan penggajian. Hal ini akan memastikan pekerja mendapatkan kompensasi yang adil dan mereka dilindungi secara hukum.
4. Rekaman Monitoring Lingkungan: Catatan pemantauan lingkungan memberikan bukti kepatuhan terhadap peraturan yang terkait dengan pengelolaan limbah, kualitas udara, dan polusi air (Naumova et al., 2021) . Catatan ini meliputi laporan pemantauan, hasil pengambilan sampel, dan perijinan. Hal ini akan memastikan bahwa proyek konstruksi dilakukan dengan cara yang bertanggung jawab terhadap lingkungan.
5. Rekaman Pengendalian Biaya: Dokumen pengendalian biaya memberikan bukti kepatuhan terhadap peraturan yang berkaitan dengan manajemen dan akuntabilitas keuangan (Qiu-xia, 2007). Dokumen ini meliputi laporan anggaran, faktur, dan tanda terima/kwitansi.

6.4.2 Inspeksi dan Audit Reguler

Inspeksi dan audit membantu manajer proyek untuk mengidentifikasi potensi pelanggaran peraturan dan mengambil tindakan korektif untuk mengatasinya dan beberapa cara untuk dapat memastikan kepatuhan terhadap peraturan meliputi:

1. Mengidentifikasi Ketidapatuhan: Inspeksi dan audit rutin dapat membantu manajer proyek untuk mengidentifikasi area ketidakpatuhan terhadap peraturan serta mampu pula mengidentifikasi potensi pelanggaran peraturan dan mengambil tindakan korektif untuk mengatasinya (Humphres, 1973).
2. Memastikan Pengontrolan Kualitas: Inspeksi dan audit rutin dapat membantu manajer proyek untuk memastikan bahwa langkah-langkah kontrol kualitas diterapkan dan diikuti, serta mampu mengidentifikasi potensi masalah kontrol kualitas dan mengambil tindakan korektif untuk mengatasinya (Mia, 2006).
3. Mempromosikan K3: Inspeksi dan audit rutin dapat membantu manajer proyek untuk mempromosikan K3 di tempat kerja dan membantu mengidentifikasi potensi bahaya keselamatan dan mengambil tindakan korektif untuk mengatasinya. (Kee et al., 2013)
4. Mendorong Akuntabilitas: Inspeksi dan audit rutin dapat membantu manajer proyek untuk mendorong akuntabilitas di antara anggota tim proyek dan dapat membantu mengidentifikasi potensi ketidakpatuhan dan meminta pertanggungjawaban anggota tim untuk mengatasinya. (Mia, 2006).
5. Meningkatkan Komunikasi: Inspeksi dan audit rutin dapat membantu manajer proyek untuk meningkatkan komunikasi dengan pemangku kepentingan dan membantu mengidentifikasi potensi masalah dan mengkomunikasikannya kepada pemangku kepentingan secara tepat waktu. (Naumova et al., 2021)

6.4.3 Pendidikan dan Pelatihan (Diklat)

Pelatihan dan pendidikan (Diklat) kepada manajer proyek, pekerja, dan pemangku kepentingan lainnya akan memastikan bahwa mereka mengetahui peraturan/regulasi dan memahami tanggung jawabnya untuk dipatuhi.

Beberapa cara melalui diklat akan berguna untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi:

1. Diklat K3: Pelatihan K3 perusahaan konstruksi akan memastikan perusahaan konstruksi mengetahui potensi bahaya di tempat kerja dan

memahami cara memitigasinya. Pelatihan ini mencakup topik seperti identifikasi bahaya, persyaratan APD, dan prosedur tanggap darurat. (Humphres, 1973)

2. Diklat terkait Lingkungan: Pelatihan ini akan menyadarkan perusahaan konstruksi bahwa potensi dampak lingkungan dari pekerjaan mereka dan memahami cara meminimalkannya. Pelatihan ini mencakup topik-topik seperti pengelolaan limbah, efisiensi energi, dan praktik konstruksi berkelanjutan. (Steele, 2013)
3. Diklat Kepatuhan Hukum: Pelatihan ini akan memastikan kepatuhan terhadap peraturan tenaga kerja, kode bangunan, dan persyaratan hukum lainnya dan memahami cara mematuhi dan mencakup topik-topik seperti kontrak kerja, regulasi terkait anti-diskriminasi, dan NSPM bangunan. (Mia, 2006)
4. Diklat Manajemen Proyek: Pelatihan ini akan memastikan pemahaman peraturan dan cara menerapkannya secara efektif serta mencakup topik-topik seperti manajemen risiko, pengendalian biaya, dan keterlibatan pemangku kepentingan. (Naumova et al., 2021)
5. Diklat Berkelanjutan: Diklat ini dapat memastikan bahwa perusahaan akan selalu mengikuti peraturan terbaru dan praktik terbaik (best atau good practices) dan diklat ini mencakup lokakarya, seminar, dan kursus online atau webinar. (Mia, 2006)

6.4.4 Kolaborasi dengan Para Pihak/Stakeholder

Otoritas pengaturan atau regulator memainkan peran penting dalam menegakkan peraturan dan memastikan bahwa proyek konstruksi dilakukan dengan cara yang aman dan berkelanjutan.

Beberapa cara itu dilakukan melalui:

1. Pembimbingan: Regulator dapat memberikan panduan tentang interpretasi dan implementasi peraturan sehingga akan memastikan proyek memenuhi standar yang dipersyaratkan. (Naumova et al., 2021).
2. Pengawasan: Manajer proyek dapat berkolaborasi dengan regulator memfasilitasi inspeksi dan memastikan bahwa proyek telah

- memenuhi standar yang disyaratkan. Inspeksi ini juga akan membantu mengidentifikasi potensi pelanggaran peraturan dan mengambil tindakan korektif untuk mengatasinya. (Humphres, 1973)
3. Melaporkan Insiden: Regulator seringkali mewajibkan perusahaan konstruksi untuk melaporkan insiden yang dapat berdampak pada keselamatan atau dampak lingkungan dari proyek mereka (Steele, 2013). Dengan berkolaborasi dengan pihak berwenang dapat memastikan bahwa insiden dilaporkan secara tepat waktu dan akurat dan pihak berwenang dapat membantu untuk mengetahui potensi masalah dan dapat mengambil tindakan yang tepat untuk mengatasinya.
 4. Berpartisipasi dalam Proses Regulasi: Regulator seringkali mencari masukan dari pemangku kepentingan tentang peraturan yang diusulkan atau perubahan peraturan yang ada (Joyce and Houghton, 2014). Kolaborasi dan partisipasi dalam proses ini dan memberikan umpan balik tentang bagaimana peraturan dapat berdampak pada proyeknya.
 5. Membangun Hubungan: Membangun hubungan/kemitraan berdasarkan saling percaya dan saling menghormati dapat membantu memfasilitasi komunikasi, menyelesaikan masalah, dan mempromosikan hubungan kerja yang positif antara perusahaan konstruksi dan pihak berwenang. (Ai-min, 2006)

6.4.5 Manajemen Risiko

Manajemen risiko membantu mengambil tindakan korektif untuk menghindari hukuman atau denda ataupun hasil yang merugikan lainnya. Hal ini meliputi identifikasi potensi risiko, penilaian kemungkinan risiko dan dampaknya, dan mengembangkan strategi, monitoring dan membangun budaya risiko. (Steele, 2013). (Qiu-xia, 2007). (Naumova et al., 2021).

6.5 Konsekuensi Ketidakpatuhan terhadap Regulasi

6.5.1 Risiko Kecelakaan dan Cedera

Ketidakpatuhan terhadap peraturan K3 proyek konstruksi dapat menimbulkan konsekuensi yang tidak diinginkan berupa risiko kecelakaan dan cedera dan berikut ini konsekuensi dari ketidakpatuhan terhadap peraturan tersebut:

1. Meningkatnya risiko kecelakaan dan cedera akibat gagal dalam menerapkan langkah-langkah keselamatan seperti penyediaan alat pelindung diri, atau mengikuti protokol keselamatan (Kee et al., 2013)
2. Hukuman dan denda dapat dikenakan oleh regulator pada perusahaan konstruksi yang gagal mematuhi peraturan K3 (Humphres, 1973).
3. Rusaknya reputasi perusahaan konstruksi akibat ketidakpatuhan dapat menyebabkan publisitas negatif sehingga dapat mengakibatkan hilangnya peluang bisnis dan kesulitan dalam menarik klien baru (Steele, 2013).
4. Penurunan produktivitas sebagai akibat dari keterlambatan dan gangguan karena kecelakaan dan cedera (Qiu-xia, 2007).
5. Dampak negatif terhadap semangat kerja karena pekerja mungkin saja merasa tidak aman atau diremehkan jika majikan mereka gagal menyediakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Selanjutnya akan mengakibatkan penurunan motivasi, peningkatan ketidakhadiran, dan tingkat turnover atau meningkatnya ketidakpercayaan (Naumova et al., 2021).

Selain itu, Ketidakpatuhan terhadap regulasi K3 menurut (Rikhotso et al., 2022) dapat berdampak signifikan pada kesehatan karyawan dan keuangan perusahaan. Dalam jangka pendek, perusahaan dapat menghadapi sanksi hukum seperti denda. Dalam jangka panjang, perusahaan akan menanggung biaya pengobatan, rehabilitasi maupun pemulihan, yang bisa mengganggu keuangan perusahaan. Ditambah lagi, reputasi perusahaan juga berpotensi merosot, yang berdampak pada hubungan bisnis dan penjualan. Hal ini pada

akhirnya, kelalaian ini akan jauh lebih mahal daripada biaya untuk mematuhi hukum K3.

6.5.2 Hukuman dan Denda

Ketidakpatuhan terhadap peraturan K3 dalam proyek konstruksi dapat mengakibatkan hukuman dan denda hukum berupa:

1. Regulator dapat mengenakan denda dan hukuman serta berdampak negatif pada kinerja keuangan perusahaan, dalam beberapa kasus, ketidakpatuhan dapat mengakibatkan tuntutan pidana dan hukuman penjara. (Humphres, 1973)
2. Biaya hukum akan menjadi akibat karena ketidakpatuhan karena perusahaan konstruksi mengeluarkan biaya untuk pembelaan terhadap tindakan hukum. Biaya ini dapat menjadi signifikan dan dapat berdampak negatif terhadap kinerja keuangan perusahaan (Joyce and Houghton, 2014)
3. Peningkatan biaya asuransi akibat ketidakpatuhan diperoleh melalui pembebanan premi yang lebih tinggi kepada perusahaan yang memiliki riwayat ketidakpatuhan terhadap peraturan K3 (seringkali terjadi kasus) (Kee et al., 2013).
4. Rusaknya reputasi perusahaan akibat ketidakpatuhan diperoleh melalui publisitas negatif dan kondisi ini dapat mengakibatkan hilangnya bisnis dan kesulitan dalam menarik klien baru (Steele, 2013).
5. Kehilangan peluang bisnis akibat ketidakpatuhan karena klien mungkin saja ragu untuk bekerja kembali dengan perusahaan konstruksi yang memiliki riwayat ketidakpatuhan terhadap peraturan K3 (Naumova et al., 2021).

