

BAB II LANDASAN TEORI

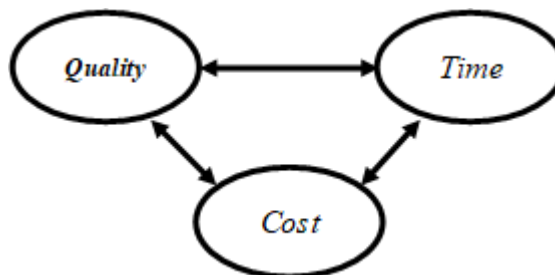
2.1 Manajemen Proyek

Menurut Husen .A (2008:5), manajemen merupakan suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri dari kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan dengan cara yang efektif dan efisien. Sedangkan untuk proyek memiliki arti gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, peralatan, material, dan biaya yang dihimpun dalam suatu wadah sementara untuk menggapai tujuan dan juga sasaran yang sudah disepakati.

Manajemen proyek adalah suatu tahapan merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan juga mengendalikan sumber daya dari suatu proyek untuk mencapai tujuan yang sudah disepakati bersama untuk kebaikan bersama dimana setiap pekerjaan harus efektif dan juga efisien yang berlandaskan dengan biaya, mutu, dan juga waktu. Manajemen proyek ada karena adanya suatu tuntutan dari suatu pekerjaan proyek yang bersifat dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional yang rutin. Aspek-aspek penting yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan manajemen proyek adalah aspek keuangan, anggaran biaya, sumber daya manusia, produksi, harga, efektivitas dan efisiensi, pemasaran, mutu, dan waktu.

2.1.1 Kinerja Proyek

Proyek memiliki tiga indikator yang saling mempengaruhi dan saling berkesinambungan, yaitu mutu (*quality*), waktu (*time*), dan biaya (*cost*). Tiga indikator ini sangat berpengaruh terhadap jalannya suatu proyek dan memiliki hubungan segitiga seperti gambar pada 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Indikator Proyek yang saling berkesinambungan.

Gambar 2.1 menjelaskan hubungan dari indikator-indikator yang dimana tiga indikator tersebut akan menjadi aspek penting dalam suatu proyek. Secara umum, suatu proyek harus dilakukan secara efektif dan efisien tanpa mengenyampingkan mutu yang sudah ditentukan maupun disepakati. Berikut adalah penjelasan dari setiap indikator proyek tersebut:

1. Mutu (*Quality*)

Mutu adalah kualitas dari suatu pekerjaan yang sudah memiliki batasan ketentuan baik yang dikeluarkan oleh pemerintah maupun kesepakatan yang sudah disepakati oleh pihak-pihak berkepentingan. Adapun jaminan mutu (*quality assurance*) yang didapatkan dengan melakukan suatu proses berdasarkan ketentuan/kriteria material maupun kerja yang telah ditetapkan sehingga didapat standar produk akhir. Setiap proses yang berkaitan dengan mutu pasti ada pengendalian tiap-tiap proses (*quality control*) yang berfungsi untuk menjamin mutu material maupun pekerjaan yang sesuai dengan tujuan dan juga kesepakatan yang sudah disepakati.

2. Waktu (*Time*)

Waktu pada indikator proyek merupakan suatu durasi dari setiap pekerjaan yang dimana dihitung berdasarkan produktivitas dari sumber daya manusia maupun alat. Dari informasi data sumber daya manusia, alat, dan juga volume pekerjaan dapat dilakukan proses penjadwalan yang dimana *output*-nya tersaji dalam bentuk *Barchart*, *Network Planning* dan Kurva-S. Dari hasil pantauan yang sudah tersaji dalam bentuk-bentuk tersebut, dapat dilakukan evaluasi dan koreksi agar kinerja waktu dapat tercapai sesuai rencana.

3. Biaya (*Cost*)

Pada kegiatan proyek, perlu memiliki standar kerja biaya proyek yang akurat dengan dimasukkannya ke dalam format perencanaan yang berbentuk Kurva-S, diagram *Cash Flow*, kurva *Earned Value*, dan *Balance Sheet*. Dari format-format tersebut, akan dibuat laporan yang berkala agar adanya evaluasi maupun koreksi agar tidak terjadinya penyimpangan dalam pekerjaan.

2.1.2 Kegiatan Proyek Konstruksi

Kegiatan konstruksi adalah kegiatan yang harus melalui suatu proses yang panjang dan di dalamnya dijumpai banyak masalah yang harus diselesaikan (Wulfram 2006:15). Kegiatan konstruksi memiliki rangkaian-rangkaian, seperti yang tertulis di bawah ini:

1) Tahapan Studi Kelayakan

Tahap ini merupakan tahapan menjelaskan proyek konstruksi terhadap pemilik proyek (*owner*) dimana proyek tersebut layak untuk dilaksanakan, berdasarkan aspek perencanaan maupun perancangan, aspek ekonomi, dan juga aspek lingkungan.

2) Tahap Penjelasan

Tahap penjelasan adalah tahapan meminta penjelasan kepada pihak pemilik proyek mengenai fungsi proyek dan biaya yang diizinkan sehingga pihak konsultan perencana dapat merencanakan biaya proyek sesuai dengan keinginan dari pemilik proyek.

3) Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan memiliki tujuan untuk melengkapi penjelasan proyek dan menentukan tata letak, rancangan, metode konstruksi, dan rancangan biaya untuk mendapatkan persetujuan dari pihak pemilik proyek dan juga dari pihak berwenang yang terlibat pada proyek tersebut. Hasil dari tahapan ini adalah terbitnya gambar rencana dan juga spesifikasi yang nantinya akan menjadi dokumen tender.

