

TUGAS AKHIR

TINJAUAN DAN ANALISA MANAJEMEN PEKERJAAN PLAT BETON MENGGUNAKAN WIREMESH BONDEK DAN BETON KONVENSIIONAL PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMA KEBERBAKATAN OLAHRAGA DI MINAHASA

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Andreina Christin Rongkonusa
NIM. 12 012 015



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2016

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manajemen konstruksi adalah suatu proses pengelolaan pekerjaan pelaksanaan pembangunan fisik yang ditangani secara multi disiplin profesional, dimana tahapan-tahapan persiapan, perencanaan, perancangan pelelangan pekerjaan, dan penyerahan/pengoperasiannya, diperlukan sebagai suatu system menyeluruh dan terpadu dengan tujuan untuk mencapai hasil yang optimal (Taroreh 2010)

Dalam pelaksanaan sebuah gedung, rencana anggaran biaya dihitung setelah perhitungan konstruksi bangunan. Hal tersebut dilakukan terkait dengan pemilihan desain serta bahan yang digunakan dalam perencanaan bangunan tersebut. Rencana anggaran biaya suatu proyek bangunan gedung disusun seoptimal dan seefisien mungkin, dengan mutu dan kualitas yang tetap terjamin. Pada beberapa elemen bangunan gedung yang ada, salah satu yang memiliki biaya besar adalah pada elemen pelat. Oleh karena itu diperlukan rancangan anggaran biaya alternatif.

Selama melakukan pengamatan langsung dilapangan, hal-hal yang diamati adalah metode pelaksanaan dari pembangunan itu sendiri. Dan secara khusus, hal yang diamati adalah metode pelaksanaan pelat wiremesh. Untuk itu, masalah yang diangkat pada penulisan Tugas Akhir ini adalah perbandingan penggunaan pelat beton konvensional dan pelat wiremesh. Dengan adanya masalah yang diangkat ini, maka ada pemikiran tentang bagaimana jika digunakan pelat beton konvensional. Apakah bisa lebih mudah dan ekonomis, atau apakah penggunaan pelat wiremesh merupakan alternatif yang tepat dalam pemilihan. Karena adanya pemikiran tentang hal itu, maka penulis memilih judul **“Tinjauan Dan Analisa Manajemen Pekerjaan Pelat Beton Menggunakan Wiremesh Bondek Dan Beton Konvensional Pada Pembangunan Gedung SMA Keberbakatan Olahraga Di Minahasa”**

Perkiraan biaya dan proses pelaksanaan suatu proyek konstruksi sangat diperlukan dalam perencanaan suatu konstruksi. Untuk itu dalam analisa ini, akan

ditinjau terhadap biaya, waktu pelaksanaan, dan metode pelaksanaan dari pemilihan alternatif yang akan dilakukan.

1.2 Tujuan dan Manfaat

➤ Tujuan Penulisan

1. Untuk menghitung jarak dan diameter tulangan konvensional
2. Untuk mengetahui rencana biaya material terhadap konstruksi pelat wiremesh dan pelat beton konvensional
3. Untuk mengetahui berapa waktu pelaksanaan dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam pembuatan pelat wiremesh dan pelat beton konvensional
4. Untuk mengetahui metode pelaksanaan dari pelat wiremesh dan pelat beton konvensional

➤ Manfaat Penulisan

- Dapat menambah wawasan dalam perencanaan pelat wiremesh dan pelat beton konvensional, khususnya dalam biaya, waktu, dan metode pelaksanaan.
- Dapat menjadi bahan pembelajaran bagi seluruh pembaca, khususnya di bidang Teknik Sipil.

1.3 Pembatasan Masalah

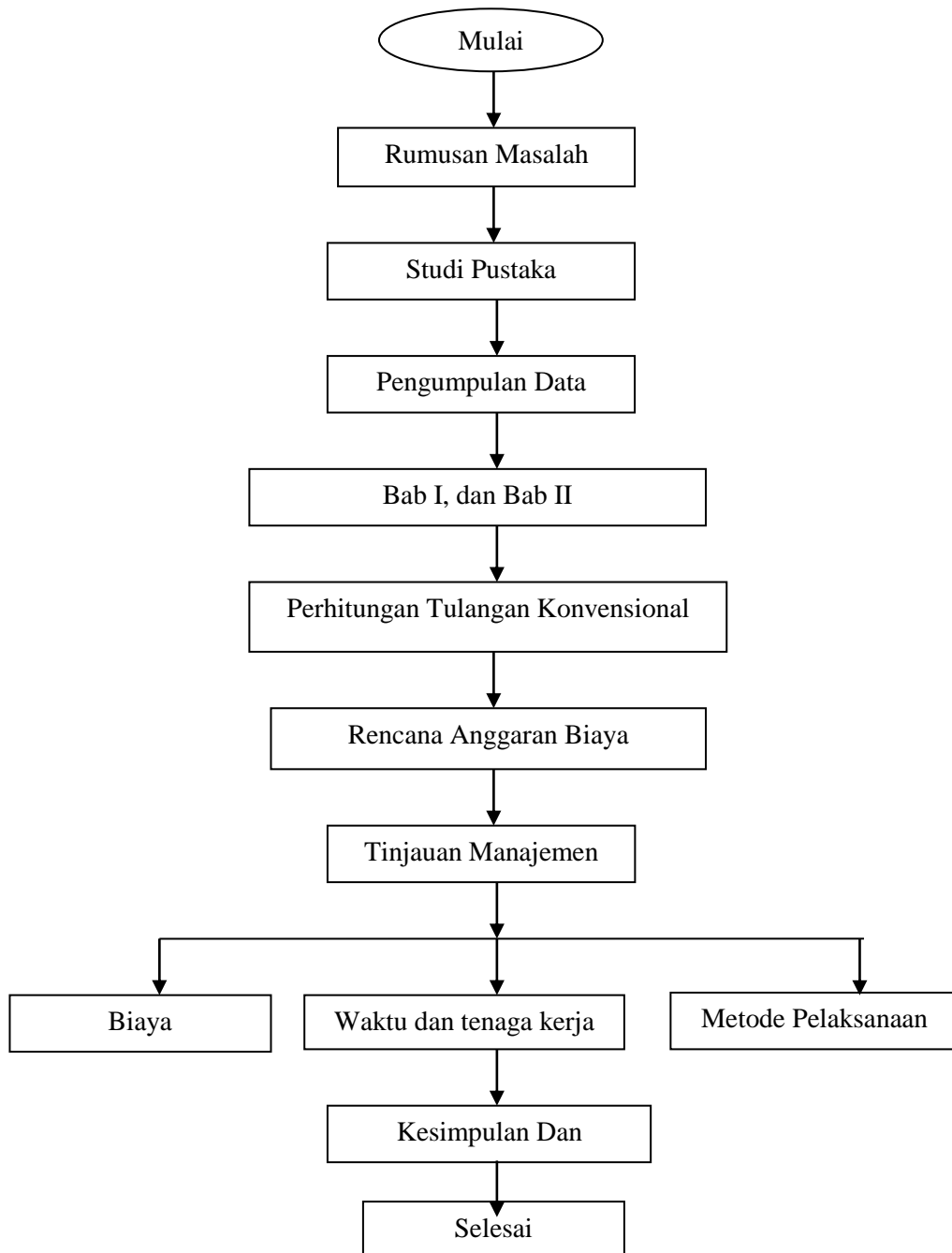
Dalam penulisan Tugas Akhir ini, pembatasan masalah yang di ambil yaitu :