6.5.3 Keterlambatan dan Ancaman Gangguan

Keterlambatan/delay dan ancaman gangguan proyek akibat ketidakpatuhan terhadap peraturan K3 mengakibatkan beberapa konsekuensi:

1. Investigasi terhadap kecelakaan akan dilakukan oleh investigator atau pihak berwenang atas kecelakaan dan Investigasi ini akan

menyebabkan keterlambatan proyek dan kegiatan konstruksi dapat dihentikan hingga investigasi selesai (Humphres, 1973)

2. Perintah penghentian kerja atas kasus ketidakpatuhan yang serius, pihak berwenang dapat saja mengeluarkan perintah penghentian kerja dan mengharuskan kegiatan konstruksi dihentikan sampai dengan masalah keselamatan benar-benar ditangani (Humphres, 1973). Tentunya hal ini dapat mengakibatkan keterlambatan dan gangguan proyek yang signifikan.
3. Tindakan korektif dan remediasi akibat ketidakpatuhan mungkin saja perlu segera dilaksanakan (Kee et al., 2013). Tindakan berupa proses mendesain ulang aspek-aspek tertentu dari proyek, menerapkan langkah-langkah keamanan tambahan, atau memodifikasi proses kerja dan pada akhirnya akan membutuhkan waktu untuk mengimplementasikan perubahan ini.
4. Rusaknya reputasi akibat ketidakpatuhan diperoleh perusahaan konstruksi melalui publisitas negatif seputar kecelakaan atau pelanggaran keselamatan. Buruknya reputasi perusahaan akan berdampak sulit untuk menarik klien baru dan mengamankan proyek di masa mendatang dan tentunya keterlambatan perolehan kontrak baru dan potensi kerugian finansial (Atout, 2020).
5. Peningkatan biaya akibat ketidakpatuhan akibat meningkatnya biaya hukum, denda, dan penalti. Selain itu, implementasi tindakan korektif dan tindakan remediasi dapat memerlukan sumber daya dan biaya tambahan serta pada akhirnya berdampak pada anggaran proyek (Naumova et al., 2021).
6. Semangat (moril) dan produktivitas pekerja akibat ketidakpatuhan akan berdampak negatif. Pekerja mungkin merasa tidak aman atau nyaman ataupun diremehkan, dan menyebabkan penurunan motivasi dan produktivitas. Hal ini akan mengakibatkan keterlambatan proyek karena pekerjaan mungkin tidak diselesaikan secara efisien atau efektif (Steele, 2013).

6.5.4 Reputasi yang Buruk

Ketidakpatuhan dapat mengakibatkan kerusakan signifikan pada reputasi perusahaan konstruksi dengan beberapa konsekuensi:

1. Persepsi publik negatif akibat ketidakpatuhan karena pelanggaran K3 dapat menarik perhatian publik atau media dan tentunya menciptakan citra negatif perusahaan, yang saja dapat merusak reputasinya (Steele, 2013).
2. Hilangnya kepercayaan di antara klien, pemangku kepentingan, dan masyarakat umum akibat ketidakpatuhan, ketika sebuah perusahaan gagal memprioritaskan keselamatan dan kesejahteraan pekerjanya, hal ini akan menimbulkan kekhawatiran tentang komitmen keseluruhan pihak terhadap praktik kualitas dan etika (Naumova et al., 2021).
3. Kesulitan dalam menarik talenta terbaik akibat reputasi yang ternoda dapat mempersulit perusahaan konstruksi untuk menarik dan mempertahankan pekerja terampil bertalenta. Profesional atau pekerja berbakat lebih cenderung mencari pekerjaan di perusahaan yang memprioritaskan keselamatan dan menunjukkan komitmen untuk mematuhi peraturan. Reputasi negatif dapat menghalangi calon karyawan, yang menyebabkan kekurangan tenaga kerja terampil dan berpotensi lambatnya pelaksanaan proyek (Kee et al., 2013).
4. Dampak terhadap masa depan kontrak dapat berdampak negatif terhadap kemampuan perusahaan konstruksi untuk mendapatkan kontrak di masa mendatang. Klien akan cenderung khawatir tentang catatan keselamatan dan riwayat kepatuhan kontraktor. Perusahaan dengan riwayat ketidakpatuhan dapat dimasukkan dalam daftar hitam dan akan secara ketat diawasi selama proses penawaran atau selama proses seleksi (Humphres, 1973).

6.5.5 Penambahan Biaya

Ketidakpatuhan akan mengakibatkan peningkatan biaya dan menimbulkan beberapa konsekuensi:

1. Regulator akan mengenakan denda dan penalti akibat ketidakpatuhan, selanjutnya akan berkonsekuensi finansial yang signifikan terhadap anggaran proyek serta meningkatkan biaya proyek secara keseluruhan (Humphres, 1973).
2. Ketidakpatuhan dapat mengakibatkan biaya hukum terkait dengan pembelaan terhadap tindakan hukum atau biaya mengatasi pelanggaran peraturan. Biaya hukum, biaya pengadilan, dan biaya hukum lainnya dapat bertambah dan berkontribusi pada peningkatan biaya proyek (Joyce and Houghton, 2014).
3. Ketidakpatuhan dapat menyebabkan peningkatan premi asuransi. Perusahaan asuransi dapat memandang perusahaan yang tidak patuh sebagai risiko yang lebih tinggi dan membebani premi yang lebih tinggi untuk menutupi kewajiban potensial. Biaya asuransi yang meningkat ini dapat semakin membebani anggaran proyek. (Qiu-xia, 2007).
4. Ketidakpatuhan mungkin saja memerlukan tindakan perbaikan dan korektif untuk mengatasi kekurangan keselamatan (Kee et al., 2013). Tindakan ini dapat melibatkan sumber daya tambahan, peralatan, atau modifikasi proyek, yang mengakibatkan peningkatan biaya.
5. Ketidakpatuhan dapat menyebabkan keterlambatan dan gangguan proyek (Steele, 2013). Inspeksi peraturan, perintah penghentian pekerjaan, atau kebutuhan untuk memperbaiki masalah keselamatan dapat menyebabkan kegiatan konstruksi terhenti atau tertunda. Penundaan ini dapat mengakibatkan peningkatan biaya tenaga kerja, perpanjangan waktu proyek, dan potensi penalti keuangan.
6. Pelatihan dan Pendidikan: Ketidakpatuhan akan memerlukan pelatihan dan pendidikan tambahan bagi pekerja dan manajemen untuk memastikan kepatuhan (Joyce and Houghton, 2014). Biaya yang terkait dengan penyediaan program pelatihan dan sumber daya dapat berkontribusi pada peningkatan biaya proyek.

6.5.6 Penurunan Produktivitas

Ketidakpatuhan terhadap peraturan K3 menyebabkan penurunan produktivitas melalui beberapa konsekuensi:

1. Penghentian kerja karena ketidakpatuhan oleh pihak berwenang dapat menyebabkan keterlambatan jadwal proyek dan mengganggu aliran pekerjaan, yang menyebabkan penurunan produktivitas (Humphres, 1973).
2. Investigasi kecelakaan akibat ketidakpatuhan oleh pihak berwenang dan investigasi ini mengharuskan pekerja untuk diwawancarai dan aktivitas kerja dihentikan, yang menyebabkan penurunan produktivitas. (Humphres, 1973).
3. Peningkatan ketidakhadiran pekerja akibat ketidakpatuhan di kalangan pekerja dan pekerja merasa tidak aman atau diremehkan, sehingga menyebabkan penurunan motivasi dan produktivitas dan pada akhirnya mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek dan peningkatan biaya tenaga kerja. (Kee et al., 2013).
4. Tingkat pergantian pekerja akibat ketidakpatuhan karena pekerja dapat mencari pekerjaan di perusahaan yang mengutamakan keselamatan dan menunjukkan komitmen untuk mematuhi peraturan. Tingkat pergantian atau rekrutmen baru yang tinggi ini dapat mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek dan peningkatan biaya pelatihan pekerja baru. (Kee et al., 2013).
5. Menurunnya moril atau semangat kerja akibat ketidakpatuhan karena pekerja mungkin diremehkan atau tidak nyaman, yang menyebabkan penurunan produktivitas dan efisiensi. Hal ini dapat mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek dan peningkatan biaya tenaga kerja. (Mia, 2006)

6.6 Peraturan Internasional dalam Manajemen Proyek Konstruksi

6.6.1 Aspek Regulasi Pemodelan Informasi Bangunan (BIM- Building Information Modeling)

Building Information Modeling (BIM) adalah teknologi digital yang semakin banyak digunakan dalam proyek konstruksi seiring dengan maraknya era digitalisasi dan Industri 4.0. Namun demikian, penggunaan BIM menimbulkan pertimbangan aspek hukum yang perlu dibenahi. Berbagai institusi di bawah disiplin keilmuan ketekniksipilan terutama yang membidangi aspek hukum atau regulasi telah membahas tentang penerapan BIM serta permasalahan dan pertimbangan hukum yang mungkin saja timbul (Joyce and Houghton, 2014).

Beberapa catatan dan pertimbangan hukum terkait BIM dalam pengelolaan proyek konstruksi:

1. Kekayaan Intelektual (Intellectual Property): BIM berisi pembuatan dan pembagian model digital yang mengandung kekayaan intelektual. Kepemilikan dan penggunaan kekayaan intelektual ini perlu didefinisikan secara jelas di dalam kontrak dan perjanjian antara pemangku kepentingan proyek yang terlibat.
2. Industry Protocols: BIM membutuhkan penggunaan protokol industri untuk memastikan konsistensi dan interoperabilitas diantara platform perangkat lunak yang berbeda. Protokol ini perlu dimasukkan ke dalam kontrak dan kesepakatan antara pemangku kepentingan proyek.
3. Standard Forms of Contract: Form standar kontrak perlu diperbarui untuk mencerminkan penggunaan BIM dalam proyek konstruksi. Formulir ini harus mencakup ketentuan terkait penggunaan BIM, seperti kepemilikan kekayaan intelektual dan penggunaan protokol industri.

6.6.2 Protokol Industri

Protokol industri memastikan konsistensi, interoperabilitas/berbagi pakai, dan komunikasi yang efektif di antara pemangku kepentingan proyek. Protokol ini membantu merampingkan/leaning proses, meningkatkan kolaborasi, dan tentunya menaikkan hasil proyek dan beberapa poin penting mengenai protokol industri dalam manajemen proyek konstruksi:

1. **Standardisasi:** Protokol industri menetapkan pedoman dan prosedur standar untuk berbagai aspek proyek konstruksi. Standarisasi memuat definisi praktik umum, terminologi, dan format data, memastikan konsistensi dan mengurangi ketidakpastian/kekacauan di antara pelaku proyek (Joyce and Houghton, 2014).
2. **Interoperabilitas/berbagi pakai:** Protokol industri memfasilitasi interoperabilitas antara berbagai platform perangkat lunak dan alat/peralatan yang digunakan dalam proyek konstruksi. Interoperabilitas akan memuat format dan protokol pertukaran data, memungkinkan integrasi tanpa batas dan berbagi informasi antara sistem yang berbeda (Joyce and Houghton, 2014).
3. **Manajemen Data:** Protokol industri memberikan panduan untuk manajemen data, termasuk organisasi data, klasifikasi, dan konvensi penamaan. Protokol-protokol ini memastikan bahwa data proyek disusun dan diatur secara konsisten, membuatnya lebih mudah untuk diakses, dianalisis, dan dibagikan (Joyce and Houghton, 2014).
4. **Kolaborasi dan Komunikasi:** Protokol industri mendorong kolaborasi dan komunikasi yang efektif di antara pemangku kepentingan proyek. Protokol industri menetapkan pedoman untuk berbagi informasi, mengoordinasikan kegiatan, dan menyelesaikan konflik, memastikan kelancaran pelaksanaan proyek dan meminimalkan penundaan/delay.
5. **Pertimbangan Hukum:** Protokol industri dimungkinkan memiliki implikasi hukum, terutama terkait hak dan kewajiban kekayaan intelektual. Hal ini penting bagi pemangku kepentingan untuk memahami dan membahas pertimbangan ini dalam kontrak dan perjanjian untuk melindungi kepentingannya.

6. Kepatuhan terhadap Peraturan: Protokol industri dapat selaras dengan persyaratan dan standar peraturan dalam industri konstruksi. Mematuhi protokol ini membantu memastikan kepatuhan terhadap Norma, Standar, Prosedur dan Metode (NSPM) yang relevan, mengurangi risiko masalah hukum dan penundaan proyek (Naumova et al., 2021).