4) Tahap Pengadaan

Tahapan pengadaan (*procurement*) adalah tahapan penunjukan kontraktor sebagai pelaksana dan juga beberapa kontraktor yang akan ditunjuk sebagai sub-kontraktor yang nantinya akan bekerja sama untuk melakukan pekerjaan di lapangan pekerjaan.

5) Tahap Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan adalah tahapan pekerjaan mewujudkan keinginan pemilik proyek yang sudah dirancang oleh konsultan perencana dan didasari oleh aspek biaya, waktu, dan juga mutu sesuai dengan kesepakatan dan batasan yang sudah ditentukan.

6) Tahap Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan

Tahapan ini biasa disebut dengan *maintenance and start-up* yang dimana tahapan ini bertujuan untuk menjamin pekerjaan sesuai dengan kesepakatan yang sudah tertuang dalam kontrak proyek. Pada tahapan ini pun adanya tahapan pemeliharaan dimana tahapan hasil pekerjaan harus sesuai dengan umur konstruksi yang sudah disepakati.

2.2 Perencanaan Metode Kerja

Rencana metode kerja adalah suatu proses yang tidak akan pernah berakhir, yang dimana jika rencana telah ditetapkan dan disepakati, maka dokumen mengenai perencanaan yang terkait harus diikuti dan diimplementasikan (Husein, 2009:65). Rencana kerja merupakan suatu pemilihan sekumpulan kegiatan dan pengambilan keputusan yang berisikan tentang apa yang dilakukan, bagaimana, kapan, dan oleh siapa. Dalam merencanakan metode kerja tentu harus didasari oleh gambar rencana, rencana kerja dan syarat (RKS), dan tinjauan lapangan pekerjaan.

2.2.1 Gambar Rencana

Gambar rencana merupakan suatu gambaran fisik dari suatu bangunan yang dihasilkan dari perencanaan. Gambar tersebut berisikan tentang dimensi, notasi, dan juga detail konstruksi. Gambar rencana ini pun adalah gambar yang harus diikuti saat pelaksanaan karena ini pun hasil kesepakatan dari beberapa pihak terkait dan sudah diperhitungkan dengan maksimal.

2.2.2 Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)

Rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) adalah sebuah dokumen yang berisi tentang persyaratan administrasi berupa instruktur kepada penyedia jasa yang sudah ditunjuk. Isi dari RKS ini diantaranya:

a. Syarat-syarat Umum

Berisikan tentang keterangan mengenai pekerjaan, tugas, dan pengawasan.

b. Syarat-syarat Administrasi

- Jangka waktu pelaksanaan
- Tanggal penyerahan pekerjaan

- Syarat-syarat pembayaran
 - Denda keterlambatan
 - Besar jaminan penawaran dan pelaksanaan
- c. Syarat-syarat Teknis
- Jenis dan uraian pekerjaan yang harus dilakukan
 - Jenis dan mutu material yang digunakan

2.2.3 Work Breakdown Structure (WBS)

Menurut Husen (2008:107), *work breakdown structure* (WBS) merupakan diagram terstruktur dan hirarki berupa diagram pohon. Secara umum WBS merupakan tahapan pekerjaan yang dituangkan secara terstruktur dan memiliki *level*, semakin besar *level* memiliki arti semakin detail pekerjaan tersebut.

2.3 Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan rencana anggaran biaya pada proyek pekerjaan yang dibuat untuk memperkirakan besar biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan konstruksi. Secara umum, dapat disimpulkan dalam berbentuk rumus sebagai berikut:

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

Berikut ini pun contoh dari rencana anggaran pelaksanaan yang dituangkan dalam Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Contoh Rencana Anggaran Biaya (RAB).

NO	JENIS PEKERJAAN	SAT	QUANT	HARGA SAT (Rp)	JUMLAH (Rp)
A	Pekerjaan Persiapan				
1	Pembersihan & perataan tanah	m ²	500	Rp20.000	Rp10.000.000
2	Pengukuran & pemasangan bouwplank	m'	150	Rp90.450	Rp13.567.500
3				
B	Pekerjaan Tanah				
1	Galian tanah biasa	m ³	124,8	Rp45.712	Rp5.704.858
2	Galian tanag keras/cadas	m ³	60,75	Rp110.250	Rp6.697.688
3				
C	Pekerjaan Pondasi Batu Belah				
1	Pemasangan batu kosong tebal 15 cm	m ³	36,5	Rp285.400	Rp10.417.100
2	Pasangan pondasi batu belah 1SP:4PP	m ³	128,3	Rp558.497	Rp71.655.165
3				

Sumber: Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016

2.3.1 Koefisien

Koefisien merupakan faktor pengali yang berfungsi sebagai dasar perhitungan untuk upah tenaga kerja, biaya, alat, dan juga material. Metode dapat menunjukkan lamanya pekerjaan dari sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Nilai koefisien dapat dilihat dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) maupun standar lainnya yang berkaitan dengan hal tersebut, tetapi nilai koefisien pun dapat dihitung secara manual dengan rumus yang sudah ditentukan.

2.3.1.1 Koefisien Bahan

Koefisien bahan adalah ketentuan bahan/material yang tercantum pada dokumen atau spesifikasi, baik mengenai jenis, komposisi, maupun kuantitas. Perhitungan dari koefisien pun didasarkan oleh:

- a. Faktor kembang dan susut;
- b. Faktor kehilangan bahan;
- c. Kuantitas;
- d. Harga satuan bahan.