1. Beban yang diperhitungkan pada pelat konvensional adalah beban mati dan beban hidup
2. Volume pelat beton konvensional dan pelat wiremesh yang di perhitungkan adalah gedung kelas A
3. Rencana anggaran biaya yang dibuat khusus pada pembiayaan material
4. Teknik penilaian antara pelat wiremesh dan pelat beton konvensional dilakukan terhadap Biaya, Waktu, dan metode pelaksanaan

1.4 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan dari penulisan tugas akhir ini, maka metode yang dilakukan antara lain seperti kajian ilmiah dari sumber-sumber bacaan internet, observasi langsung yang dilakukan di proyek selama mengikuti PKL, pengumpulan data dari proyek proyek SMA Keberbakatan Olahraga.

Berikut ini dilampirkan diagram alir metodologi penulisan tugas akhir.



Gambar 1. Diagram Alir Pola Kerja Urutan Penyusunan Tugas Akhir

1.5 Sistematika Penulisan

Agar memudahkan penulisan laporan PKL ini maka harus diperlukan sistematika penulisan sehingga pada penulisan ini dapat terarah dengan baik, dan disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan dan manfaat, pembatasan masalah, metode penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menguraikan tentang tinjauan pustaka atau teori yang menjelaskan pekerjaan-pekerjaan yang terdapat di BAB III.

BAB III PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang pembahasan dari judul yang diambil.

BAB IV PENUTUP

Merupakan bagian penutup yang berisi tentang kesimpulan dan rekomendasi.

BAB II

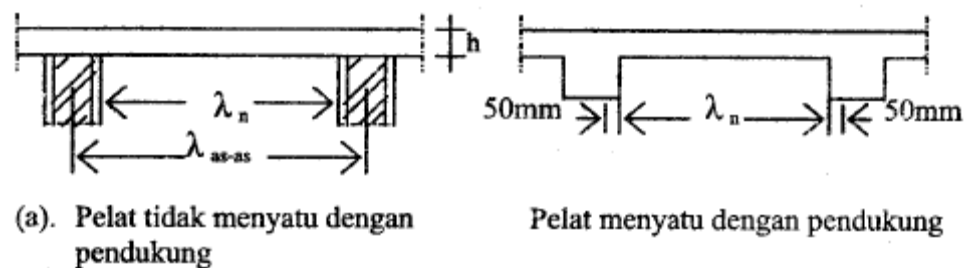
DASAR TEORI

2.1 Perencanaan Tulangan Plat

2.1.1 Pertimbangan Dalam Perhitungan Tulangan

Pada perencanaan pelat beton bertulang (Asroni 2010), perlu diperhatikan beberapa persyaratan / ketentuan sebagai berikut :

1. Pada perhitungan pelat, lebar pelat diambil 1m ($b=1000\text{mm}$)
2. Panjang bentang (λ)
 - a. Pelat yang tidak menyatu dengan struktur pendukung (lihat gambar. 2 (a)):
(a):
 $\lambda = \lambda_n + h$ dan $\lambda \leq \lambda_{as-as}$
 - b. Pelat yang menyatu dengan struktur pendukung (lihat gambar 2 (b)):
Jika $\lambda_n \leq 3\text{m}$, maka $\lambda = \lambda_n$
Jika $\lambda_n > 3\text{m}$, maka $\lambda = \lambda_n + 2.50\text{mm}$



Gambar 2. Penentuan Panjang Bentang

Sumber. Asroni 2010

3. Tebal minimum pelat (h) $\alpha_m = \alpha$ rata-rata, α
 - a. Untuk pelat satu arah, tebal minimal pelat dapat dilihat pada tabel 2.1
 - b. Untuk pelat dua arah, tebal minimal pelat bergantung pada $\alpha_m = \alpha$ rata-rata. α adalah rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan rumus sebagai berikut :

$$a = \frac{E_{cb}/I_b}{E_{cp}/I_p}$$

1. Jika $a_m < 0,2$ maka $h \geq 120\text{mm}$
 2. Jika $0,2 \leq a_m \leq 2$ maka $h = \frac{\lambda_n(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5\beta \cdot (a_m - 0,2)}$ dan $\geq 120\text{mm}$
 3. Jika $a_m > 2$ maka $h = \frac{\lambda_n(0,8 - \frac{f_y}{1500})}{36 - 9\beta}$ dan $\geq 90\text{mm}$
4. Tebal pelat tidak boleh kurang dari ketentuan tabel 1. yang bergantung pada tegangan tulangan f_y . Nilai f_y pada tabel dapat diinterpolasi.