6.6.3 Kekayaan Intelektual/ Intellectual Property

Kekayaan intelektual mengacu pada ciptaan tidak berwujud dari kecerdasan manusia yang dilindungi oleh hukum dan beberapa poin penting mengenai kekayaan intelektual dalam sebuah proyek konstruksi:

1. Kepemilikan: Hak kekayaan intelektual dalam proyek konstruksi terkadang menjadi rumit, karena banyak pihak dapat berkontribusi pada pembuatan desain, gambar, dan material terkait proyeknya. Penetapan atas kepemilikan akan menjadi penting dan menjelaskan kekayaan intelektual dalam kontrak dan perjanjian antara pemangku kepentingan proyek (Joyce and Houghton, 2014).
2. Perizinan atau Lisensi: Kekayaan intelektual dapat dilisensikan kepada pihak lain untuk digunakan dalam proyek konstruksi. Perjanjian lisensi harus dirancang dengan hati-hati untuk memastikan bahwa ketentuan penggunaan didefinisikan dengan jelas dan bahwa hak pemilik kekayaan intelektual dilindungi. .
3. Hak cipta/Copyright: Undang-undang hak cipta melindungi karya asli kepenulisan, termasuk desain dan gambar arsitektur. Kepemilikan hak cipta harus didefinisikan dengan jelas dalam kontrak dan perjanjian.
4. Paten: Paten melindungi penemuan dan teknologi baru yang digunakan dalam proyek konstruksi. Penting untuk memastikan bahwa setiap teknologi yang dipatenkan yang digunakan dalam suatu proyek dilisensikan dengan benar dan bahwa hak-hak pemegang paten dihormati/dihargai.
5. Merek Dagang/ Trademarks: Merek dagang melindungi nama merek, logo, dan tanda pengenal lainnya yang digunakan dalam proyek

konstruksi. Hal ini akan memastikan bahwa setiap merek dagang yang digunakan dalam suatu proyek dilisensikan dengan benar dan bahwa hak pemilik merek dagang dihormati.

6. **Penyelesaian Sengketa:** Sengketa kekayaan intelektual dapat muncul dalam proyek konstruksi, dan penting untuk memiliki mekanisme untuk menyelesaikan sengketa ini. Kontrak dan perjanjian harus mencakup ketentuan penyelesaian sengketa, seperti mediasi atau arbitrase.

Bab 7

Bar Chart (Gantt Chart) dan Kurva S

7.1 Pengertian Bar Chart (Gantt Chart)

Bar Chart atau Gantt Chart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun pada kolom vertikal dan skala waktu di plot pada baris horizontal (Ervianto, 2005). Durasi kegiatan bisa dibuat dengan satuan hari, minggu atau bulan sesuai dengan ruang lingkup kegiatan. Setiap kegiatan diwakili oleh sebuah batang (bar) yang menunjukkan kapan suatu kegiatan dimulai dan kapan suatu kegiatan diselesaikan. Panjang batang menyatakan lama kegiatan sesuai skala waktu yang telah ditentukan. Bar Chart atau Gantt Chart banyak digunakan untuk kegiatan monitoring proyek.

Bar Chart dibuat pertama kali oleh Henry L Gantt sehingga sering disebut Gantt Chart. Teknik penjadwalan ini digunakan secara luas dalam kegiatan konstruksi karena bersifat sederhana, mudah dibuat dan mudah dipahami oleh semua kalangan (Widiasanti dan Lenggogeni, 2013).

1. Keunggulan Bar Chart atau Gantt Chart:
 - a. Sederhana sehingga mudah dibaca dan dimengerti

- b. Dapat memantau dan mengendalikan kemajuan proyek bila digabungkan dengan metode lain, seperti kurva S
2. Kelemahan Bar Chart atau Gantt Char
- a. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain
 - b. Sukar untuk mengadakan perbaikan atau pembaharuan (updating), karena umumnya harus dilakukan dengan membuat diagram yang baru
 - c. Untuk proyek berukuran sedang dan besar, terutama yang bersifat kompleks, penggunaan bar chart akan menghadapi kesulitan karena semakin banyak kegiatan diagram akan terlihat lebih rumit.

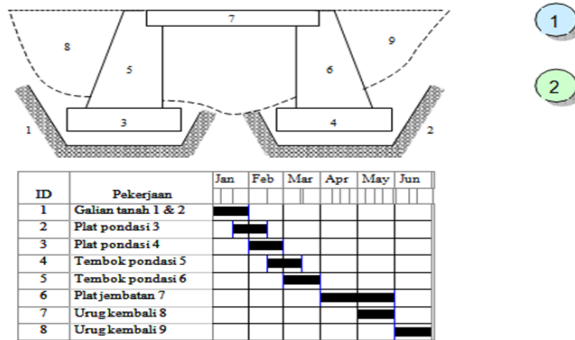
7.2 Langkah Pembuatan Bar Chart

Dalam pembuatan Bar Chart atau Gantt Chart ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu:

1. Menentukan kegiatan apa saja yang akan dimuat dalam bar chart
2. Melakukan perkiraan durasi untuk tiap kegiatan yang dimuat dalam bar chart
3. Menentukan urutan pekerjaan dan keterkaitan (tahapan) antar kegiatan.

Urutan pekerjaan ini disusun berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian dengan memperhatikan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan yang bersamaan.

4. Melakukan plotting bar pada bar chart
- Agar lebih dapat memahami mengenai Bar Chart (Diagram Batang) maka contoh Bar Chart disajikan pada Gambar 8.1.



Gambar 7.1: Diagram Batang Pekerjaan Jembatan

Gambar 7.1 menunjukkan contoh Bar Chart untuk kegiatan pada proyek konstruksi yaitu proyek pembangunan jembatan. Berdasarkan Gambar 7.1, kita bisa mengetahui bahwa proyek pembangunan jembatan tersebut dilaksanakan selama 6 (enam) bulan kalender. Pekerjaan Galian tanah pada lokasi 1 dan 2 dikerjakan selama satu bulan, kemudian diikuti dengan pekerjaan pelat pondasi, pekerjaan tembok pondasi, pekerjaan pelat jembatan dan pekerjaan urug kembali.

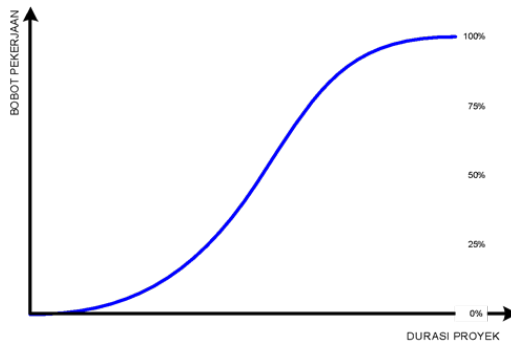
7.3 Kurva S

Kurva S adalah kurva yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian kegiatan dan sumbu horizontal sebagai skala waktu (Soeharto, 1997). Kurva S dapat menggambarkan kemajuan pekerjaan berdasarkan ketersediaan dana yang sudah terealisasi di proyek. Kurva S memberikan gambaran kemajuan pekerjaan dengan waktu yang direpresentasikan terhadap bobot penyerapan biaya.

Pada Kurva S, diasumsikan bahwa biaya setiap item kegiatan terdistribusi secara merata selama durasinya, penyesuaian distribusi biaya harus dilakukan jika dipandang perlu. Panjang batang pada bar chart menggambarkan durasi kegiatan dapat dikonversikan kepada biaya (dalam bentuk % bobot biaya) yang dibutuhkan untuk melaksanakannya. Setiap satuan waktu (hari, minggu atau bulan) dapat dijumlahkan vertikal ke bawah yang berarti biaya yang harus dikeluarkan pada waktu yang bersangkutan. Biaya-biaya ini dijumlahkan

secara kumulatif untuk satuan waktu berikutnya sehingga total jumlah keseluruhan pada akhir proyek mencapai 100%. Titik-titik tersebut dihubungkan satu sama lain sehingga membentuk kurva S.

Kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan pekerjaan di proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana (Husein, 2011). Visualisasi kurva S dapat memberikan gambaran mengenai adanya keterlambatan atau percepatan pekerjaan di Proyek. Hasil realisasi dari pekerjaan pada satu waktu dapat dibandingkan dengan rencana. Jika grafik hasil realisasi berada di atas grafik rencana pada kurva S maka terjadi prestasi baik, namun jika berada di bawah grafik rencana maka terjadi prestasi buruk. Indikasi ini dapat menjadi informasi perlu adanya evaluasi dalam melakukan tindakan koreksi agar tidak ada keterlambatan kembali. Contoh Kurva S disajikan pada Gambar 7.2.



Gambar 7.2:Contoh Kurva S

7.3.1 Data Yang Dibutuhkan dalam Pembuatan Kurva S

Dalam pembuatan Kurva S ada beberapa data yang dibutuhkan antara lain yaitu:

1. Diagram Bagan Balok (Bar Chart)

Pada umumnya kurva S diplot pada diagram balok, dengan tujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam jangka waktu pengamatan progres pelaksanaan proyek.

2. Distribusi biaya dan metode pelaksanaan:

Metode pelaksanaan konstruksi akan memberikan urutan-urutan kegiatan dan karakteristik kegiatannya (melalui diagram jaring). Distribusi biaya dianggap mewakili dari nilai pekerjaan dilapangan.

3. Distribusi Biaya dan Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan konstruksi akan memberikan urutan kegiatan dan karakteristik kegiatannya (melalui diagram jaring). Distribusi biaya dianggap mewakili dari nilai pekerjaan dilapangan.

7.3.2 Pembuatan Kurva S

Bobot pekerjaan adalah besarnya pekerjaan siap dibandingkan dengan pekerjaan siap seluruhnya yang dinyatakan dalam bentuk prosentase (Ibrahim, 1993).

Dalam pembuatan Kurva S, ada beberapa tahapan yang harus diikuti adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pembobotan pada setiap item pekerjaan
2. Bobot item pekerjaan dihitung berdasarkan biaya item pekerjaan dibagi biaya total pekerjaan dikalikan 100%

$$\text{Bobot Kegiatan} = \frac{\text{Harga Kegiatan}}{\text{Harga Total Kegiatan}} \times 100\%$$

3. Setelah bobot masing-masing item pekerjaan dihitung, selanjutnya bobot pekerjaan tersebut didistribusikan selama durasi masing-masing aktivitas.
4. Setelah itu jumlah bobot dari aktivitas tiap periode waktu tertentu dijumlah secara kumulatif.
5. Angka kumulatif pada setiap periode ini di plot pada sumbu y (ordinat) dalam grafik dan waktu pada sumbu x.
6. Dengan menghubungkan semua titik-titik diperoleh kurva – S.

7.3.3 Manfaat Kurva S

Sebagai informasi untuk mengontrol pelaksanaan suatu proyek dengan cara membandingkan deviasi antara kurva rencana dengan kurva realisasi

1. Sebagai informasi untuk pengambilan keputusan berdasarkan perubahan kurva realisasi terhadap kurva rencana perubahan ini bisa dalam bentuk prosentase pekerjaan lebih cepat atau lebih lambat dari waktu yang sudah ditentukan untuk menyelesaikan proyek

2. Sebagai informasi kapan waktu yang tepat untuk owner melakukan pembayaran kepada supplier.

7.3.4 Fungsi Kurva S

1. Fungsi penjadwalan dengan kurva S adalah untuk Pengendalian dan monitoring laju kemajuan pekerjaan (biasanya dalam satuan/lingkup perminggu).
2. Dengan demikian, evaluasi prestasi pekerjaan per minggu adalah dengan membandingkan prestasi riil pada minggu dilaksanakannya pekerjaan dengan prestasi rencana yang telah ditentukan dalam jadwal proyek (time schedule/kurva S/bar chart).