Berdasarkan Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 28/PRT/M/2016 koefisien bahan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

- Koefisien bahan dengan proporsi persen dalam satuan m^3 :

$$\% \text{Bahan} \times (\text{BiP} \times 1 \text{ m}^3 \times \text{Fh}) / \text{BiL}$$

- Koefisien bahan dengan komposisi persen, dalam satuan kg:

$$\% \text{Bahan} \times (\text{BiP} \times 1 \text{ m}^3 \times \text{Fh}) \times 1000$$

- Koefisien bahan lepas atau padat per m^3 :

$$1 \text{ m}^3 \times \text{Fk} \times \text{Fh}$$

Keterangan:

%Bahan : Persentase bahan (agregat, tanah, dan lain-lain) yang digunakan dalam suatu campuran

BiP : Berat isi padat bahan (agregat, tanah, dan lain-lain) atau campuran beraspal yang digunakan. Simbol ini dapat diganti dengan symbol Dn

BiL	Berat isi lepas bahan (agregat, tanah, dan lain-lain) atau : campuran beraspal yang digunakan. Simbol ini dapat diganti dengan symbol Dn
Fh	Faktor kehilangan bahan berbentuk curah atau kemasan, yang : besarnya bervariasi
Fk	: Faktor pengembangan
N	: Bilangan tetap yang ditulis <i>subscript</i>

2.3.1.2 Koefisien Alat

Koefisien alat merupakan suatu waktu yang diperlukan dalam satuan waktu (satuan jam) oleh suatu alat yang digunakan pada suatu pekerjaan. Data yang diperlukan pada perhitungan efisiensi dari alat yaitu:

- Jenis alat;
- Kapasitas produksi;
- Faktor efisiensi alat;
- Waktu siklus; dan
- Kapasitas produksi alat.

Perhitungan untuk koefisien alat sudah ditentu pada Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016. Dalam menentukan koefisien alat, kapasitas produksi (Q) dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Koefisien alat} = \frac{1}{Q}$$

2.3.1.3 Koefisien Tenaga Kerja

Koefisien tenaga kerja merupakan perhitungan waktu pekerjaan yang dapat dilakukan oleh tenaga kerja dalam satuan jam orang per satuan pengukuran (m^1 , m^2 , m^3 , ton, dan lainnya). Rumus yang digunakan untuk menentukan koefisien tenaga kerja didasari oleh Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016.

$$\text{Produksi/hari, } Q_t = T_k \times Q_1; m^3$$

Koefisien tenaga/ m^3 :

$$\text{Pekerja} = (T_k \times P) / Q_t; \text{Jam}$$

$$\text{Tukang} = (\text{Tk} \times \text{Tb}) / \text{Qt}; \text{Jam}$$

$$\text{Mandor} = (\text{Tk} \times \text{M}) / \text{Qt}; \text{Jam}$$

Keterangan :

Q1 : Besar kapasitas produksi alat yang menentukan tenaga kerja (m³/jam)

P : Jumlah pekerja yang diperlukan (orang)

Tb : Jumlah tukang batu yang diperlukan (orang)

TK : Jumlah jam kerja per hari (jam)

M : Jumlah mandor yang diperlukan (orang)

2.3.2 Produktivitas

Produktivitas merupakan suatu satuan rasio antara hasil produksi dengan sumber daya yang digunakan pada suatu pekerjaan. Sedangkan produktivitas pada pekerjaan konstruksi adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi dan dapat juga dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, metode, uang, bahan, dan juga peralatan. Menurut Husen, A (2010), produktivitas dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan sumber daya.

Secara umum, produktivitas dapat dijabarkan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Produktivitas} = \frac{1}{\text{koefisien}}$$

2.3.3 Daftar Harga Satuan (DHS)

Daftar harga satuan (DHS) adalah suatu kumpulan dari harga barang satuan mulai dari harga material hingga upah tenaga kerja yang diterbitkan dan juga disepakati dalam bentuk peraturan pemerintah dari suatu daerah. Harga satuan ini pasti berbeda setiap daerahnya karena hal ini disebabkan adanya perbedaan harga pasaran dari setiap daerahnya. Berikut adalah contoh dari daftar harga satuan yang dituangkan pada Tabel 2.2 berikut ini.

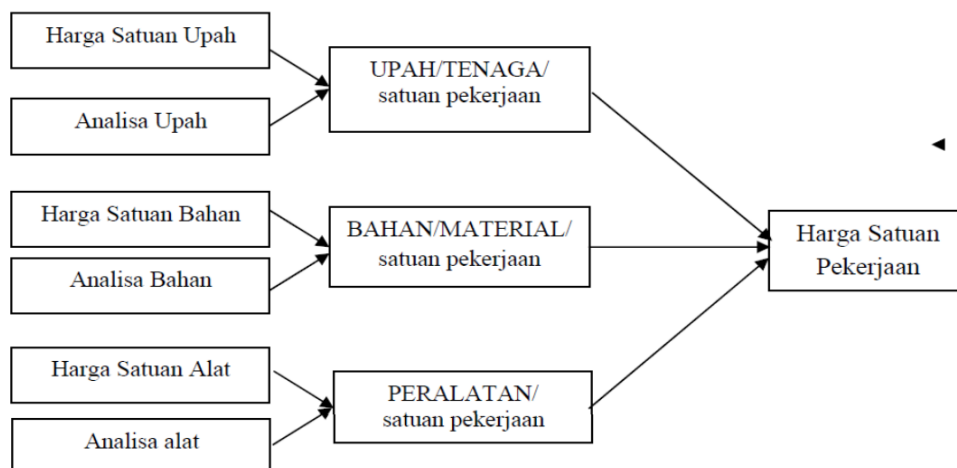
Tabel 2.2 Contoh Daftar Harga Satuan (DHS) Material dan Upah.