Tabel. 1 Tinggi (h) Minimal Balok Non Pratekan atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung

Komponen Struktur	Tinggi minimal			
	Dua tumpuan	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang akan rusak karena lendutan yang besar			
Pelat solid satu arah	L/20	L/24	L/28	L/10
Balok atau pelat jalur satu arah	L/16	L/18,5	L/21	L/8

Sumber. Asroni 2010

Tabel 2. Tabel Minimal Pelat Tanpa Balok Intertor

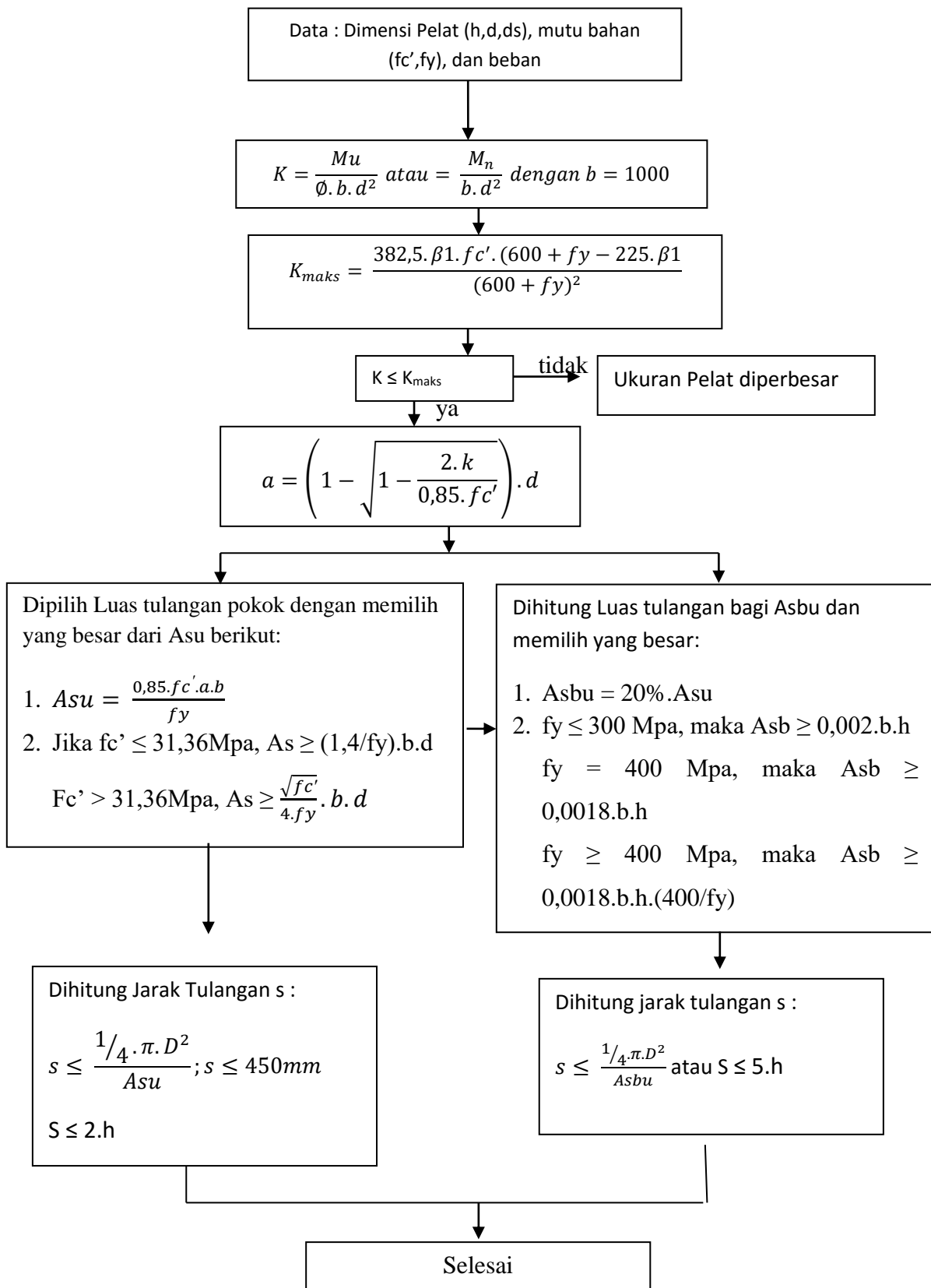
Tegangan Leleh f_y (Mpa)	Tanpa Penebalan			Dengan Penebslan		
	Panel Luar		Panel Dalam	Panel Luar		Panel Dalam
	Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir		Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir	
300	$\Lambda_n \sqrt{33}$	$\Lambda_n \sqrt{36}$	$\Lambda_n \sqrt{36}$	$\Lambda_n \sqrt{36}$	$\Lambda_n \sqrt{40}$	$\Lambda_n \sqrt{40}$
400	$\Lambda_n \sqrt{30}$	$\Lambda_n \sqrt{33}$	$\Lambda_n \sqrt{33}$	$\Lambda_n \sqrt{33}$	$\Lambda_n \sqrt{36}$	$\Lambda_n \sqrt{36}$
500	$\Lambda_n \sqrt{28}$	$\Lambda_n \sqrt{31}$	$\Lambda_n \sqrt{31}$	$\Lambda_n \sqrt{31}$	$\Lambda_n \sqrt{34}$	$\Lambda_n \sqrt{34}$

Sumber. Asroni 2010

5. Tebal selimut beton minimal untuk batang tulangan $D \leq 36$, tebal selimut beton $\geq 20\text{mm}$. Untuk batang tulangan $D44 - D56$, tebal selimut beton $\geq 40\text{mm}$.
6. Jarak bersih antar tulangan $s \geq D$ dan $s \geq 25\text{mm}$
7. Jarak maksimal tulangan (as ke as)
 Tulangan Pokok :
 Pelat 1 arah : $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450\text{mm}$
 Pelat 2 arah : $s \leq 2.h$ dan $s \leq 450\text{mm}$
 Tulangan Bagi :
 $S \leq 5.h$ dan $s \leq 450\text{ mm}$
8. Luas tulangan minimal pelat
 - a. Tulangan pokok
 $F_c' \leq 31,36\text{Mpa}$, $A_s \geq (1,4/f_y).b.d$ dan
 $F_c' > 31,36\text{Mpa}$, $A_s \geq \frac{\sqrt{f_c'}}{4.f_y} . b . d$
 - b. Tulangan bagi/tulangan susut
 Untuk $f_y \leq 300\text{ Mpa}$, maka $A_{sb} \geq 0,002.b.h$
 Untuk $f_y = 400\text{ Mpa}$, maka $A_{sb} \geq 0,0018.b.h$
 Untuk $f_y \geq 400\text{ Mpa}$, maka $A_{sb} \geq 0,0018.b.h.(400/f_y)$
 Tetapi $A_{sb} \geq 0,0014.b.h$

2.1.2 Skema Hitungan Pelat

Untuk mempermudah dalam perhitungan penulangan pelat (Asroni 2010), berikut ini dijelaskan tentang rumus-rumus sebagai dasar perencanaan. Skema hitungan tersebut yaitu:



Gambar 3. Skema Hitungan Tulangan Pelat

Sumber. Asroni 2010

Keterangan Notasi :

h = tebal plat

d = tinggi efektif penampang

d_s = jarak antara titik berat tulangan tarik dari tepi serat beton tarik

b = lebar plat 1000 mm

D = diameter tulangan

f_c' = mutu beton

f_y = mutu baja

K = faktor momen pikul

a = tinggi balok tegangan beton tekan persegi

A_{su} = luas tulangan pokok

A_{sb} = luas tulangan bagi

S = jarak penulangan

2.2 Sistem Penulangan Pelat

2.2.1 Pelat Satu Arah

Konstruksi pelat satu arah adalah pelat dengan tulangan pokok satu arah ini akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan. Karena momen lentur hanya bekerja pada 1 arah saja, yaitu searah bentang L maka tulangan pokok juga dipasang 1 arah yang searah bentang L tersebut. Untuk menjaga agar kedudukan tulangan pokok (pada saat pengecoran beton) tidak berubah dari tempat semula maka dipasang pula tulangan tambahan yang arahnya tegak lurus tulangan pokok.

Kedudukan tulangan pokok dan tulangan bagi selalu bersilangan tegak lurus, tulangan pokok dipasang dekat dengan tepi luar beton, sedangkan tulangan bagi dipasang di bagian dalamnya dan menempel pada tulangan pokok.

2.2.2 Pelat Dua Arah

Konstruksi pelat 2 arah. Pelat dengan tulangan pokok 2 arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang 2 arah. Contoh pelat 2 arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar. Karena momen lentur bekerja pada 2 arah, yaitu searah dengan bentang (l_x) dan

bentang (l_y), maka tulangan pokok juga dipasang pada 2 arah yang saling tegak lurus (bersilangan), sehingga tidak perlu tulangan lagi. Tetapi pada pelat di daerah tumpuan hanya bekerja momen lentur 1 arah saja, sehingga untuk daerah tumpuan ini tetap dipasang tulangan pokok dan bagi, seperti terlihat pada gambar dibawah. Bentang (l_y) selalu dipilih $>$ atau $=$ (l_x), tetapi momennya M_{l_y} selalu $<$ atau $=$ M_{l_x} , sehingga tulangan arah (l_x) (momen yang besar) dipasang di dekat tepi luar.

2.3 Pelat Lantai

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur. Pelat merupakan struktur bidang (permukaan) yang lurus, (datar atau melengkung) yang tebalnya jauh lebih kecil dibanding dengan dimensi yang lain. Untuk merencanakan pelat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan saja, tetapi juga jenis perletakan dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Kekakuan hubungan antara pelat dan tumpuan akan menentukan besar momen lentur yang terjadi pada pelat (Mulyono, 2004).

Pelat merupakan suatu elemen struktur yang mempunyai ketebalan relatif kecil jika dibandingkan dengan lebar dan panjangnya. Di dalam konstruksi beton, pelat digunakan untuk mendapatkan bidang/permukaan yang rata. Pada umumnya bidang/permukaan atas dan bawah suatu pelat adalah sejajar atau hampir sejajar. Tumpuan pelat pada umumnya dapat berupa balok-balok beton bertulang, struktur baja, kolom-kolom (lantai cendawan), dan dapat juga berupa tumpuan langsung diatas tanah. Pelat dapat ditumpu pada tumpuan garis yang menerus, seperti halnya dinding atau balok, tetapi dapat juga ditumpu secara lokal (diatas sebuah kolom beberapa kolom).

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak langsung di atas tanah. Pelat di dukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan.

Adapun kegunaan pelat lantai adalah sebagai berikut:

1. Memisahkan ruang bawah dan ruang atas
2. Untuk meletakkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah
3. Meredam suara dari ruang atas atau ruang bawah
4. Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal

Adapun syarat-syarat teknis dan ekonomis yang harus dipenuhi oleh lantai antara lain :

1. Lantai harus memiliki kekuatan yang cukup untuk memikul beban kerja yang ada di atasnya
2. Tumpuan pada dinding sedemikian rupa luas yang mendukung harus cukup besarnya
3. Lantai harus dijangkarkan pada dinding sedemikian rupa sehingga mencegah dinding melentur
4. Lantai harus mempunyai massa yang cukup untuk dapat meredam gema suara
5. Porositas lantai sekaligus harus memberikan isolasi yang baik terhadap hawa dingin dan hawa panas
6. Lantai harus memiliki kualitas yang baik dan harus dapat dipasang dengan cara cepat
7. Konstruksi lantai harus sedemikian rupa sehingga setelah umur pemakaian yang cukup panjang tidak kehilangan kekuatan

2.3.1 Pelat Beton Konvensional

Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Pelat lantai menerima beban yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan pelat (Mulyono, 2004). Berdasarkan kemampuannya untuk menyalurkan gaya akibat beban, pelat dibedakan menjadi :

1. Pelat satu arah ini akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever dan pelat yang ditumpu 2 tumpuan sejajar.
2. Pelat dua arah akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. Contoh pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 (empat) sisi yang sejajar.

2.3.2 Pelat Lantai Wiremesh

Wiremesh merupakan material jaring kawat baja pengganti tulangan pada pelat yang fungsinya sama sebagai tulangan. Pada *wiremesh* selain memiliki kekuatan yang sama namun dari segi pemasangan lebih praktis dan murah

dibandingkan dengan tulangan konvensional. Keuntungan utama dalam menggunakan Jaringan Kawat Baja Las BRC adalah mutunya yang tinggi dan konsisten yang terjamin bagi perencana, pemilik dan pemborong, di bandingkan dengan cara penulangan pelat lainnya. Karena semua kawat di tarik dan di uji dengan seksama, mutu bahan yang di pakai telah terjamin. Proses penarikan kawat tersebut akan menghasilkan kawat dengan penampang yang sangat merata. Keseragaman yang sama itu tidak akan mungkin terdapat pada batang-batang canaian panas (besi beton) ketika kawat di las kedalam jaringan kawat baja las BRC, ia di dudukan tepat pada tempatnya, jadi jaringan akan selalu dilengkapi dengan jumlah kawat yang benar. Dengan demikian, perencanaan terjamin dan penelitian di tempat kerja dapat dikurangi.