Bab 8

Critical Path Methode (CPM)

8.1 Pendahuluan

Metode Jalur Kritis atau Critical Path method (CPM) adalah sebuah metode algoritma penjadwalan untuk merencanakan dan mengawasi aktivitas proyek dalam manajemen proyek. Metode ini mulai dikembangkan oleh Morgan E. Walker dan James E. Kelly sekitar tahun 1950-an. Pengembangan metode jalur kritis ini berawal dari metode jaringan kerja yang sukses diaplikasikan oleh perusahaan Dupont di tahun 1940-an ketika mereka terlibat pada proyek pengembangan senjata bom atom atau lebih dikenal dengan proyek Manhattan. Keberhasilan metode jaringan kerja di proyek Manhattan tersebut membuat mereka merasa perlu untuk mengembangkan suatu metode yang bisa mengoptimalkan metode jaringan kerja yang sudah ada sehingga pengerjaan proyek bisa lebih optimal dan efisien.

Dalam metode CPM dititikberatkan pada adanya jalur kritis yang memiliki rangkaian komponen kegiatan dengan total waktu terlama dan menunjukkan tenggat waktu penyelesaian proyek tercepat (Soeharto, 1999). Dalam metode CPM dikenal adanya jalur kritis yang mana jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis dari awal kegiatan proyek sampai pada kegiatan terakhir proyek. Kegiatan-kegiatan tersebut bila dalam pelaksanaannya terjadi keterlambatan maka secara keseluruhan proyek akan mengalami keterlambatan.

Metode jalur kritis atau CPM merupakan salah satu metode pengawasan proyek yang berbasis jaringan kritis yang banyak digunakan oleh profesional yang menangani proyek proyek konstruksi ataupun proyek proyek lain yang berskala kecil, menengah sampai besar. Metode CPM dapat di aplikasikan ke dalam suatu proyek ketika durasi pengerjaan proyek sudah ketahu dan tenggat waktu pengerjaan tidak berfluktuasi atau stabil (Thoengsal & Tumpu, 2022). Hal tersebut dikarenakan metode CPM menitikberatkan pada optimalisasi biaya total proyek melalui percepatan waktu penyelesaian total pengerjaan proyek sehingga ketika tenggat waktunya belum diketahui atau ditentukan maka metode ini sulit untuk diaplikasikan.

8.2 Jaringan Kerja

Jaringan Kerja adalah hubungan saling keterkaitan antara bagian bagian pekerjaan yang digambarkan dalam satu diagram jaringan, maka dapat dilihat bagian bagian pekerjaan mana yang harus dikerjakan dahulu sebelum melanjutkan pekerjaan selanjutnya karena pekerjaan tersebut dijadikan acuan untuk melanjutkan pekerjaan selanjutnya. Sehingga suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila pekerjaan sebelumnya belum diselesaikan.

Simbol-simbol yang dipakai untuk menggambarkan suatu jaringan kerja adalah sebagai berikut (Hayun, 2005):

1. (anak panah/busur), menggambarkan suatu aktivitas yang dibutuhkan oleh proyek dan memerlukan jangka waktu tertentu dalam pemanfaatan sumber daya (tenaga kerja, alat, material, biaya). Ujung kepala anak panah menunjuk ke arah tiap kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai dengan selesai dengan arah kiri ke kanan.
2. (lingkaran kecil/Node) menggambarkan sebuah kejadian, di mana sebuah kejadian diartikan sebagai pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Titik awal dan akhir kegiatan digambarkan sebagai kejadian kepala dan ekor, di mana satu kegiatan yang berawal dari suatu kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan sebelumnya di akhiri. Suatu kejadian harus mendahulukan kegiatan yang keluar dari lingkaran kecil tersebut.

3. (anak panah terputus putus) menggambarkan kegiatan yang semu/dummy, di mana pada simbol ini menjelaskan bagaimana semua kegiatan utama yang saling berhubungan dan membatasi mulainya suatu kegiatan, akan tetapi kegiatan yang ditunjukkan oleh simbol ini tidak memakan waktu dan sumber daya.

(anak panah tebal) merupakan kegiatan yang terjadi pada lintasan jalur kritis.

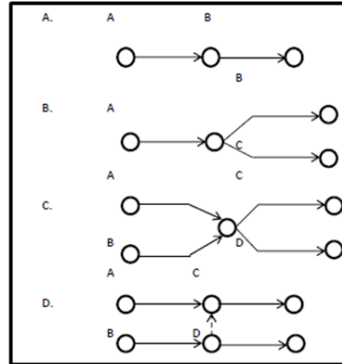
Untuk penggunaan simbol simbol di atas harus mengikuti aturan aturan yang sudah ditentukan sebagai berikut (Hayun, 2005):

1. Antara dua kejadian yang sama hanya boleh digambarkan satu anak panah
2. Nama suatu aktivitas dinyatakan dalam bentuk huruf atau nomor kejadian
3. Aktivitas harus bergerak dari kejadian bernomor kecil ke kejadian bernomor besar.
4. Diagram hanya memiliki satu kejadian yang dimulai paling cepat(initial event) dan satu kejadian yang paling cepat untuk diselesaikan

Sistematika yang urut dan lengkap dalam menyusun jaringan kerja menurut Soeharto (1999) adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji dan mengidentifikasi ruang lingkup proyek yang kemudian diuraikan menjadi kegiatan kegiatan yang merupakan komponen dari suatu proyek
2. Menyusun ulang komponen komponen yang sudah dikaji pada poin 1 menjadi urutan mata rantai yang sesuai dengan logika ketergantungan yang seri atau paralel.
3. Memberikan perkiraan estimasi waktu bagi masing masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek dengan menggunakan angka perkiraan deterministik.
4. Mengidentifikasi jalur kritis dan float pada jaringan kerja

Ilustrasi tanda ketika membuat jaringan kerja digambarkan seperti berikut



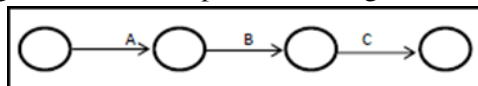
Gambar 8.1: Simbol dalam Jaringan Kerja (Soeharto, 1999)

Keterangan gambar:

1. Kegiatan B mulai setelah kegiatan A selesai
2. Kegiatan B dan C dapat dimulai setelah kegiatan A selesai
3. Kegiatan C dan D dapat di mulai setelah kegiatan A dan B selesai
4. Kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai. Sedangkan kegiatan D dapat dimulai segera setelah kegiatan B selesai dan tidak bergantung pada kegiatan A

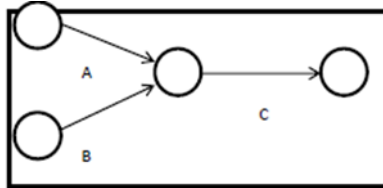
Logika ketergantungan kegiatan kegiatan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut (Thoengsal & Tumpu, 2022):

1. kegiatan A harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum kegiatan B bisa dimulai dan kegiatan C bisa di mulai setelah kegiatan B selesai. Hubungan kegiatan tersebut dapat di lihat di gambar 1.2.



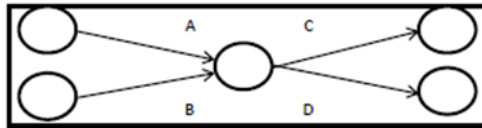
Gambar 8.2: Jaringan Kerja (a) (Thoengsal & tumpu 2022)

2. Kegiatan A dan B harus diselesaikan sebelum kegiatan C dimulai. Hubungan kegiatan tersebut dapat di lihat di gambar 1.3.



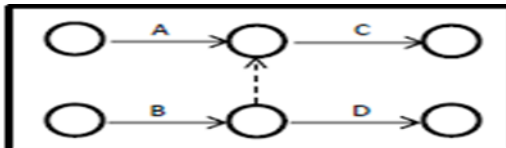
Gambar 8.3:. Jaringan Kerja (b) (Thoengsal & tumpu 2022)

3. jika kegiatan A dan B harus segera dimulai sebelum kegiatan C dan D. Hubungan kegiatan tersebut dapat di lihat di gambar 1.4.



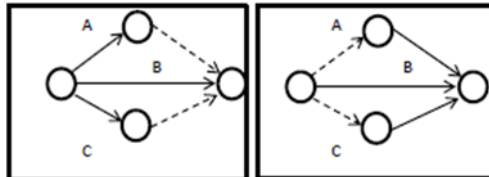
Gambar 8.4:. Jaringan Kerja (c) (Thoengsal & Tumpu 2022)

4. kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat di mulai bila kegiatan B selesai Hubungan kegiatan tersebut dapat di lihat di gambar 1.5.



Gambar 8.5: Jaringan Kerja (d) (Thoengsal & Tumpu 2022)

5. Jika kegiatan A,B, C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama Hubungan kegiatan tersebut dapat di lihat di gambar 1.6.



Gambar 8.6:. Jaringan Kerja(e) (Thoengsal & tumpu 2022)

8.3 Jalur Kritis

Jalur kritis adalah susunan aktivitas aktivitas dalam sebuah proyek yang tidak bisa di tunda waktu pengerjaannya dan saling berkaitan satu sama lainnya. Semakin banyak jalur kritis pada suatu proyek maka akan semakin banyak aktivitas yang perlu diawasi. Hasil penjumlahan durasi waktu yang paling lama dalam jalur kritis akan dijadikan sebagai estimasi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Untuk mengetahui jalur kritis kita perlu menghitung waktu awal dan akhir dalam setiap kegiatan seperti penjelasan sebagai berikut (Thoengsal & Tumpu, 2022):

Perhitungan Maju

Untuk mengidentifikasi jalur kritis digunakan suatu cara yang disebut hitungan maju, berikut tipe dalam menghitung maju:

1. Mulai terdahulu (earliest Start-ES), yaitu waktu terdahulu suatu kegiatan dapat dimulai dengan asumsi semua kegiatan pendahulu sudah selesai.
2. Selesai terdahulu (earliest finish- EF), yaitu waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai

Perhitungan maju diawali pada titik mulai dan selesai pada titik akhir, dan memiliki komponen ES(waktu tercepat memulai suatu kegiatan) dan EF(waktu tercepat untuk menyelesaikan kegiatan). Untuk menghitung hitungan maju ada beberapa aturan yang perlu diikuti, aturan tersebut dijabarkan sebagai berikut (Thoengsal & Tumpu, 2022):

1. Kegiatan awal di mulai saat kegiatan sebelumnya telah selesai(kecuali kegiatan paling awal)
2. Waktu selesai paling awal sama dengan waktu mulai paling awal setelah di tambah lamanya kegiatan terdahulu
3. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan terdahulu yang bergabung maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan sebelumnya.

Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur di artikan perhitungan untuk mengetahui waktu paling akhir kita dalam memulai dan mengakhiri masing masing kegiatan tanpa menunda keseluruhan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah dihasilkan oleh hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari hari terakhir penyelesaian proyek suatu jaringan kerja.

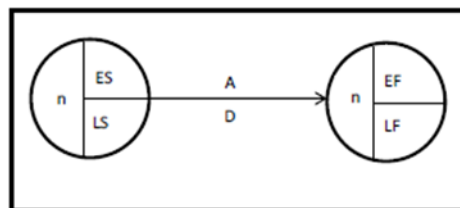
1. Mulai terakhir (latest Start- LS) yaitu waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek
2. Selesai terakhir (latest Finish -LS) yaitu waktu terakhir suatu kegiatan dapat diselesaikan sehingga waktu penyelesaian proyek keseluruhan proyek tidak tertunda.

Hitungan mundur di awali pada titik akhir menuju titik awal yang berfungsi sebagai alat identifikasi waktu paling lambat satu pekerjaan dan mempunyai dua komponen berupa LF(waktu paling lambat selesainya kegiatan) dan LS (waktu paling lambat untuk memulai pekerjaan).