NO	JENIS	SATUAN	HARGA
1	Semen PC	Zak	Rp 53.000
2	Pasir Beton	m3	Rp 110.000
3	Kerikil beton buatan (pecah)	m3	Rp 125.000
4	Paku ukuran 7-19 cm	Kg	Rp 14.000
5	Cat kayu kualitas sedang	Kg	Rp 38.000
6	Tukang batu	OH	Rp 75.000
7	Pekerja/Laden	OH	Rp 50.000
8	Kepala Tukang	OH	Rp 90.000
9	Mandor	OH	Rp 90.000
10	Baja tulangan beton	Kg	Rp 11.000

Sumber: Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016

2.3.4 Analisa Harga Satuan (AHS)

Analisa harga satuan (AHS) adalah suatu perhitungan dari harga satuan pekerjaan pada konstruksi yang dijabarkan dalam bentuk perkalian kebutuhan bahan material, upah pekerja dan juga peralatan yang didasari oleh daftar harga satuan (DHS). Analisa harga satuan juga dipengaruhi oleh koefisien yang menunjukkan nilai suatu bahan, alat, dan juga upah tenaga kerja. Berikut ini Adapun skema dari perhitungan analisa harga satuan menurut Ibrahim (2008) yang dituangkan dalam Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Skema dari Analisa Harga Satuan (AHS).

Sumber: Rencana dan Estimate Real of Cost, Ibrahim (2008)

Adapun contoh dari daftar analisa harga satuan (AHS) yang dituangkan dalam Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Contoh Analisa Harga Satuan.

NO	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	Tenaga					
	Pekerja	L.01	OH	0,1	Rp 50.000	Rp 5.000
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,1	Rp 75.000	Rp 7.500
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,01	Rp 90.000	Rp 900
	Mandor	L.04	OH	0,005	Rp 90.000	Rp 450
					JUMLAH HARGA TENAGA	Rp 13.850
B	Bahan					
	Kayu Balok 5/7		m3	0,12	Rp 3.500	Rp 420
	Paku 2"-3"		Kg	0,02	Rp 14.000	Rp 280
	Kayu Papan 3/20		m3	0,007	Rp 4.000.000	Rp 28.000
					JUMLAH HARGA BARANG	Rp 28.700
C	Peralatan					
					JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)					Rp 42.550
E	Overhead & Profit			15% x D		Rp 6.383
F	Harga Satuan Pekerjaan					Rp 48.933

Sumber: Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016

2.3.5 Daftar Harga Satuan Pekerjaan (DHSP)

Daftar harga satuan pekerjaan (DHSP) merupakan rekap dari hasil harga satuan untuk setiap pekerjaan yang sudah dilaksanakan, tetapi belum tercantum volume pekerjaan yang sudah dikerjakan. Berikut merupakan contoh dari daftar harga satuan pekerjaan (DHSP) yang dituangkan pada Tabel 2.4 ini.

Tabel 2.4 Contoh Daftar Harga Satuan (DHSP).

NO	JENIS PEKERJAAN	SATUAN	HARGA
1	Galian tanah biasa	m3	Rp 45.712
2	Pemasangan pondasi batu belah 1SP:4PP	m3	Rp 558.497
3	Pemasangan dinding bata 1/2 batu 1SP:5PP	m2	Rp 95.226
4	Pemasangan beton mutu fc'22,50	m3	Rp 987.500
5	Pemasangan lantai keramik 30x30	m2	Rp 76.500
6	Pemasangan kusen kayu kelas 1	m3	Rp 7.571.880
7	Pemasangan penutup atap genteng plentong	m2	Rp 37.250
8	Pemasangan pipa air bersih PVC Ø 3/4"	m'	Rp 21.400

Sumber: Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016

2.4 Sumber Daya

Sumber daya merupakan aspek-aspek yang menjadi penyokong pekerjaan proyek, aspek sumber daya pun terdiri dari sumber daya manusia, alat, dan material. Sumber daya pun perlu memiliki perencanaan yang tujuannya agar membantu pencapaian sasaran dan tujuan proyek secara maksimal, efektif, dan efisien sehingga dapat memuaskan pemilik proyek serta *stakeholder* proyek. Adapun point-point yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan sumber daya, yaitu:

- Jumlah sumber daya yang tersedia harus sesuai dengan kebutuhan pengerjaan.
- Kondisi keuangan membayar sumber daya yang akan digunakan.
- Produktivitas sumber daya.
- Kemampuan dan kapasitas sumber daya yang akan digunakan.
- Efektivitas serta efisiensi sumber daya yang akan digunakan.

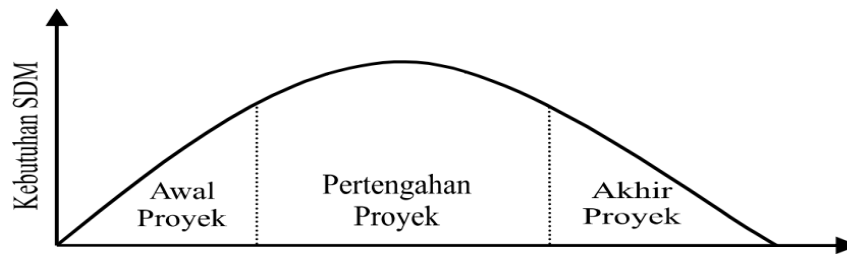
2.4.1 Perencanaan Tenaga Kerja

Perencanaan tenaga kerja atau sumber daya manusia (SDM) dilakukan untuk mencari kebutuhan tenaga kerja untuk satu runtutan waktu. Perencanaan ini pun dilakukan agar terjadinya pekerjaan yang efektif dan efisiensi, tidak adanya kekurangan maupun kelebihan tenaga kerja pada saat pengerjaan berlangsung. Menurut Andrew S. (2018:145), perencanaan sumber daya manusia adalah proses menentukan kebutuhan tenaga kerja dan berarti mempertemukan kebutuhan tersebut agar pelaksanaannya berinteraksi dengan rencana organisasi. Adapun menurut Husen A. (2008:117), ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan tenaga kerja, yaitu:

- Produktivitas tenaga kerja
- Jumlah tenaga kerja pada periode yang maksimal
- Jumlah tenaga kerja tetap dan tidak tetap
- Biaya yang dimiliki dan jenis pekerjaan

Dalam mengatur alokasi jumlah tenaga kerja sepanjang durasi proyek diusahakan agar fluktuasinya cenderung membentuk distribusi normal, pada awal proyek jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan tenaga kerja yang banyak pada pertengahan proyek dan menurun menjelang proyek berakhir (Husen A. 2008:40).