Untuk membuat pelat yang ringan, tipis tetapi kuat yaitu dengan menggunakan tulangan baja berupa kawat baja las/*wiremesh* Penggunaan tulangan baja ini dimaksudkan untuk memperbesar kuat lentur pelat karena kawat baja ini mempunyai kuat tarik yang tinggi dan berbentuk seperti jala yang sangat memudahkan pada saat pemasangan, serta harga relatif lebih murah dan material lebih ringan. Mutu yang tinggi dari Jaringan Kawat Baja Las BRC memungkinkan yang di tetapkan sebelumnya. memenuhi standart kelas U-50, menghasilkan penghematan biaya yang sangat berarti. Dengan menggunakan tegangan ijin yang di usulkan sebesar 2.900 kg/cm tersebut. kita dapat memperoleh penghematan sampai separuh dari banyaknya penulangan. Dengan Perhitungan Harga Per kg jaringan kawat baja las BRC yang lebih tinggi, biasanya tetap terdapat penghematan biaya yang cukup berarti pada kebanyakan proyek. Selain penghematan, juga waktu pasang dihematkan, karena Jaringan Kawat Baja La BRC di serahkan di tempat kerja dengan kawat telah di lastepat pada jarak-jarak yang di tetapkan sebelumnya.

Adapun keunggulan - keunggulan *wiremesh* untuk plat lantai beton: (brostur smartdeck,2011).

1. Mudah dan cepat dalam pemasangan. Boundeck langsung berfungsi juga sebagai bekisting permanen yang siap di cor dalam waktu singkat. Efisiensi waktu dan kemajuan pekerjaan dapat dipercepat karena waktu untuk pembuatan dan pembongkaran bekisting sudah tidak diperlukan lagi. Pekerjaan pembesian dibagian yang mengalami tarik, dapat direduksi atau bahkan dihilangkan karena telah digantikan fungsinya oleh *boundeck*.

2. Mengurangi pemakaian perancah dan tiang-tiang penyangga sehingga lebih menghemat biaya dalam pelaksanaannya.
3. *Boundeck* dapat secara langsung digunakan sebagai plafond.
4. Ketahanannya terhadap kebakaran lebih baik dan lolos uji kelenturan serta pembebanan.
5. Dapat dipesan sesuai kebutuhan dan memberikan platform kerja yang aman.
6. Dapat dipasang pada konstruksi baja maupun beton.

Tabel 3. Spesifikasi Tulangan Wiremesh

Wiremesh	Diameter (mm)	Actual Weight (gr/mm)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Batas Ulur (N/mm ²)	Elongation (%)
M4	4	15,45	Min 490	Min 400	Min 8 %
M5	4,7	21,33	Min 490	Min 400	Min 8 %
M5	4,5	19,55	Min 490	Min 400	Min 8 %
M6	5,7	31,37	Min 490	Min 400	Min 8 %
M6	5,5	29,2	Min 490	Min 400	Min 8 %
M7	6,7	43,34	Min 490	Min 400	Min 8 %
M7	6,5	40,79	Min 490	Min 400	Min 8 %
M8	7,7	57,24	Min 490	Min 400	Min 8 %
M8	7,5	54,31	Min 490	Min 400	Min 8 %
M9	8,7	73,07	Min 490	Min 400	Min 8 %
M9	8,5	69,75	Min 490	Min 400	Min 8 %
M10	9,7	90,84	Min 490	Min 400	Min 8 %
M10	9,5	87,13	Min 490	Min 400	Min 8 %
M11	10,7	110,53	Min 490	Min 400	Min 8 %
M11	10,5	106,44	Min 490	Min 400	Min 8 %
M12	11,7	132,16	Min 490	Min 400	Min 8 %
M12	11,5	127,68	Min 490	Min 400	Min 8 %

Perusahaan yang pertama kali mengenalkan tulangan wiremesh ke dunia konstruksi adalah PT. LIONMESH PRIM Tbk. Wiremesh adalah jaringan baja tulangan, yang pada tiap titik pertemuan kawatnya dilas listrik untuk mendapatkan “*Shear Resistant*”, khususnya digunakan untuk penulangan beton. Wiremesh dapat

diproduksi dalam ukuran standard (lihat daftar) atau ukuran khusus sesuai permintaan para ahli konstruksi bangunan. Kawat baja yang digunakan adalah dari mutu U-50 dengan tegangan leleh karakteristik 5000 kg/cm^2 yang sangat menguntungkan bila dibandingkan dengan baja tulangan biasa yang mempunyai tegangan leleh karakteristik 2400 kg/cm^2 , sedangkan tegangan geser minimum tiap titik las adalah 2500 kg/cm^2 . Proses pembuatannya dilakukan dengan menggunakan mesin buatan Swiss yang mutakhir. Penulangan beton dengan menggunakan “Welded Reinforcing Steel Mesh” ini telah digunakan secara meluas di Malaysia dan Singapura sejak 30 tahun yang lalu, sedangkan di Jerman sudah sejak 50 tahun yang lalu.

2.4 Bondek

Bondek adalah geladak baja galvanis yang memiliki daya tahan tinggi dan berfungsi ganda dalam konstruksi plat beton, yakni sebagai peyangga permanen juga sebagai penulangan searah positif. Kekuatan tarik leleh minimum pelat baja ini adalah 550 MPa. Tebal pelat standar adalah 0,70 mm BMT dengan pilihan tebal yang lain 1,00 dan 1,2 mm BMT. Penggunaan bondek akan memberikan keuntungan bagi struktur secara keseluruhan karena penghematan dalam penggunaan *formwork* dan beton. Bondek antara lain berfungsi sebagai lantai kerja sementara, sebagai bekisting tetap dan tulangan positif. (Aiman, 2014)