Berikut aturan aturan yang diberlakukan dalam menghitung waktu mundur:

1. Waktu mulai paling akhir sama dengan waktu selesai paling akhir di kurangi durasi kegiatan tersebut
2. Bila suatu kegiatan terpecah menjadi dua kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikut yang paling kecil

Untuk memperjelas penjelasan di atas berikut ilustrasi dari perhitungan maju dan mundur:



Gambar 8.7:. Node Kegiatan (Thoengsal & Tumpu, 2022)

Keterangan:

A = nama Aktivitas

B = Durasi waktu suatu aktivitas

N = nomor kegiatan

ES = Earlist Start

LS = Latest Start

EF = Earlist Finish

LF = Latest Finish

8.4 Float

Dalam suatu aktivitas proyek memungkinkan terjadi hambatan, untuk itu perlu adanya waktu Slack atau float dalam setiap kegiatan. Waktu slack atau float adalah waktu bebas yang dipunyai oleh setiap kegiatan untuk mundur tanpa harus mengganggu waktu pengerjaan proyek sehingga proyek tidak terlambat. Jumlah waktu float total sama dengan waktu yang di dapat bila semua kegiatan terdahulu di mulai seawal mungkin, sedangkan semua kegiatan selanjutnya dimulai selambat mungkin. Float total dipunyai bersama oleh semua kegiatan yang ada pada jalur yang dilewati, sehingga bila salah satu kegiatan sudah memakai float total maka float total yang tersedia untuk kegiatan kegiatan yang lain yang berada pada jalur tersebut adalah sama dengan float total semula dikurangi bagian yang telah terpakai

Waktu slack atau float total dapat dirumuskan sebagai berikut ((Thoengsal & Tumpu, 2022):

$$\text{Float total/slack} = \text{LS} - \text{ES} = \text{LF} - \text{EF}$$

Keterangan:

Slack /Float total = waktu bebas

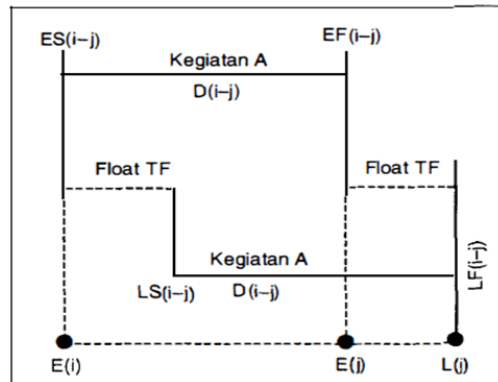
LS = Latest Start

ES = Earliest Start

LF = Latest Finish

EF = Earliest Finish

Melihat pembahasan yang sudah dibahas mengenai float total maka pelaksanaan kegiatan dalam jalur yang bersangkutan dapat ditunda atau diperpanjang sampai batas tertentu hingga float total = 0, sehingga suatu kegiatan tanpa memengaruhi selesai jadwalnya secara keseluruhan. Pada gambar ilustrasi di bawah menunjukkan posisi dan hubungan float total dan parameter parameter yang lain di mana terlihat bahwa float total dapat berada di bagian awal dimulainya kegiatan (ES) atau di ujung waktu penyelesaian paling akhir (LS). Bahkan dapat di pecah pecah sesuai kebutuhan asalkan masih dalam batasan. Berikut gambaran posisi keterikatan float total:



Gambar 8.8: Posisi dan Hubungan antara ES,LS,EF,LF,D dan Float Total (Soeharto,1999)

Bagi pengelola proyek, mengetahui pengertian di atas akan sangat bermanfaat terutama untuk memecahkan pemerataan penggunaan sumber daya

8.5 Durasi Proyek

Durasi proyek adalah total jumlah waktu yang diperlukan oleh pemilik proyek untuk menyelesaikan semua pekerjaan proyek. Faktor yang memengaruhi dalam penentuan durasi pengerjaan proyek adalah volume pekerjaan, metode pengerjaan yang dipakai, kondisi nyata di lapangan, skil dan kemampuan yang dimiliki tenaga kerja yang dipekerjakan untuk melaksanakan proyek . untuk menghitung lama durasi proyek adalah (soeharto,1999):

$$D = \frac{V}{Pr \cdot N}$$

Keterangan:

D = Durasi kegiatan

V = Volume Kegiatan

Pr = produktivitas kerja rata rata

N = jumlah tenaga kerja dan peralatan

Bab 9

Analisa Simulasi Monte Carlo Dalam Evaluasi Percepatan Proyek Konstruksi

9.1 Pendahuluan

Salah satu indikator keberhasilan suatu proyek adalah ketika proyek berjalan sesuai dengan target waktu pelaksanaan yang direncanakan sebelumnya. Selain itu, total durasi proyek menentukan penggunaan dan pengelolaan sumber daya yang efisien untuk mencapai tujuan proyek dengan mutu yang baik. Oleh karena itu, perencanaan jadwal proyek yang dapat memperhitungkan risiko serta ketidakpastian merupakan salah satu tantangan utama dalam manajemen proyek (Trumper & Virine, 2011).

Monitoring merupakan suatu kegiatan dalam pengendalian dan pengawasan suatu proyek yang bertujuan mengamati kegiatan-kegiatan pokok dari suatu hasil pekerjaan. Monitoring terhadap biaya dan jadwal pada suatu proyek yang sedang berlangsung dilakukan untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan yang terjadi antara rencana dan pelaksanaan proyek. Kegiatan monitoring harus selalu dilakukan dalam pelaksanaan proyek agar kegiatan dalam proyek berjalan sesuai rencana yang diharapkan. Keterlambatan suatu

kegiatan dalam proyek akan memengaruhi kegiatan yang lain yang menyertainya, sehingga perlu adanya monitoring agar dapat diketahui sejauh apakah pengaruh keterlambatan tersebut terhadap kegiatan-kegiatan lain dalam proyek dan terhadap keseluruhan proyek. Pada umumnya, kegiatan monitoring suatu proyek dilakukan dengan menggunakan kurva S yang berisi daftar pekerjaan dan bobot biaya setiap pekerjaan yang memiliki sumbu persentase kumulatif dan waktu pelaksanaan yang nantinya akan dibandingkan antara jadwal dan pelaksanaan di lapangan berdasarkan laporan proyek. Akan tetapi dengan penggunaan kurva S tidak dapat mengetahui pengaruh antar aktivitas dan pengaruh keterlambatan suatu aktivitas terhadap keseluruhan proyek.

Terdapat beberapa metode dalam penjadwalan dan pengendalian waktu pelaksanaan suatu proyek diantaranya metode critical path method (CPM) dan metode program evaluation and review technique (PERT), yang merupakan variasi dari CPM dengan menggunakan waktu secara probabilistik untuk mengestimasi durasi aktivitas pekerjaan, namun demikian dari dua metode tersebut masih dianggap kurang akurat untuk memperhitungkan ketidakpastian durasi proyek secara keseluruhan karena durasi yang dihasilkan dalam bentuk deterministik yang kurang sesuai dengan sifat proyek konstruksi yang unik, dinamis dan cenderung kompleks (Prajoko & Manurung, 2018).

Salah satu metode lain yang dapat digunakan adalah dengan simulasi Monte Carlo. Simulasi ini merupakan metode yang pengambilan sampelnya dilakukan secara acak dari setiap distribusi probabilitas dalam suatu model untuk menghasilkan ratusan ataupun ribuan iterasi. Dalam bidang konstruksi, simulasi ini dapat digunakan untuk menentukan durasi penyelesaian proyek dan perkiraan biaya total dari suatu proyek (Acebes et al., 2015). Penelitian ini dilakukan untuk meneliti apakah penggunaan simulasi Monte Carlo dalam penjadwalan proyek dapat menghasilkan prediksi penjadwalan yang dapat memperhitungkan ketidakpastian-ketidakpastian serta mendapat distribusi yang paling sesuai untuk digunakan berdasarkan data historis masa lalu. Monte Carlo adalah sebuah teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif yang dapat digunakan sebagai alternatif dalam penyusunan penjadwalan suatu proyek. Dengan metode Monte Carlo dapat diteliti apakah penyusunan penjadwalan suatu proyek sudah memperkirakan waktu yang aman menurut estimasi waktu dari pihak yang bersangkutan.

9.2 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah salah satu jenis dari simulasi yang bergantung pada pengambilan sampel secara acak dan berulang yang kemudian dianalisis secara statistik untuk mengolah hasil. Metode ini berkaitan erat dengan eksperimen secara acak yang mana eksperimen tersebut belum memiliki hasil yang spesifik (Raychaudhuri, 2008). Monte Carlo adalah simulasi tipe probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan s dari proses acak. Monte Carlo melibatkan penetapan distribusi pengambilan sampel acak dari distribusi untuk menghasilkan data. Ketika sistem terdapat elemen-elemen yang memperlihatkan perilaku yang cenderung tidak pasti atau probabilistik maka metode simulasi Monte Carlo dapat diterapkan. Dasar teknik Monte Carlo adalah mengadakan percobaan probabilistik melalui sampling random. Istilah Monte Carlo telah menjadi sinonim dengan simulasi probabilitas. Namun secara sempit metode Monte Carlo dapat didefinisikan sebagai suatu teknik untuk memilih angka-angka secara acak dari suatu distribusi probabilitas untuk digunakan dalam suatu distribusi probabilitas untuk digunakan dalam suatu percobaan dari suatu simulasi.

Untuk melakukan simulasi Monte Carlo, sebuah sampel diambil berdasarkan distribusi yang ditentukan. Masing-masing sampel tersebut kemudian dititrisasi biasanya sebanyak 100 –100.000 percobaan untuk memperoleh hasilnya (Button, 2003). Bagian penting dalam proses simulasi adalah dalam pemilihan distribusi yang tepat untuk mewakili ketidakpastian setiap faktor risiko dan ini dapat diturunkan dengan menggunakan data historis atau penilaian dari manajer risiko (Koulinas et al., 2020).

Metode Monte Carlo merupakan pendekatan khusus yang sangat berguna untuk mensimulasikan situasi yang mengandung risiko sehingga diperoleh jawaban-jawaban perkiraan yang tidak dapat diperoleh dari penelitian-penelitian secara fisik atau dari penggunaan analisis matematika. Proses Monte Carlo dalam memilih angka acak berdasarkan distribusi probabilitas bertujuan untuk menentukan variabel acak melalui uji sampel dari distribusi probabilitas. Metode Monte Carlo bertitik tolak pada generalisasi fakta-fakta yang terjadi dengan mempresentasikan ke dalam bilangan acak dan distribusi probabilitas kumulatif. Munculnya nilai bilangan acak yang dapat dilakukan dengan generator bilangan acak seperti Linear Congruential Generator, Multiplicative Random Number Generator ataupun Mixed Congruential Random Number Generator. Distribusi probabilitas kumulatif dari sampel data diperhitungkan

dari data empiris atau data statistik di lapangan. Bilangan acak yang dihasilkan dari generator bilangan acak yang dapat dimunculkan sesuai dengan digit data. Untuk digit tunggal, bilangan acak diawali dari bilangan 0 sampai 9 . Jika diperlukan digit ganda, bilangan acak diawali dari 00 sampai 99, dan seterusnya. Dapat ditentukan sembarang. Metode dalam analisis sistem nyata dengan Monte Carlo dibutuhkan uji coba yang berulang-ulang untuk mendapatkan variasi sampling data ke tingkat akurasi yang paling rendah sehingga jawaban yang diharapkan akan memiliki tingkat ketelitian tinggi. Agar hal tersebut dapat dilakukan dengan baik, diperlukan komputer digital dan pengaksesan data-data yang diperhitungkan.