Adapun ilustrasi grafik untuk tenaga kerja menurut Husen A. (2008:40) sebagai berikut.



Gambar 2.3 Grafik Kebutuhan Tenaga Kerja.

Sumber: *Manajemen Proyek Husen, Abrar. (2008)*

Perencanaan tenaga kerja dilakukan agar mendapatkan durasi dari suatu pekerjaan yang didasarkan dengan efektivitas dan efisien, hal ini pun memang bersinggungan karena dalam menentukan suatu durasi pekerjaan berkaitan dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan maupun yang tersedia. Berikut adalah persamaan dari produktivitas dari tenaga kerja berdasarkan Imam Soeharto.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi} \times \text{Jumlah Pekerja}}$$

2.4.2 Perencanaan Peralatan

Peralatan yang akan digunakan pada pelaksanaan pekerjaan bergantung pada bentuk pekerjaan yang akan dilakukan dan produktivitas dari alat terhadap volume pekerjaan yang akan dilakukan. Menurut Husen A. (2008:118), jumlah alat yang dibutuhkan bergantung pada aspek-aspek berikut:

- Durasi kegiatan / waktu yang tersedia
- Kondisi lapangan
- Kondisi cuaca
- Efisiensi alat
- Kemampuan operator
- Kapasitas dan jumlah alat

2.4.3 Perencanaan Penggunaan Material

Perencanaan penggunaan material ini dimaksudkan agar dalam pelaksanaan pekerjaan, material yang digunakan tepat dan juga penggunaan material efektif dan

efisien serta tidak terjadinya kekurangan material pada saat pekerjaan berlangsung. Menurut Husen A. (2008:121), data maupun informasi yang dibutuhkan pada tahap perencanaan penggunaan material adalah sebagai berikut:

- Kualitas material yang dibutuhkan
- Spesifikasi teknis material
- Lingkup penawaran yang diajukan pemasok (*supplier*)
- Waktu pengiriman
- Pajak penjualan material
- Termin dan kondisi pembayaran
- Pemasok material (*supplier*)
- Gudang penyimpanan material
- Harga material saat penawaran lelang
- Jadwal penggunaan material

2.4.4 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan kegiatan merencanakan jangka waktu proyek berlangsung yang berisikan jadwal rencana dan kemajuan (*progress*) proyek dengan tujuan untuk menyelesaikan proyek hingga tercapai hasil yang optimal serta maksimal. Berikut Adapun metode yang digunakan dalam penyusunan jadwal proyek.

a. *Bar Chart*

Bar chart merupakan bagan yang tersusun pada koordinat X dan Y. Pada sumbu X berisikan tentang pekerjaan dari hasil penguraian lingkup satu proyek, sedangkan sumbu Y berisikan tentang waktu dalam satuan hari atau minggu atau bulan sebagai durasinya.

b. *Network Planning*

Network planning merupakan hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (variable) yang divisualisasikan dalam bentuk diagram *network*. (Sofwan B. (1997:13)

c. Kurva S

Kurva S merupakan suatu grafik rencana pekerjaan dari sejak awal hingga akhir proyek. Menurut Husen A. (2008:152), Kurva S dapat

menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan waktu dan, bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek.

2.5 Jembatan

Jembatan memiliki pengertian secara umum, klasifikasi jembatan, dan juga bagian-bagian dari jembatan. Pembahasan ini pun akan membahas *upper structure* (struktur atas) pada jembatan secara rinci yang dimana girder yang digunakan adalah jenis *Precast Concrete – I* (PC-I) Girder.

2.5.1 Umum

Menurut Peraturan Pemerintah No.34 Pasal 86 ayat (3) Tahun 2006, jembatan adalah jalan yang terletak di atas permukaan air dan / atau di atas permukaan tanah. Menurut Azwaruddin (2008), secara umum jembatan adalah suatu struktur konstruksi yang memungkinkan rute transportasi melalui sungai danau, kali, jalan raya, jalan kereta api, dan lain-lain. Dapat diartikan juga bahwa jembatan adalah suatu struktur yang melintasi suatu rintangan yang berada pada bagian bawahnya.

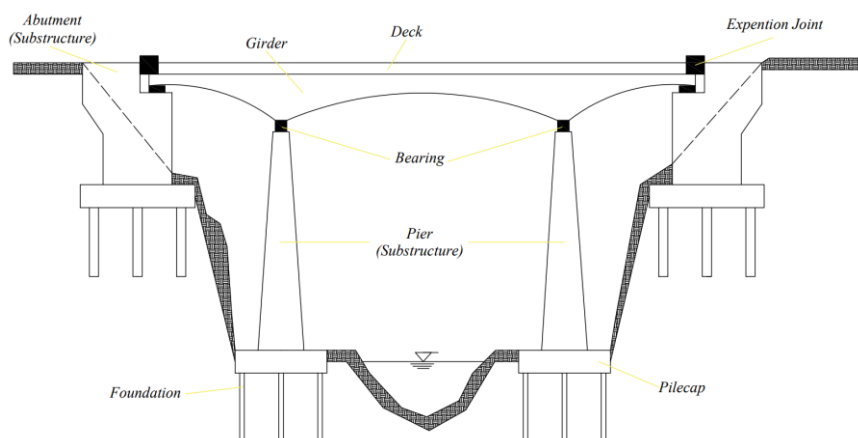
Adapun klasifikasi dari jembatan menurut *Bridge Management System 1992* yang dibedakan berdasarkan fungsi atau kegunaannya, jenis material, letak lantai jembatan, dan letak lantai jembatan dan bentuk strukturnya, yaitu:

1. Klasifikasi jembatan menurut kegunaan:
 - a). Jembatan jalan raya (*highway bridge*)
 - b). Jembatan pejalan kaki (*foot path*)
 - c). Jembatan kereta api (*railway bridge*)
 - d). Jembatan jalan air
 - e). Jembatan jalan pipa
 - f). Jembatan militer
 - g). Jembatan penyebrangan
2. Klasifikasi jembatan menurut jenis material:
 - a). Jembatan kayu
 - b). Jembatan baja
 - c). Jembatan beton bertulang dan prategang

- d). Jembatan komposit
- 3. Klasifikasi jembatan menurut letak lantai jembatan:
 - a). Jembatan lantai kendaraan di bawah
 - b). Jembatan lantai kendaraan di atas
 - c). Jembatan lantai kendaraan di tengah
 - d). Jembatan lantai kendaraan di atas dan di bawah (*double deck bridge*)
- 4. Klasifikasi jembatan menurut bentuk umum struktur:
 - a). Jembatan gelagar (*girder bridge*)
 - b). Jembatan pelengkung / busur (*arch bridge*)
 - c). Jembatan rangka (*truss bridge*)
 - d). Jembatan portal (*rigid frame bridge*)
 - e). Jembatan gantung (*suspension bridge*)
 - f). Jembatan kabel (*cable-stayed bridge*)
 - g). Jembatan plat beton bertulang (*RC Slab*)
 - h). Jembatan boks beton (*RC box*)

Secara umum jembatan terdiri menjadi dua bagian, yaitu bagian bawah jembatan (*bottom structure*) dan bagian atas jembatan (*upper structure*). Bagian bawah jembatan terdiri dari pondasi, *pile cap*, *column*, dan *pier head*. Sedangkan struktur atas terdiri dari gelagar / girder, plat lantai (*deck slab*), diafragma, dan tipe perkerasan jalannya.

Adapun ilustrasi bagian-bagian dari jembatan seperti pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.4 Bagian-Bagian Umum Jembatan.

Sumber: www.google.com

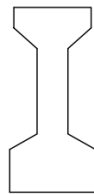
2.5.2 Jembatan Gelagar (*Girder Bridge*)

Jembatan gelagar adalah suatu struktur jembatan yang menggunakan beton prategang berupa gelagar yang nantinya akan menjadi penahan beban. Jembatan yang memiliki gelagar utama dihubungkan maupun diikat menggunakan diafragma yang membentuk pola *grid* dan akan menyalurkan beban bersama-sama.

Girder atau gelagar merupakan bagian struktur atas (*Upper Structure*) yang berfungsi sebagai penyalur beban hidup, beban mati, dan beban lainnya yang berada di atas girder tersebut. Girder dari jembatan merupakan struktural yang nantinya akan menerima beban lalu lintas secara langsung lalu akan disalurkan ke beban tersebut kepada kolom dan diteruskan kembali kepada pondasi. Girder memiliki beberapa jenis sesuai dengan kebutuhan maupun peruntukannya. Berikut adalah jenis-jenis dari girder, yaitu:

1. Penampang – I (*I-Beams*)

Penampang I adalah suatu struktur beton yang mengkonsentrasikan dalam memberikan suatu gaya tekan dekat serat terluar yang fungsinya agar lebih efektif.

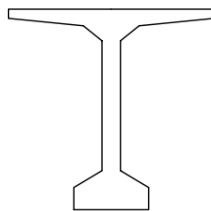


Gambar 2.5 Penampang - I pada AASHTO.

Sumber: Bridge design manual

2. Penampang – T (*T-Beams*)

Penampang T memiliki beberapa keuntungan, salah satunya ketika rasio dari beban mati terhadap beban hidup lebih besar, tidak akan menimbulkan masalah yang diakibatkan tegangan tekan yang besar terletak di bagian tepi bawah ketika transfer akibat gaya prategang.

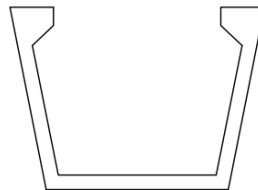


Gambar 2.6 Penampang - T pada AASHTO.

Sumber: Bridge design manual

3. Penampang Balok – U (*U-Beams*)

Penampang Balok U merupakan penampang yang sering digunakan pada suatu konstruksi jembatan *overpass* maupun *fly over*, keistimewaannya adalah pada susunan *tendon* yang berpasang-pasangan, sehingga pada saat penarikan, *strand* harus digunakan dua dongkrak sekaligus pada girder.

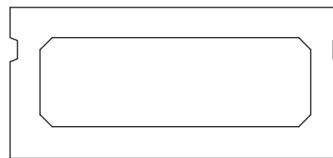


Gambar 2.7 Penampang Balok - U pada AASHTO.

Sumber: Bridge design manual

4. Penampang Balok Kotak (*Box Beams*)

Penampang balok kotak seringkali digunakan sebagai balok langsung dimana beban yang bekerja merupakan beban lateral.



Gambar 2.8 Penampang Balok Kotak pada AASHTO.