Pemasangan panel Smartdek pada pelat beton diletakkan melintang (pada arah memendek). Pada umumnya panel diletakkan minimum $\pm 2,5 \text{ cm}$ kedalam bekisting balok. Pelat-pelat lantai dan atap yang terdiri dari panel-panel lantai baja (*steeldeck panels*), yang berfungsi baik sebagai cetakan maupun sebagai tulangan bagi beton yang terletak di atasnya, telah banyak dipakai pada bangunan-bangunan yang rangka utamanya terdiri dari konstruksi baja atau konstruksi komposit. Perencanaan pelat seperti ini dalam beberapa cara berbeda dengan perencanaan dari pelat lantai beton bertulang yang memakai tulangan yang bersirip permukaannya. Satu hal yang perlu dicatat ialah bahwa luas penampang dari lantai baja yang berfungsi sebagai tulangan ini didistribusikan pada sebagian dari tinggi pelat melalui suatu cara yang bergantung pada bentuk dari lantai baja tersebut. Hal yang lebih penting lagi ialah kenyataan bahwa keberhasilannya lantai baja tersebut berfungsi

sebagai perkuatan pelat seluruhnya tergantung pada kemampuan ikatan antara kedua material tersebut pada permukaan pertemuannya. Seperti juga halnya pada batang tulangan yang berfungsi sebagai penulangan, biasanya bahan-bahan ikatan kimiawi saja tidak cukup untuk dapat menjamin terbentuknya lekatan yang kuat. Berdasarkan alasan ini, untuk memperkuat ikatan tersebut dipakai berbagai-bagai alat yang dikenal dengan sebutan alat penyalur gaya geser. Pada kebanyakan kasus, alat-alat ini terdiri dari tonjolan-tonjolan yang mempunyai jarak antara yang dekat sekali. Alat-alat ini bekerja dalam cara yang sama seperti fungsi dari batang bersirip dalam memperbesar kekuatan lekatnya. Disamping itu alat ini juga harus mampu melawan kecenderungan terpisahnya lantai baja dan beton dalam arah vertikal. Tonjolan-tonjolan dapat melakukan tugas ini dengan jalan dimiringkan kearah horizontal, sehingga dapat memikul kedua gaya horizontal (ikatan) dan gaya-gaya vertikal (gaya yang berusaha memisahkan baja dan beton). Pada jenis lantai baja lainnya, pada bagian dari atas rusuk-rusuk lantai tersebut dilas kawat-kawat baja dalam arah transversal dengan jarak antara yang dekat sekali sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

Pada saat dibebani pelat-pelat lantai dengan baja komposit ini akan mengalami keruntuhan lentur melalui suatu cara yang tidak banyak berbeda dibandingkan dengan keruntuhan lentur dari pelat-pelat biasa, atau melalui hilangnya ikatan antara lantai baja tersebut dengan beton. Keadaan ini dikenal sebagai keruntuhan lekatan geser, dan justru kekuatan lekat geser inilah yang menjadi suatu problem khusus dari pelat-pelat komposit.

2.5 Beban Yang Bekerja Pada Plat

1. Beban Mati

Beban mati merupakan semua berat sendiri gedung dan segala unsur tambahan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. Sesuai SNI 1727:2013, yang termasuk beban mati adalah seperti dinding, lantai, atap, plafon, tangga dan *finishing*.

2. Beban Hidup

Beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan oleh gedung dan dapat di ganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Menurut (Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, 1983).

2.6 Penulangan

Penulangan adalah pekerjaan pada pembuatan struktur beton bertulang. Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama sama dalam menahan beban.

Fungsi utama baja tulangan pada struktur beton bertulang yaitu untuk menahan gaya tarik, Oleh karena itu pada struktur balok, pelat, fondasi, ataupun struktur lainnya dari bahan beton bertulang, selalu diupayakan agar tulangan longitudinal (tulangan memanjang) dipasang pada serat-serat beton yang mengalami tegangan tarik. Keadaan ini terjadi terutama pada daerah yang menahan momen lentur besar (umumnya di daerah lapangan/tengah bentang, atau di atas tumpuan), sehingga sering mengakibatkan terjadinya retakan beton akibat tegangan lentur tersebut.

Tabel 4. Baja Tulangan

No.	Penamaan	Diameter Nominal (mm)	Luas Penampang	Berat Nominal (Kg/m)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)
1	P 6	6	0,2827	0,222	400
2	P 8	8	0,5027	0,395	400
3	P 10	10	0,7854	0,619	400
4	P 12	12	1,131	0,888	400
5	P 14	14	1,539	1,21	400
6	P 16	16	2,011	1,58	400

No.	Penamaan	Diameter Nominal (mm)	Luas Penampang	Berat Nominal (Kg/m)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)
7	P 19	19	2,835	2,23	400
8	P 22	22	3,801	2,98	400
9	P 25	25	4,909	3,85	400
10	P 28	28	6,158	4,83	400
11	P 32	32	8,042	6,31	400

2.7 Manajemen Konstruksi

Menurut, Dr. Ir. Huibert Taroreh (2010) Manajemen konstruksi adalah suatu proses pengelolaan pekerjaan pelaksanaan pembangunan fisik yang ditangani secara multi disiplin profesional, dimana tahapan-tahapan persiapan, perencanaan, perancangan pelelangan pekerjaan, dan penyerahan/pengoprasiaannya, diperlukan sebagai suatu system menyeluruh dan terpadu dengan tujuan untuk mencapai hasil yang optimal aspek memperkecil biaya, memanfaatkan waktu, dan mempertahankan kualitas.

Manajemen proyek mengelola sumber daya. Sumber daya harus dioptimalkan sehingga tujuan yang diinginkan dapat tercapai. Sumber daya tersebut meliputi:

1. Manusia / Tenaga kerja
2. Money / Uang
3. Material / Bahan
4. Machine / Alat
5. Method / Cara

(Sumber: *Ervianto, 2002:4*)

2.8 Manajemen Biaya.

Menurut Mulyana (2009) Manajemen biaya merupakan suatu sistem yang didesain untuk menyediakan informasi baik bersifat keuangan (pendapatan dan biaya) maupun non keuangan (kualitas dan produktivitas) bagi manajemen untuk identifikasi peluang-peluang penyempurnaan, perencanaan strategik dan pembuatan keputusan operasional mengenai pengadaan dan penggunaan sumber-sumber yang diperlukan oleh organisasi. Manajemen biaya juga merupakan suatu sistem yang

terintegrasi yang menunjukkan adanya hubungan dengan sistem lainnya seperti sistem desain dari pengembangan, sistem pembelian dan produksi, sistem pelayanan konsumen serta sistem pemasaran dan distribusi.

Manfaat manajemen biaya bagi manajemen, yaitu:

1. Perencanaan dan pengendalian
2. Membantu manajemen dalam meningkatkan ketertelusuran biaya
3. Membantu manajemen dalam mengoptimalkan kinerja daur hidup secara total
4. Membantu manajemen dalam pembuatan keputusan
5. Membantu manajemen dalam proses manajemen investasi
6. Membantu manajemen dalam mengintegrasikan kriteria pengukuran kinerja non keuangan ke dalam kinerja keuangan agar terjamin konsistensinya
7. Membantu manajemen dalam mengorganisasi berbagai tingkat otomasi.