Distribusi probabilitas dalam sistem persediaan bersifat kontinu sehingga pembangkitan angka acak akan bersifat pada alokasi probabilitas dari tingkat permintaan yang dibatasi dalam sebuah distribusi frekuensi kumulatif. Meskipun demikian tetap harus diperhatikan kesulitan potensial yang disebabkan oleh kenyataan bahwa mensimulasikan setiap sistem hanya satu kali sehingga hasil simulasi tersebut dapat menampilkan variasi yang signifikan. Satu-satunya cara untuk memperoleh keyakinan atas akurasi hasil adalah dengan mensimulasikan setiap sistem beberapa kali dan menghitung hasil rata-rata. Kemudian untuk membandingkan hasil simulasi dengan hasil analitis, kadangkala sulit untuk mengesahkan hasil dari model simulasi apakah sudah sesuai dengan keadaan tetap. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan membandingkan hasil simulasi dengan nilai ekspektasi atau dengan melakukan validasi dari data historik yang diperoleh sebelumnya. Meskipun demikian, simulasi paling sering digunakan pada saat analitis tidak memungkinkan (ini merupakan salah satu alasan mengapa umumnya simulasi bermanfaat) kondisi tersebut terjadi jika tidak ada standar perbandingan analitis, dengan penyerahan hasil menjadi semakin sulit.

Monte Carlo membuat sebuah model probabilistik dari kondisi nyata dan kemudian memperagakan eksperimen dengan sampling pada model tersebut. Metode ini membangkitkan sejumlah besar bilangan dari data yang mungkin saja memerlukan waktu yang lama untuk menerapkannya setelah pembangkitan dari data, dapat dilakukan analisis komputasi dan solusi masalah dapat diturunkan.

Tahapan utama dalam simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

1. Menentukan distribusi probabilitas yang diketahui dari beberapa variabel kunci. Distribusi itu mungkin distribusi yang standar seperti

distribusi poisson, normal, atau eksponensial atau mungkin distribusi empiris yang diturunkan dari data historis.

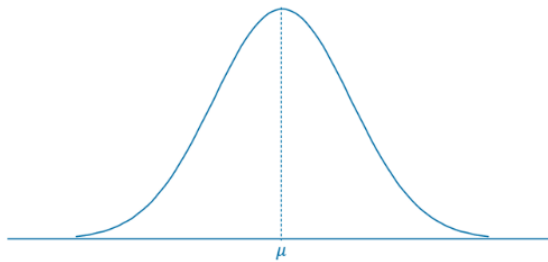
2. Mengubah distribusi frekuensi ke dalam distribusi probabilitas kumulatif. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa hanya satu nilai variabel yang diwakili oleh bilangan acak yang diberikan.
3. Mengambil sampel secara acak dari distribusi kumulatif untuk menentukan nilai variabel yang spesifik untuk digunakan dalam simulasi. Cara untuk mengambil sampel adalah dengan menggunakan tabel bilangan random. Bilangan acak dimasukkan ke dalam distribusi probabilitas kumulatif untuk menghasilkan nilai variabel yang spesifik untuk tiap observasi. Urutan dari bilangan acak yang dipakai akan menggantikan pola dari variasi yang diharapkan untuk ditemui.
4. Mensimulasikan operasi yang dianalisis dalam jumlah replikasi yang sesuai dibutuhkan dalam kondisi yang sama seperti ukuran sampel yang sesuai pada percobaan aktiah dunia nyata. Tes signifikansi dengan statistik yang biasa dapat digunakan dalam tahap ini. Dengan simulasi menggunakan komputer, besar sampel dapat sangat besar dan kadang untuk menjalankan sampel yang sangat besar, sangat ekonomis dan dengan kesalahan yang sangat kecil.

Menurut Wyrozębski & Wyrozębska, (2013), langkah-langkah untuk melakukan simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan ruang lingkup masalah dan tujuan analisis
2. Identifikasi sumber daya untuk elemen dan parameternya serta memperoleh data
3. Pemodelan masalah yang akan dianalisis dalam software simulasi Monte Carlo
4. Penentuan parameter simulasi
5. Melakukan simulasi
6. Analisis data

9.3 Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan salah satu jenis distribusi variabel acak kontinu. Pada distribusi normal terdapat kurva berbentuk lonceng atau grafik. Persamaan distribusi normal diantaranya sebagai fungsi densitas. Distribusi normal dengan fungsi probabilitas ini kemudian yang akan menunjukkan distribusi atau penyebaran suatu variabel. Parameter yang digunakan pada distribusi normal adalah mean dan standar deviasi. Nilai mean umumnya digunakan sebagai pusat distribusi atau penyebaran nilai lainnya. Nilai ini kemudian akan menentukan lokasi titik puncak dalam suatu kurva lonceng, sementara nilai-nilai lainnya sengaja dibuat menyebar mengikuti rata-rata. Sedangkan standar deviasi sebagai perhitungan variabilitas berfungsi sebagai penentu lebar suatu kurva distribusi normal. Standar ini juga dapat menghitung seberapa jauh kecenderungan data akan melebar dari nilai rata-rata sebagai titik usatnya. Contoh dari penggunaan distribusi normal adalah pendapatan sales, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan yang terdiri dari beberapa pekerjaan.



Gambar 9.1: Kurva Distribusi Normal

9.4 Fitted Distribution

Menurut (Charnes, 2012), fitted distribution atau dapat disebut penyesuaian distribusi adalah penyesuaian distribusi yang disesuaikan dengan serangkaian data yang digunakan untuk pengukuran berulang. Tujuan utama dari distribusi ini adalah untuk memprediksi probabilitas dari serangkaian data yang digunakan untuk proses simulasi. Distribusi ini memberikan distribusi yang paling tepat untuk digunakan sehingga dapat memberikan hasil prediksi yang

	aan Pasangan Batu																	
4	Pekerjaan Plesteran dan Acian	35																
5	Perapian Lantai	14																

Dengan metode pelaksanaan:

1. Pekerjaan persiapan (1) merupakan predesesor dari pekerjaan galian tanah (2) dengan hubungan Finish to Start dengan pekerjaan galian dikerjakan setelah pekerjaan persiapan selesai 67%,
2. Pekerjaan galian tanah (2) merupakan predesesor dari pekerjaan pasangan batu (3) dengan hubungan Finish to Start dengan pekerjaan pasangan batu dikerjakan setelah pekerjaan galian selesai 50%,
3. Pekerjaan pasangan batu (3) merupakan predesesor dari pekerjaan plesteran dan acian (4) dengan hubungan Finish to Start dengan pekerjaan plesteran dan acian dikerjakan setelah pekerjaan pasangan batu selesai 50%,
4. Pekerjaan plesteran dan acian (4) merupakan predesesor dari pekerjaan perapian (5) dengan hubungan Finish to Start dengan pekerjaan perapian dikerjakan setelah pekerjaan plesteran dan acian selesai 80%,

Variabel durasi dari masing – masing aktivitas pekerjaan selanjutnya akan disimulasikan dengan asumsi berdasarkan kapasitas kerja dari tenaga kerja di masa lalu.

Tabel 9.2: . Simulasi Aktivitas Masing-Masing Pekerjaan

Aktivitas	Durasi minimum	Durasi Maksimum
1	14	28
2	21	35
3	49	63
4	28	42
5	7	21
Penyelesaian	90	131

Tabel 9.3: Durasi Minimum Proyek

Aktivitas	Durasi	Waktu Pelaksanaan (minggu)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	14	■	■													
2	21			■	■	■										
3	49					■	■	■	■	■	■	■				
4	28										■	■	■	■		
5	7															■

Tabel 9.4: Durasi Maksimum Proyek

Aktivitas	Durasi	Waktu Pelaksanaan (minggu)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	28	■	■	■	■																
2	35				■	■	■	■	■												
3	63							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
4	42													■	■	■	■	■	■	■	
5	21																			■	■

Menentukan jenis distribusi probabilitas setiap variabel yang akan disimulasikan

1. Distribusi normal, jika probabilitas variabel terjadi berada di antara nol (0) dan satu (1)
2. Distribusi seragam (uniform), jika probabilitas variabel terjadi memiliki kesempatan yang sama
3. Distribusi triangular, jika probabilitas variabel terjadi berdasarkan pada kategori minimum/jarang terjadi, menengah/mungkin terjadi, dan maksimum/sering terjadi.

Untuk menentukan distribusi mana yang akan digunakan dalam simulasi dibutuhkan pengetahuan yang baik mengenai karakteristik data variabel yang disimulasikan. Contoh pada kasus ini, distribusi yang digunakan di setiap variabel adalah distribusi normal karena berdasarkan data variabel, probabilitas setiap tahap waktu proyek berada di antara nilai durasi minimum dan nilai durasi maksimum.

Perlu diketahui bahwa distribusi probabilitas mengikat setiap variabelnya. Dalam teknik MCS, distribusi setiap variabel mungkin saja berbeda tergantung dari karakteristik data yang diperoleh dari data masa lalu. Jadi, dalam teknik MCS penggabungan dua atau tiga jenis distribusi yang berbeda sangat mungkin dilakukan.

9.5.1 Menghitung Nilai Acak Di Setiap Aktivitas

Untuk menghitung nilai acak, gunakan alat bantu spreadsheet atau software tertentu untuk mempermudah perhitungan.

Tabel 9.5: Nilai acak

Aktivitas	1	2	3	4	5	Penyelesaian
Durasi Maksimum	28	35	63	42	21	131
Durasi minimum	14	21	49	28	7	90
Nilai Acak						
Iterasi ke1	20.966	29.987	52.182	33.874	19.082	120.234

Pada Tabel 5, Nilai acak diperoleh dengan memperhatikan distribusi normal yang telah ditetapkan sebelumnya. Berdasarkan distribusi normal, variable terdistribusi di antara durasi waktu maksimum dan durasi waktu minimum. Dengan demikian, variabel ke-1 terdistribusi antara nilai 14 dan 28, begitupun untuk variabel lainnya. Untuk kasus tersebut, dengan menggunakan Microsoft Excel, dapat dihitung dengan formula: $RAND() * (\text{durasi waktu maksimum} - \text{durasi waktu minimum}) + \text{durasi waktu minimum}$. Sedangkan untuk perhitungan nilai acak sederhana atau nilai acak antara nol (0) dan satu (1), hanya perlu menggunakan formula: $RAND()$.

Nilai acak di atas adalah contoh berdasarkan perhitungan yang dilakukan saat ini. Jika diulangi perhitungan tersebut dengan data yang sama, nilai acak yang dihasilkan juga akan berbeda.

9.5.2 Menentukan Jumlah Iterasi Dalam Simulasi

Teknik MCS melakukan simulasi variabel secara berulang. Pengulangan atau iterasi dapat dilakukan dalam ratusan bahkan ribuan kali tergantung variabel yang sedang ditinjau.