Sumber: Bridge design manual

Adapun bagian-bagian dari jembatan gelagar menggunakan *Precast Concrete – I girder* yang tertuang dalam Buku Saku Jembatan Cipta Karya, yaitu:

1. *Precast Concrete – I Girder*

Precast Concrete – I (PC-I) girder merupakan salah satu gelagar yang digunakan pada jembatan yang fungsinya sebagai penahan beban hidup maupun mati dari bagian atas jembatan. PC-I girder ini termasuk dalam beton prategang yang dimana gaya prategangnya diberikan oleh *strand* yang sudah dilakukan *stressing*.



Gambar 2.9 *Precast Concrete - I* (PC-I) Girder.

Sumber: PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk.

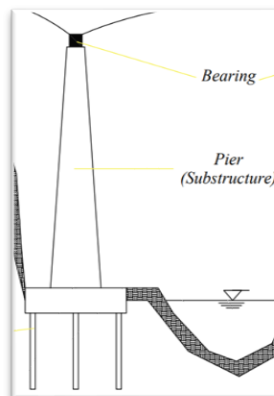
Pada jembatan PC-I girder ini akan diletakan pada atas *pier head* tepatnya pada korbel yang nantinya akan diletakan *bearing pad* terlebih dahulu yang fungsinya sebagai bantalan PC-I girder.



Gambar 2.10 *Bearing Pad* yang Diletakan pada Korbel *Pier head*.

2. Pilar (*Pier/Column*)

Pilar merupakan suatu struktur pada jembatan yang memiliki fungsi sebagai penerima gaya berupa beban hidup maupun beban mati yang terjadi di atas pilar tersebut. Beton yang digunakan pastinya menggunakan beton dengan mutu tinggi mengingat bahwa pilar ini akan menahan beban pada bagian atasnya.



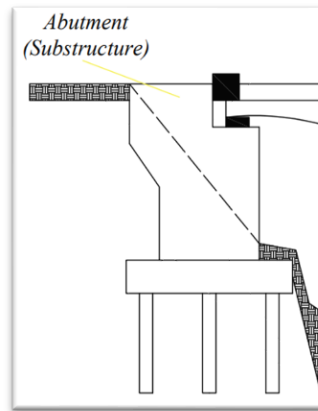
Gambar 2.11 Pilar pada Jembatan.

Sumber: www.google.com

3. Abutment / Kepala Jembatan

Abutment atau kepala jembatan merupakan salah satu struktur pada jembatan yang terletak pada ujung jembatan yang fungsinya sama dengan

pilar tetapi memiliki fungsi tambahan yaitu sebagai dinding penahan tanah (*retaining wall*).

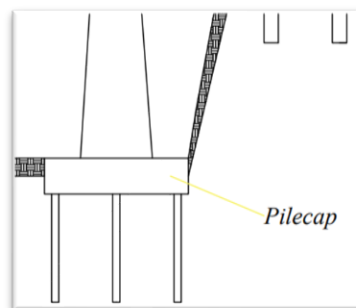


Gambar 2.12 Abutment pada Jembatan.

Sumber: www.google.com

4. *Pile Cap*

Pile cap berfungsi sebagai penopang beban dari pilar yang selanjutnya akan disalurkan ke bawah pondasi. Selain itu pun fungsi dari *pile cap* adalah sebagai pengikat pondasi dan juga sebagai pemerata beban yang nantinya akan disalurkan kepada struktur pondasi.

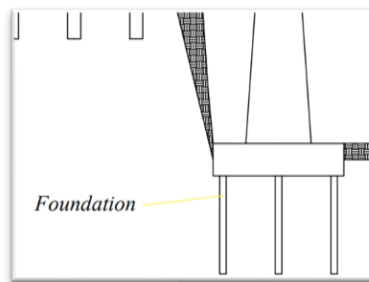


Gambar 2.13 *Pile Cap* pada Jembatan.

Sumber: www.google.com

5. Pondasi

Pondasi merupakan suatu struktur pada jembatan yang memiliki fungsi sebagai penyalur beban dari bagian atas dan disebarkan ke lapisan tanah pendukung tanpa mengalami konsolidasi atau penurunan yang berlebih.



Gambar 2.14 Pondasi pada Jembatan.

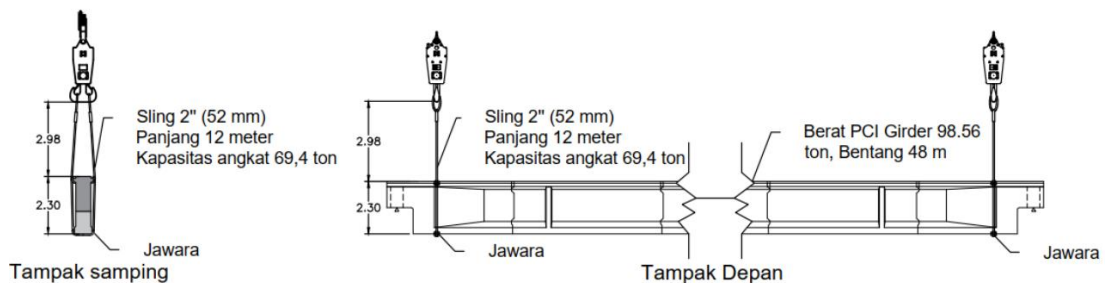
Sumber: www.google.com

2.6 Metode Konstruksi Jembatan

Metode konstruksi jembatan yang akan dibahas adalah metode pekerjaan *erection girder*. *Erection* merupakan salah satu tahapan pengangkatan girder ke korbrel pada bagian *pier head*. Metode *erection* untuk PC-I girder memiliki beberapa macam, yaitu *erection girder* dengan *crane* dan *erection girder* dengan *launcher gantry*.