Perkiraan biaya adalah memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia (Soeharto, 1999). Perkiraan biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada taraf pertama dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan untuk membangun proyek. Selanjutnya, perkiraan biaya memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas yaitu merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan, maupun waktu. Meskipun kegunaannya sama, namun penekanannya berbeda-beda untuk masing-masing organisasi peserta proyek. Bagi pemilik, angka yang menunjukkan jumlah perkiraan biaya akan menjadi salah satu patokan untuk menentukan kelayakan investasi. Bagi kontraktor, keuntungan finansial yang akan diperoleh tergantung pada seberapa jauh kecakapan membuat perkiraan biaya. Bila penawaran harga yang diajukan didalam proses lelang terlalu tinggi, kemungkinan besar kontraktor yang bersangkutan akan mengalami kekalahan. Sebaiknya bila memenangkan lelang dengan harga terlalu rendah, kontraktor akan mengalami kesulitan di kemudian hari. Sedangkan bagi konsultan, angka tersebut diajukan kepada pemilik sebagai usulan jumlah biaya terbaik untuk berbagai kegunaan sesuai perkembangan proyek.

Seluruh urutan kegiatan proyek perlu memiliki standar kinerja biaya proyek yang dibuat dengan akurat dengan cara membuat format perencanaan seperti dibawah ini.

1. Kurva S, selain dapat mengetahui progres waktu proyek, kurva S berguna juga untuk mengendlikan kinerja biaya, hal ini ditunjukkan dari bobot pengeluaran kumulatif masing-masing kegiatan yang dapat dikontrol dengan membandingkannya dengan *baseline* periode tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek.
2. Diagram *Cash Flow*, diagram yang menunjukkan rencana aliran pengeluaran dan pemasukan biaya selama proyek berlangsung. Diagram ini diharapkan dapat mengendalikan keseluruhan biaya proyek secara detail sehingga tidak mengganggu keseimbangan kas proyek.
3. Kurva *Earned Value* yang menyatakan nilai uang yang telah dikeluarkan pada *baseline* tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek. Bila ada indikasi biaya yang dikeluarkan melebihi rencana, maka biaya itu dikoreksi dengan melakukan penjadwalan ulang dan meramalkan seberapa besar biaya yang harus dikeluarkan sampai akhir proyek karena penyimpangan tersebut.
4. *Balance Sheet*, yang menyatakan besarnya aktiva dan pasiva keuangan perusahaan selama periode satu tahun dengan keseluruhan proyek yang telah dikerjakan beserta aset-aset yang dimiliki perusahaan.

(Sumber: Husen, 2011)

Keempat hal tersebut dibuat dalam laporan periodik dengan maksud agar dari waktu ke waktu dapat dievaluasi serta dikendalikan dan menjadi rujukan dalam membuat keputusan terkait dengan tindakan koreksi bila terjadi penyimpangan.

2.9 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah biaya suatu bangunan atau biaya proyek, sedangkan rencana anggaran biaya material adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan material yang digunakan pada bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya material pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan. Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan (Aiman, 2014). Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

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

Rencana anggaran biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut (Ibrahim, 2007). Pada dasarnya anggaran biaya ini merupakan bagian terpenting dalam menyelenggarakan pembuatan bangunan itu. Membuat anggaran biaya berarti menaksir atau memperkirakan harga dari suatu barang, bangunan atau benda.

Dalam menyusun anggaran biaya dalam penelitian ini dilakukan dengan cara anggaran biaya teliti. Anggaran biaya teliti ialah bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya.

Perhitungan anggaran biaya biasanya terdiri dari 5 hal pokok, yaitu :

- a. Menghitung banyaknya bahan yang dipakai dan harganya
- b. Menghitung jam kerja buruh (jumlah dan harga) yang diperlukan
- c. Menghitung jenis dan banyaknya peralatan
- d. Menghitung biaya-biaya yang tidak terduga perlu diadakan
- e. Menghitung prosentase keuntungan, waktu, tempat dan jenis pekerjaan

2.9.1 Biaya Material

Menyusun perkiraan biaya pembelian material amat kompleks, mulai dari membuat spesifikasi, mencari sumber sampai kepada membayar harganya. Terdapat berbagai alternatif yang tersedia untuk kegiatan tersebut, sehingga bila kurang tepat menanganinya mudah sekali membuat proyek menjadi tidak ekonomis. Harga bahan yang dipakai biasanya harga bahan di tempat pekerjaan, jadi sudah termasuk biaya angkutan, biaya menaikkan dan menurunkan, pengepakan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi. (Ibrahim, 2007)

2.9.2 Tenaga Kerja

Yang dimaksud dengan tenaga kerja yaitu besarnya jumlah tenaga yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan.

2.9.3 Volume / kubikasi pekerjaan

Volume suatu pekerjaan ialah menguraikan secara rinci besar volume atau kubikasi suatu pekerjaan (Ibrahim, 2007). Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

Dibawah ini diberikan beberapa contoh sebagai berikut :

- a. Volume pondasi batu kali = 25 m³
- b. Volume atap = 140 m²
- c. Volume lisplank = 28 m
- d. Volume angker besi = 40 kg
- e. Volume kunci tanam = 17 buah

Dari contoh di atas dapat diketahui dengan jelas bahwa satuan masing-masing volume pekerjaan, seperti volume pondasi batu kali 25 m³, atap 140 m², lisplank 28m, angker besi beton 40 kg dan kunci tanam 17 buah, bukanlah volume dalam arti sesungguhnya melainkan volume dalam satuan, kecuali volume pondasi batu kali 25 m³ yang merupakan volume sesungguhnya.

Masing-masing volume di atas mempunyai pengertian sebagai berikut :

- Volume pondasi batu kali dihitung berdasarkan isi, yaitu panjang x luas penampang yang sama
- Volume atap dihitung berdasarkan luas, yaitu jumlah luas bidang-bidang atap, seperti segitiga, persegi panjang, trapezium, dan sebagainya
- Volume lisplank dihitung berdasarkan panjang atau luas
- Volume angker besi dihitung berdasarkan berat, yaitu jumlah panjang angker x berat/m
- Volume dikunci dihitung berdasarkan jumlah banyaknya kunci.