Penentuan jumlah iterasi dapat dilakukan dengan cara:

1. Menggunakan asumsi logis dari pakar terkait atau bahasa pemrograman dari alat bantu/software yang digunakan, misalnya untuk memperoleh tingkat validitas sampai dengan 99% maka diperlukan iterasi sebanyak 1000 kali untuk masing-masing variabel.
2. Menggunakan formula nilai kesalahan (ϵ). Teknik MCS dapat memprediksi nilai kesalahan pada jumlah iterasinya. Formula nilai kesalahan adalah sebagai berikut:

$$\epsilon = \frac{3\sigma}{\sqrt{N}}$$

Di mana:

ϵ = Nilai error

σ = Deviasi standar

N = Jumlah iterasi

Berdasarkan formula tersebut, langkah pertama untuk menghitung iterasi adalah hitung nilai deviasi standar (σ) dari variabel yang akan diuji. Deviasi standar dihitung untuk mengukur sebaran data dari variabel tersebut. Pada contoh variabel di Tabel 1, deviasi standar dihitung berdasarkan total durasi waktu minimum (90), total durasi waktu maksimum (131), dan rata-rata dari nilai-nilai tersebut. Untuk menghitungnya, dapat menggunakan formula sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_{i,2} - \mu)^2}{N}}$$

Di mana:

$x_{i,2}$ = Setiap nilai dari populasi ke i dan ke 2

μ = Rata-rata populasi

N = Jumlah populasi

Di mana:

$x_{i,2} = 90$ (durasi waktu minimum), 131 (durasi waktu maksimum)

$\mu = (90 + 131)/2 = 110,50$

N = 2 (durasi waktu minimum dan durasi waktu maksimum)

Berdasarkan formula tersebut, diperoleh deviasi standar (σ) = 20,5

Kemudian, langkah selanjutnya adalah menentukan total nilai kesalahan absolut yang masih dapat diterima dari seluruh pengukuran. Misalnya, menentukan nilai kesalahan absolut $\leq 1\%$ artinya toleransi kesalahan yang sangat kecil dari setiap nilai acak yang dibangkitkan dalam simulasi. Maka, perlu dihitung:

$$\varepsilon = \frac{\mu}{\left(\frac{1}{0.01}\right)}$$

Di mana:

$\mu = (90 + 131)/2 = 110,5$

Nilai 0,01 adalah nilai kesalahan absolut

Maka berdasarkan formula tersebut, nilai kesalahan (ε) = 1,105

Setelah Anda memperoleh nilai deviasi standar (σ) dan nilai kesalahan (ϵ),selanjutnya Anda dapat menghitung jumlah iterasi yang diperlukan untuk menghasilkan nilai kesalahan $\leq 1\%$ dengan formula nilai kesalahan seperti yang telah dijelaskan di atas, yaitu:

$$\epsilon = \frac{3 \sigma}{\sqrt{N}}$$

Maka:

$$N = \left(\frac{3 \sigma}{\epsilon}\right)^2$$

Diperoleh

$$N = \left(\frac{3 \times 20.5}{1.105}\right)^2 = 3097$$

Hasil dari perhitungan matematis, diperlukan 3097 kali iterasi dalam proses simulasi.

Perhitungan nilai acak sebanyak iterasi yang telah ditentukan. Di tahap ini dilakukan perhitungan nilai acak sebanyak 3097 kali untuk setiap variabel yang disimulasikan.

Tabel 9.6: Simulasi Nilai Acak Dengan Jumlah Iterasi

Aktivitas	1	2	3	4	5	Penyelesaian
Durasi Maksimum	28	35	63	42	21	131
Durasi minimum	14	21	49	28	7	90
Nilai Acak						
Iterasi ke 1	20.966	29.987	52.182	33.874	19.082	120.234
Iterasi ke 2	17.766	30.869	60.135	41.813	18.633	123.361
Iterasi ke 3	14.377	24.819	60.654	37.813	18.381	117.801
Iterasi ke 4	19.043	31.764	52.286	41.024	8.125	129.989
Iterasi ke 5	17.759	26.910	60.416	28.514	14.66	124.757
Iterasi ke 6	27.169	29.392	55.792	32.867	10.611	129.648
Iterasi ke 7	19.820	26.165	49.816	33.657	8.259	121.947
Iterasi ke 8	17.147	28.367	49.150	41.588	20.345	117.541
Iterasi ke 9	19.355	23.372	62.909	29.372	14.838	123.778
Iterasi ke 10	24.956	34.759	58.466	31.142	15.751	95.306
Iterasi ke
Iterasi ke 3097	15.653	31.451	52.537	32.034	17.228	92.386

9.5.3 Analisa hasil simulasi

Setelah simulasi dengan membangkitkan nilai acak sebanyak iterasi yang telah ditentukan sebelumnya, kemudian dibuat analisis dari hasil simulasi tersebut dengan menentukan kembali durasi minimum dan durasi maksimum, menghitung mean (\bar{x}), dan menghitung deviasi standar (σ).

Tabel 9.7:Analisa Hasil Simulasi

Keterangan	Hasil Perhitungan	Pembulatan
Durasi Maksimum	129.989	130
Durasi Minimum	92.386	93
Rata-rata (mean)	111.699	112
Standar Deviasi (σ)	11.03	11

Jika melihat data analisis di tabel 4, dapat dibuat kesimpulan yang sederhana, misalnya, merujuk pada data tersebut durasi minimum proyek adalah 93 hari dan durasi maksimum adalah 130 hari, sementara durasi proyek yang paling ideal adalah 112 hari, dengan deviasi antara kurang 11 hari atau lebih 11 hari dari durasi paling ideal tersebut.

Dari simulasi di atas maka percepatan yang paling mungkin bisa dilakukan adalah sebesar 8 hari dari jadwal semula 120 hari menjadi 112 hari

Daftar Pustaka

- AI-MIN, C. (2006). Studying on why the Modern Patterns of the Project Management Could not be Widely Practiced at Present. Construction & Design for Project.
- Anonimuos, (1981), Dasar-Dasar Aplikasi Alat-Alat Berat, PT United Tractors. Jakarta
- Anonimuos, (1983), Agriculture, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
- Anonimuos, (1983), Aplikasi Alat-Alat Berat, Technical Consulting Department, PT United Tractors, Jakarta
- Anonimuos, (1983), Dam Construction, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
- Anonimuos, (1983), Irrigation, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
- Anonimuos, (1983), Logging Operation, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
- Anonimuos, (1983), Performance /Owning & Operating Cost Calculation, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
- Anonimuos, (1983), Ripping Operation Method, Komatsu Singapore PTE. LTD. , Singapore
- Anonimuos, (1983), Road Construction, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
- Anonimuos, (1983), Suitable Mine Planning & Operation, Komatsu Singapore PTE. LTD. , Singapore
- Anonimuos, (1983), Trafficability, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore

- Anonimuous, (1997), Specification And Application Handbook, Edition 18, Komatsu LTD. Tokyo
- Anthony, R. N., & Govindarajan. (1998). Management Control System, Ninth Edition. New Jersey: Mc Graw Hill. Jakarta: Salemba Empat.
- Ardani. (2010). Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Proyek Konstruksi Jalan (Studi Kasus: PT. Sabaritha Perkasa Abadi, PT. Sinar Kasih Reinhard, PT. Dian Perkasa). Sumatera Utara: Tugas Akhir.
- Asiyanto. (2005). Construction Project Cost Management. Edisi Dua. Jakarta: Pradnya Paramita.
- ATOUT, M. M. (2020). Importance of Project Management Implications in Construction Industry Projects. *Journal of Management and Research*, 5, 17-17.
- BROWN, W., DEAKIN, S., NASH, D. & OXENBRIDGE, S. (2000). The employment contract: from collective procedures to individual rights. *British Journal of Industrial Relations*, 38, 611-629.
- Buckingham, Frank, (1976), Fundamentals of Machine Operation, Deere & Company, Moline, Illinois
- Button, S. D. (2003). "Project Duration Prediction Using a Monte Carlo Simulation of the Periodic Output of the Project Resources". *Monte Carlo Methods and Applications*, 9(3), 217-225. <https://doi.org/10.1163/156939603322728987>
- Cadle, J. dan Yeates, D. (2007). Project Management for Information Systems. Fifth Edition.
- Clough, G.A, Richard H. dan Sears. (1991). Construction Project Management. Edisi 5. Canada: John Willey & Sons Inc.
- Cummins, A.B. And Given, I. A. (1973), Mining Engineering Handbook, Society Mining Engineers of The American Institut of Mining , Methallurgical, and Petroleu Engineer, Inc New York
- Djoko, S. Y. (2004). Bahan Kuliah Manajemen Konstruksi . Bandung: Fakultas Teknik Universitas Komputer Indonesia.
- Ervianto, W. I. (2005). Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi
- Ervianto, W.I. (2002). Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.

- Ervianto, W.I. (2004). Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
- Ervianto. (2007). Cara tepat menghitung biaya bangunan. Yogyakarta : Andi.
- Ganesstri, P. A., Nia, dan B. P. (2017) "Perencanaan Manajemen Proyek Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan, Jurnal Teknik Industri, Vol. 12, No. 3.
- Greene, J and friends, (2013) "Head First PMP, 3rd Edition",.
- Hayun, Anggara. (2005) "Perencanaan dan Pengendalian Proyek Dengan Metode PERT DAN CPM, Studi kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang" Journal The Winners, Vol 6 No. 2, hal. 155–174
- Higham, A and friends, (2017) "Project Finance for Construction", Milton Park, Abindon, Oxon, First Published.,
- HUMPHRES, H. W. (1973) Monitoring OSHA Requirements On Highway Construction..
- Husein, Abrar. (2011). Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek . Yogyakarta: Andi
- Husen, A, (2011) "Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek, Edisi Revisi.,
- I Gusti, K. S. (2013) "Studi Manajemen Proyek Terhadap Sumber Daya Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi," Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 17, No. 1.
- Ibrahim, Bachtiar. (1993). Rencana dan Estimate Real of Cost. Jakarta: Bumi Aksara
- Ida, A. P. S. M. (2019) "Metode perancangan dan Pengendalian Proyek Konstruksi," Unhi Press Denpasar Bali.
- Imam, S. (2001) " Manajemen Proyek," Erlangga.
- Ismael, idzurnida. 2013. Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung Faktor Penyebab dan Tindakan Pencegahannya. Jurnal Momentum. 14 : 46-55
- JOYCE, R. & HOUGHTON, D. (2014) Briefing: Building information modelling and the law..

- Juan Sebasstian Simatupang, Ariestides K.T Dundu, M.Agr, Ir. Mochtar Sibi, MT, 2015. Pengaruh percepatan durasi terhadap waktu proyek konstruksi
- Kamaruzzaman, F. (2012). Studi Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 12(2), 175-190.
- Kathy, S and Friends, (2010) "Information Technology Project Management", Course Technology 4th Edition for International Student Edition,.
- KEE, G. C., TAN, H., CHEAH, A. K. W., NAWI, M. N. M. & OSMAN, W. N. (2013) An implementation of safety management system to enhance safety level in construction industry..
- Kementerian Sekretariat Negara R.I, (2021) "Peraturan Presiden No. 12 tahun 2021 Tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden No. 16 tahun 2018 tentang Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah",.
- Kerzner, H. (1982). *Project Management For Executive*. Newyork: Reinhold Company.
- Kohli, R. C. (2012). *A Text Book Of Estimating And Costing (Civil)*. New Delhi: Ram Nagar.
- Koulinas, G. K., Xanthopoulos, A. S., Tsilipiras, T. T., & Koulouriotis, D. E. (2020). "Schedule Delay Risk Analysis in Construction Projects with a Simulation-Based Expert System". *Buildings*, 10(8). <https://doi.org/10.21071/CCO.V17I0.1115>
- Laudon, K.C. dan Laudon, J.P. (2013). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*. 13th Edition.
- Marchewka, J.T. (2009). *Information Technology Project Management*. Third Edition.
- Martine, C. P. (2023) "Apa hubungannya antara manajemen produk dengan manajemen proyek?", <https://www.dictio.id/t/apa-hubungannya-antara-manajemen-produk-dengan-manajemen-proyek/17337/3>.
- McCabe, B. ,(2003), Monte Carlo Simulation For Schedule Risks. Paper presented at the Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference.
- Mercier, G. Arthur. (1965) "The Critical Path Method : Its Fundamentals,," California: Dudley Knox Library.