2.6.1 *Erection Girder Menggunakan Crane*

Crane merupakan suatu alat pada pekerjaan konstruksi yang berfungsi untuk mengangkat dan memindahkan sesuatu dengan sistem kerja tali dan katrol. *Erection girder* menggunakan *crane* adalah tahapan pengangkatan girder menggunakan alat berupa *crane* dengan kapasitas yang besar. *Crane* yang digunakan pada pekerjaan ini biasanya menggunakan dua atau lebih yang dimana girdernya akan diangkat pada kedua ujung girder tersebut. Ilustrasi *erection girder* menggunakan *crane* tertuang pada Gambar 2.15 berikut ini.



Gambar 2.15 Ilustrasi *Erection Girder* menggunakan *Crane*.

Sumber: PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk.

2.6.2 Erection Girder Menggunakan Launcher Gantry

Launcher gantry merupakan suatu alat yang fungsinya dikhususkan untuk pekerjaan jembatan yang dimana fungsinya untuk mengangkat gelagar lalu menempatkannya pada korbel *pier head*. *Launcher Gantry* pun biasa disebut *self launching machine* karena system kerjanya hanya menggunakan satu operator dengan menggunakan *remote launcher gantry*. Berikut adalah gambar *erection girder* menggunakan *launcher gantry* yang tertuang pada Gambar 2.16 berikut ini.



Gambar 2.16 Erection Girder Menggunakan Launcher Gantry.

Metode *erection girder* dengan *launcher gantry* memiliki dua metode, yaitu:

1. *Back Feeding*

Metode *back feeding* ini merupakan salah satu cara atau metode dalam pelaksanaan *erection* dengan *launcher gantry*, dimana pada metode ini *stockyard* dari girder tersebut terletak di belakang area pekerjaan *erection*. Tahapan pada metode ini dimana *launcher gantry* melakukan *sliding* ke arah belakang dan dilakukan *lifting* girder tersebut lalu girder tersebut akan dibawa oleh *launcher gantry* dari belakang area pekerjaan ke area pekerjaan lalu diletakan pada korbel *pierhead*.

2. *Bottom Feeding*

Pada metode *bottom feeding* untuk *erection girder* dengan *launcher gantry* ini, *stockyard* dari girder tersebut diletakan di bawah jembatan dimana nantinya girder tersebut akan di-*lifting* dari bawah lalu diangkat dan diletakkan pada korbel *pierhead*.

2.6.3 *Erection Girder Menggunakan Portal Gantry*

Metode *Portal Gantry* memiliki beberapa kesamaan dengan metode *launcher gantry*, pada *portal gantry* bagian yang bergerak hanya bagian *winch* dan proses pengangkatannya pun menggunakan metode *bottom feeding*.



Gambar 2.17 Pekerjaan *Erection* menggunakan *Portal Gantry*.

Sumber: sripoku.com

Portal gantry biasa digunakan pada jembatan yang memiliki gelagar dengan bentang panjang dan juga adanya keterbatasan mobilisasi karena ases yang kurang memadai. *Portal gantry* termasuk salah satu metode yang masih jarang digunakan untuk pekerjaan *erection* PC – I girder.

2.6.4 *Erection Girder Menggunakan Gantry Kura-Kura*

Pekerjaan *erection girder* menggunakan *gantry* kura-kura adalah salah satu metode *erection* yang ada di Indonesia. Metode ini tentu tidak jauh berbeda dengan metode menggunakan *gantry* lainnya, tetapi yang membedakannya metode ini hanya bisa dilakukan dengan cara *back feeding*, dan perlu adanya bantuan alat berat berupa *crane* dengan kapasitas besar untuk mengangkat material girder.

Tahapan metode ini meliputi pengangkatan material girder keatas kura-kura yang dimana kura-kura tersebut diletakan pada bagian atas jembatan yang sudah jadi. Selanjutnya material dibawa oleh kura-kura tersebut ke lokasi penempatannya. Sesudah sampainya kura-kura tersebut pada lokasi penempatan, material kembali diangkat menggunakan *gantry* dan diletakan sesuai dengan koordinat rencana.



Gambar 2.18 Pekerjaan *Erection* menggunakan *Gantry* Kura-Kura.

Sumber: [youtube.com/PT.Berdikari-Pondasi-Perkasa](https://www.youtube.com/PT.Berdikari-Pondasi-Perkasa)

Metode ini memiliki keuntungan untuk lokasi yang memiliki rencana *stockyard* yang jauh dari lokasi penempatan girder, tetapi kekurangan metode ini adalah adanya biaya tambahan yang cukup besar karena harus adanya alat bantu berupa *crane* dengan kapasitas besar untuk mengangkat material ke atas alat *gantry* kura-kura tersebut.

2.6.5 *Erection* Girder Menggunakan *Monster Mechine Drop Girder*

Pekerjaan *erection* girder menggunakan metode ini adalah metode yang biasa digunakan pada Negara China dimana metode ini memiliki keunggulan karena memiliki baban maksimal yang besar dan bentang balok yang lebih panjang.



Gambar 2.19 Pekerjaan *Erection* Menggunakan *Monster Mechine Drop Girder*.

Sumber: <https://www.constructionjunkie.com/>

Metode ini dimulai dimana material girder diangkat menggunakan alat *drop girder*, dan material tersebut dimobilisasi ke titing penempatan. Ketika alat sampai, kaki-kaki dudukannya akan bertumpu pada bagian yang kokoh, lalu akan dilakukan *launching* ke posisi penempatan girder tersebut. Sesudah ditempatkan, alat tersebut akan *launching* kembali ke posisi sebelumnya, lalu kaki-kakinya akan diangkat. Proses tersebut akan dilakukan berulang hingga seluruh material ditempatkan pada posisi rencana.