2.9.4 Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan ialah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis (Ibrahim, 2007). Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan *Daftar Harga Satuan Bahan*. Setiap bahan atau material mempunyai jenis dan kualitas tersendiri. Hal ini menjadi harga material tersebut beragam. Untuk itu sebagai patokan harga biasanya didasarkan pada lokasi daerah bahan tersebut berasal dan sesuai dengan harga patokan dari

pemerintah. Misalnya untuk harga semen harus berdasarkan kepada harga patokan semen yang ditetapkan. Untuk menentukan harga bangunan dapat diambil standar harga yang berlaku di pasar atau daerah tempat proyek dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dari dinas PU setempat *Daftar Harga Satuan Bahan*.

2.10 Manajemen Waktu Proyek

Manajemen waktu proyek merupakan salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh seorang manajer proyek. Manajemen waktu proyek dibutuhkan manajer proyek untuk memantau dan mengendalikan waktu yang dihabiskan dalam menyelesaikan sebuah proyek. Dengan menerapkan manajemen waktu proyek, seorang manajer proyek dapat mengontrol jumlah waktu yang dibutuhkan oleh tim proyek untuk membangun *deliverables* proyek sehingga memperbesar kemungkinan sebuah proyek dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Terdapat beberapa proses yang perlu dilakukannya seorang manajer proyek dalam mengendalikan waktu proyek yaitu :

1. Mendefinisikan aktivitas proyek merupakan sebuah proses untuk mendefinisikan setiap aktivitas yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek.
2. Urutan aktivitas proyek bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan hubungan antara tiap-tiap aktivitas proyek.
3. Estimasi aktivitas sumber daya proyek estimasi aktivitas sumber daya proyek bertujuan untuk melakukan estimasi terhadap penggunaan sumber daya proyek.
4. Estimasi durasi kegiatan proyek diperlukan untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek.
5. Membuat jadwal proyek Setelah seluruh aktivitas, waktu dan sumber daya proyek terdefinisi dengan jelas, maka seorang manager proyek akan membuat jadwal proyek. Jadwal proyek ini nantinya dapat digunakan untuk menggambarkan secara rinci mengenai seluruh aktivitas proyek dari awal pengerjaan proyek hingga proyek diselesaikan.
6. Mengontrol dan mengendalikan jadwal proyek Saat kegiatan proyek mulai berjalan, maka pengendalian dan pengontrolan jadwal proyek perlu

dilakukan. Hal ini diperlukan untuk memastikan apakah kegiatan proyek berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan atau tidak.

Menurut Husen (2011), standar kinerja waktu ditentukan dengan merujuk seluruh tahapan kegiatan proyek beserta durasi dan penggunaan sumber daya. Dari semua informasi dan data yang telah diperoleh, dilakukan proses penjadwalan sehingga akan ada output berupa format-format laporan lengkap mengenai indikator progres waktu, sebagai berikut:

1. *Barchart*, diagram batang yang secara sederhana dapat menunjukkan informasi rencana jadwal beserta durasinya, lalu dibandingkan dengan progres aktual sehingga diketahui apakah proyek terlambat atau tidak.
2. *Network Planning*, sebagai jaringan kerja berbagai kegiatan dan dapat menunjukkan kegiatan kritis yang membutuhkan pengawasan ketat agar pelaksanaannya tidak terlambat. Format *Network Planning* juga digunakan untuk mengetahui kegiatan-kegiatan yang longgar waktu penyelesaiannya berdasarkan total *float*-nya, sehingga kesemua itu dapat digunakan untuk memperbaiki jadwal dan agar alokasi sumber dayanya menjadi lebih efektif serta efisien.
3. Kurva S, yang berguna dalam pengendalian kinerja waktu. Hal ini ditunjukkan dari bobot penyelesaian kumulatif masing-masing kegiatan dibandingkan dengan keadaan aktual, sehingga apakah proyek terlambat atau tidak dapat dikontrol dengan memberikan *bseline* pada periode tertentu.
4. Kurva *Earned Value* yang dapat menyatakan progres waktu berdasarkan *baseline* yang telah ditentukan untuk periode tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek. Bila ada indikasi waktu terlambat dari yang direncanakan, maka hal itu dapat dikoreksi dengan jadwal ulang proyek dan meramalkan seberapa lama durasi yang diperlukan untuk penyelesaian proyek karena penyimpangan tersebut, serta dengan menambah jumlah tenaga kerja waktu bergantian.

2.11 Metode Pelaksanaan Konstruksi

Metode Pelaksanaan konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan pelaksanaan konstruksi yang mengikuti prosedur serta telah dirancang sesuai dengan pengetahuan

atau standar yang telah diuji cobakan. Cara atau metoda tersebut tidak terlepas dari penggunaan teknologi sebagai pendukung dan mempercepat proses pembuatan suatu bangunan, agar kegiatan pembangunan dapat berjalan sebagai mana mestinya sesuai dengan yang diharapkan dan lebih ekonomis dalam biaya pemakaian bahan. Dengan kata lain metode pelaksanaan konstruksi adalah suatu metode atau cara pelaksanaan pekerjaan pada proyek konstruksi dimana perencana (design plan) dan pelaksana (actuating) memegang kendali dalam berjalannya suatu proyek konstruksi dari perencanaan awal proyek sampai pekerjaan proyek selesai.

2.11.1 Pengenalan Metode Konstruksi

1. Aspek teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Umumnya aplikasi teknologi ini banyak diterapkan dalam metode-metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi.
2. Penggunaan metode yang tepat, praktis dan aman sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan proyek konstruksi sehingga target waktu, biaya dan mutu sebagaimana ditetapkan dapat tercapai.
3. Penerapan metode pelaksanaan konstruksi yang sesuai kondisi lapangan akan sangat membantu dalam penyelesaian proyek konstruksi bersangkutan.
4. Penerapan metode pelaksanaan konstruksi selain terkait erat sekali dengan kondisi lapangan, juga tergantung jenis pekerjaan.
5. Didalam menetapkan sesuatu metode pelaksanaan konstruksi terlebih dulu perlu dikuasai pengetahuan tentang metode-metode Dasar bagi pelaksanaan suatu konstruksi.
6. Dengan mempergunakan dasar-dasar teknik dan analisa didalam kegiatan-kegiatan konstruksi akan didapat suatu metode pelaksanaan yang tepat dengan sasaran peningkatan kualitas dan biaya yang rendah.
7. Sedangkan untuk memperoleh suatu metode pelaksanaan konstruksi yang efisien dan efektif serta competitive perlu dimiliki perkembangan dalam bidang teknologi dari bidang konstruksi.