- MIA, Y. (2006) Improving the Construction Engineering Quality through Strengthening the Project Management..
- Misrali et al., (2015), Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Kelas di Fakultas Ekonomi Universitas Jember dengan Metode Pert, Artikel Ilmiah Mahasiswa.
- Mosher, A. T., (1978), An Introduction To Agricultural Extension, Agricultural Development Council, New York
- Na, W., Wuliang, P., & Hua, G. (2014). "A Robustness Simulation Method of Project Schedule Based on the Monte Carlo Method". *Open Cybernetics and Systemics Journal*, 8(1), 254–258. <https://doi.org/10.2174/1874110x01408010254>
- NAUMOVA, N. V., POTAPOVA, E. P. & ZEMLYANIKINA, A. D. (2021). Features Of The Regulatory Legal Organization Of Project Management In Public Authorities Of Foreign Countries. *EKONOMIKA I UPRAVLENIE: PROBLEMY, RESHENIYA*, 2, 144-148.
- Olson, D.L. (2003). *Introduction to Information Systems Project Management*. Second Edition.
- OTHMAN, I., MAJID, R., MOHAMAD, H., SHAFIQ, N. & NAPIAH, M. B. (2018) Variety of Accident Causes in Construction Industry..
- Polii Rovel Brando, Ir.D.R.O. Walangitan, Msi, Ir. Jermis Tjakra, MT, 2017. *Sistem Pengendalian Waktu dengan critical path method*
- Prajoko, A., & Manurung, E. (2018). "Analisis Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus Pembangunan Gedung di Bintaro, Jakarta)". *Seminar Nasional Cendekiawan Ke 4 Tahun 2018*, 4(1), 27–32.
- Project Management Institute, (2000), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) 2000 Edition*, Newton Square, PA 19073-3299 USA.
- QIU-XIA, L. (2007) Making Final Accounts and Improving Cost Management for Highway Construction Project..
- Raharja, I., (2014), Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode PERT di PT Hasana Damai Putra Yogyakarta pada Proyek Perumahan Tirta Sani, *Jurnal BENTANG*, 2 (1).

- RIKHOTSO, O., MORODI, T. J. & MASEKAMENI, D. M. (2022). Health risk management cost items imposed by Occupational Health and Safety Regulations: A South African perspective. *Safety Science*, 150.
- Rusman, Muttaqin, dan Nurul Malahayati. 2012. Faktor – Faktor Resiko yang Mempengaruhi Kinerja Waktu Pelaksanaan Konstruksi Gedung Secara Swakelola (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Sekolah Menengah Kejuruan Di Provinsi Aceh). *Jurnal Teknik Sipil*. 1 : 97-111
- Schwalbe, K. (2010). *Information Technology Project Management*. Revised Sixth Edition.
- Seoharto, Iman. (1999) “Manajemen Proyek : Dari konseptual sampai Operasional,” Jakarta. Erlangga.
- Setiawan, Danny, Mandiyo Priyo & Anita Widianti. 2014. Analisis Waktu Proyek dengan Tambahan Biaya yang Optimum. *Jurnal Tugas Akhir*.
- Soedrajat, S. A. (1984). *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, Iman. (1997). *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga
- Square, N.”(2000) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*”, Project Management Institute, Pennsylvania USA.,
- STEELE, S. (2013). Drivers for Sustainable Project Management Behaviours in Facilities Management: Fluorescent Tube Business Case Example. *Sustainability Integration for Effective Project Management*, 360-379.
- Sukirno. (2015). “Analisis Resiko Waktu di Proyek Konstruksi Studi Kasus Proyek Ampuh Pressure Manintenance di Duri, Riau”. *Rekayasa Sipil*, vol. 9, no. 3, 2015
- Thoengsal, James., dan Tumpu, Mizwar. (2022) “Metode Optimalisasi Penjadwalan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Critical Oath Methode (CPM),” Makassar. Tohar Media

-
- VIERRA, S. (2016). Green building standards and certification systems. National Institute of Building Sciences, Washington, DC.
- Widisanti, I., & Lenggogeni. (2013). Manajemen Konstruksi. Bandung: Rosda
- Zainal, A. (2005). Analisis Bangunan Menghitung Anggaran Biaya Bangunan. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Biodata Penulis



Ir. Mahyuddin, S.T., M.T., IPM., Asean.Eng, lahir di Pinrang Sulawesi Selatan pada tanggal 01 Desember 1980. Penulis menyelesaikan kuliah Strata 1 (S1) dan mendapat gelar Sarjana Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia Makassar pada 31 Maret 2004. Pada Tahun 2009 melanjutkan Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil dan lulus pada tahun 2011 dari Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Serta pada tahun 2017 mengikuti Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Industri Universitas

Muslim Indonesia Makassar dan lulus pada tahun 2017. Sementara penulis melanjutkan pendidikan program Doktornya di Universitas Hasanuddin Makassar. Dan saat ini penulis menjadi Dosen tetap di kampus Universitas Fajar Makassar pada program studi Teknik Sipil.



Dr. Ir. Ritnawati, ST., MT. Lahir di Kota Samarinda Kalimantan Timur pada tanggal 24 Maret 1979. Menyelesaikan studi pada tahun 2003 di UVRI Makassar. Tahun 2008, melanjutkan studi di Universitas Hasanuddin (Unhas) pada Program Studi Teknik Sipil di tahun 2010. Kemudian melanjutkan studi Program Doktor Teknik Sipil pada tahun 2013 di Universitas Hasanuddin (Unhas) dan telah meraih Gelar Doktor pada tahun 2019. Telah menyelesaikan

Program Profesi Insinyur (PPI) di UNHAS sejak tahun 2020. Saat ini bertugas sebagai Dosen Prodi Teknik Sipil Universitas Fajar sejak tahun 2022. Aktif dalam berbagai kegiatan penelitian dan kegiatan mulai baik pada jurnal ilmiah nasional maupun internasional dari tahun 2008-sekarang.

email: ritnawati@unifa.ac.id HP/wa: 085255350257.



Fatmawaty Rachim, ST.,MT lahir di Kota Ujung Pandang Sulawesi Selatan pada tanggal 19 November 1979. Ia melanjutkan studi pada tahun 1998 di Universitas Hasanuddin (Unhas Makassar) dan meraih gelar Sarjana Teknik (S.T) pada tahun 2002. Kemudian tahun 2007 diangkat sebagai dosen Universitas PEPabri Makassar dan ditempatkan di Program Studi Teknik Arsitektur Fakultas Teknik.

Tahun 2009, melanjutkan studi di Universitas Hasanuddin (Unhas) dengan beasiswa BPPDN dan telah mendapat gelar Magister Teknik (M.T) pada Program Studi Teknik Sipil di tahun 2011. Tahun 2017, bergabung ke Universitas Fajar dan di tahun 2019-sekarang dipercaya sebagai Ka.Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar. Serta melakukan berbagai kegiatan baik sebagai Peneliti Mandiri/TIM bidang Rekayasa Infrastruktur dan Teknologi Lingkungan Pertambangan, Peserta/Pemateri Seminar Nasional maupun Internasional bidang Rekayasa Infrastruktur dan Teknologi Lingkungan Pertambangan maupun sebagai Moderator. Email: fatmawatyrachim2@gmail.com HP/wa: 08124179262.



Dr. Erdawaty, ST., MT. adalah anak ke empat dari pasangan Alm. A.M.noer Ar. Amd dan A. Suryati. Penulis lahir di Ujung Pandang, 21 April 1978 Penulis menikah dengan Kapten Czi Sirajuddin tahun 2009 dan Penulis telah memiliki 3 putra 1 putri yaitu Muh. Al-Aqsha, Muh. Mulya Al-siraj, Muh. Rafay Al-Siraj dan Aisyah Humaerah. Penulis menyelesaikan studinya S1–Sarjana Teknik (S.T) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia (UMI) tahun 2002, S2 –Magister Teknik (M.T) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Univeristas Hasanuddin (Unhas) tahun 2011, S3–Program Doktor (Dr) Program studi ilmu Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (UNHAS) tahun 2021. Bergabung jadi Dosen Tetap pada Universitas Fajar sejak tahun 2015 -sekarang. Penulis mengampuh mata kuliah Mekanika Tanah. Penulis sangat tertarik tentang penelitian mengenai Studi Eksprimental Kapasitas Dukung Kolom Beton Granular Asphalt Buton Aktivasi Alkalin Pada tanah Lunak. Penulis telah menulis beberapa jurnal nasional dan internasional dan buku. email: Erdawatyerna@yahoo.co.id. HP/wa: 082187648701



Adi Pandarangga. Menyelesaikan Program (S3) Doktor Teknik Sipil, FT UNDIP dengan topik Disertasi yakni tentang Rantai Pasok Material dan Peralatan Konstruksi di Indonesia pada tahun 2015 (Cumlaude). Sebelumnya mengikuti Pendidikan S1 Teknik Sipil (Teknik Struktur) UGM Yogyakarta dan S2 Magister Studi Pembangunan (Kewirausahaan Sosial) UKSW Salatiga.

Selain Sebagai ASN (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah-Bappeda) pada Pemerintah Kabupaten Sumba Timur NTT, Juga sebagai Dosen mengampu mata kuliah Ekonomi Perencanaan, Ekonomi Publik, Ekonomi Transportasi dan Otonomi daerah dan Desentralisasi Fiskal pada Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Program Studi Ekonomi Pembangunan Universitas Kristen Wira Wacana Sumba NTT. Selama ini terlibat aktif sebagai pembimbing mahasiswa dan pembimbing peneliti Balitbangda Kabupaten Sumba Timur.

E-mail: benpandarangga@gmail.com



Yuni Ulfiyati, S.T., M.T. lahir di Banyuwangi, 7 Juni 1981. Penulis menyelesaikan Program S1 di Universitas Udayana Bali dan S2 di ITS Surabaya. Penulis adalah dosen Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi.

Penulis mengampu mata kuliah Manajemen Konstruksi Gedung, Penjadwalan dan Estimasi Biaya, Pengadaan Barang dan Jasa, Ekonomi Rekayasa, Aplikasi Komputer dan Administrasi Proyek.

E-mail: yuniulfi@poliwangi.ac.id



Rustam Sidiq S.T., M.T. Menempuh Pendidikan S1 Teknik Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Selesai tahun 2013. Gelar S2 (MT) Teknik Industri di Universitas Islam Indonesia Yogyakarta di peroleh pada tahun 2020 pada bidang konsentrasi Studo kelayakan dan manajemen proyek. Pada tahun 2021 bergabung menjadi dosen di politeknik manufaktur ceper klaten jawa tengah.



Anna Rosytha, lahir di Surabaya 23 Desember 1979, Alumni Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, yang saat ini aktif sebagai Tenaga Pengajar di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surabaya.

MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

Manajemen Proyek Konstruksi merupakan suatu ilmu dan konsep untuk menjalankan serta menyelesaikan sebuah pekerjaan proyek konstruksi agar pelaksanaan pekerjaan tersebut tepat waktu, tepat biaya, dan tepat kualitas. Pelaksanaan Manajemen Proyek pada pekerjaan konstruksi tidak lepas dari unsur-unsur kebutuhan biaya, kebutuhan sumber daya manusia, manajemen waktu, mutu, metode pelaksanaan yang efektif dan efisien, serta tingkat produksi dari pelaksanaan proyek tersebut. Dalam melaksanakan suatu manajemen proyek dikenal kegiatan-kegiatan manajemen yang merupakan langkah-langkah pokok dalam melaksanakan fungsi manajemen yang baik. Langkah-langkah itu dikenal dengan fungsi-fungsi manajemen antara lain Merencanakan (Planning), Mengorganisasi (Organizing), Mengisi jabatan (Staffing), Mengarahkan (Directing), Mengendalikan (Controlling) yang harus dijalankan bagi seluruh pelaksana proyek konstruksi agar pelaksanaan pekerjaan konstruksi bisa sukses. Olehnya itu dengan hadirnya buku ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tatacara dan pengelolaan pelaksanaan proyek konstruksi agar menghasilkan pekerjaan yang lebih baik.

Buku ini membahas bagian-bagian menarik dan penting seperti:

Bab 1 Pendahuluan

Bab 2 Manajemen Waktu Proyek

Bab 3 Manajemen Biaya Proyek

Bab 4 Manajemen Peralatan Dan Bahan

Bab 5 Manajemen Pengadaan Proyek

Bab 6 Regulasi Manajemen Proyek

Bab 7 Bar Chart (Gantt Chart) Dan Kurva S

Bab 8 Critical Path Methode (CPM)

Bab 9 Analisa Simulasi Monte Carlo Dalam Evaluasi Percepatan Proyek Konstruksi



YAYASAN KITA MENULIS
press@kitamenulis.id
www.kitamenulis.id

