

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama / Volume / No, Tahun	Judul	Hasil dan pembahasan
1	Eki Hermi Septiadi, Julio Roberto, Robby Mauludy Arif, Helyanto Vol. 2, No. 1, Desember 2021	Perencanaan Manajemen Konstruksi Pembangunan Gedung Aula Asrama Haji Pontianak	Hasil Perhitungan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) pada Pembangunan Gedung Aula Asrama Haji Pontianak ini adalah sebesar Rp. 5.177.381.673,21 (“Lima Milyar Seratus Tujuh Puluh Tujuh Juta Tiga Ratus Delapan Puluh Satu Ribu Enam Ratus Tujuh Puluh Tiga Rupiah”), serta hasil perhitungan kebutuhan waktu atau durasi untuk perencanaan pembangunan adalah 13 minggu atau 86 hari kalender. Harus adanya kerja sama yang baik untuk semua pihak yang terlibat karena keberhasilan suatu proyek sangat ditentukan oleh perencanaan yang matang serta manajemen yang baik.
2	Muhammad Adib Zamroni, Yusuf Arif Windarto, Trias Widorini, Ngudi Hari Crista Volume 03, Nomor 2, Oktober 2023	Perencanaan Struktur Gedung Perkuliahan Dan Aula 7 Lantai	Perencanaan struktur gedung perkuliahan dan aula 7 lantai ini mengacu pada sebagian panduan, antara lain: adat perencanaan persyaratan beton struktural buat bangunan gedung sni 2847: 2019. Serta baku perencanaan ketahanan gempa buat struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726- 2019. Serta beban desain minimum dan kriteria terpaut buat bangunan gedung dan struktur lain SNI 1727: 2020. Dan panduan perencanaan pembebanan buat rumah serta gedung (pppurg 1987). Dan spesifikasi buat bangunan gedung baja struktural SNI 1729: 2020. Serta panduan perencanaan bangunan baja indonesia (ppbbi) SNI 1729: 2020. Perencanaan

			struktur gedung perkuliahan serta aula 7 lantai di Semarang ini mencakup perencanaan struktur atas dan struktur dasar. Struktur atas meliputi perencanaan atap, balok, kolom, serta pelat lantai gedung. Sebaliknya struktur dasar meliputi perencanaan pondasi tiang pancang. Pembebanan yang ditinjau untuk perencanaan elemen struktur ialah beban mati, beban hidup, serta beban gempa.
3	Yusuf, H. Fathur Rohman. Jurnal Konstruksi, Vol. V, No. 2, April 2016	Analisis Perencanaan Gedung Aula Dan Rektorat Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon Menggunakan Struktur Beton SNI 2013	Berdasarkan data yang diperoleh dari Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon penulis meredesain sebuah aula dengan menggunakan material struktur beton yang terdiri dari tiga lantai. Analisis struktur ini menggunakan software SAP, material beton yang digunakan untuk balok dan kolom serta pelat lantai sedangkan struktur atap menggunakan baja. Profil yang digunakan untuk melayani beban sesuai dengan fungsi bangunan yaitu kolom 45x 45, balok 35 x 45, plat 13 cm dan atap baja 21 65 x 65.
4	Begi Sandi, Revian Body, Risma Apdeni, Juniman Silalahi Cived Jurusan Teknik Sipil, Vol. 5 No. 1, Maret 2018	Perencanaan Pembangunan Workshop & Gedung Aula Serbaguna Smk Negeri 4 Pariaman Berdasarkan Standar Nasional Pendidikan	Ada 2 bangunan yang direncanakan dengan luas lantai keseluruhan 1.540 m ² , terdiri workshop 2 lantai dan aula serbaguna 1 lantai. Kebutuhan ruang praktik untuk workshop adalah masing-masing 1 unit ruang kepala bengkel, ruang guru, ruang teknisi, pustaka jurusan, ruang belajar manual, ruang belajar komputer, ruang sholat, gudang, dan 3 unit toilet. Adapun kebutuhan aula serbaguna adalah ruang aula, panggung, 2 unit ruang ganti, 1 unit ruang kontrol, 6 unit toilet, dan lobby. Bangunan berlokasi di lahan eksisting SMK Negeri 4 Pariaman. Karakter bangunan diselaraskan dengan karakter bangunan yang sudah ada sebelumnya dan disesuaikan dengan fungsinya sebagai bangunan sekolah.
5	Dadhan Harusda, Fahmi Rizal Jurusan Teknik, Fakultas	Perancangan Aula Serbaguna Sekolah Menengah Kejuruan	Tahapan perancangan pertama pemrograman yaitu pengumpulan data-data terkait objek rancangan, perencanaan yaitu pengkajian data-data yang telah dihimpun dan memberikan pertimbangan-pertimbangan dari berbagai peraturan dan literatur hingga

	Teknik, Universitas Negeri Padang CIVED ISSN 2302-3341	Negeri Pariaman 1	proses merancang bangunan. Skema perencanaan meliputi kegiatan pemrograman, analisis data, penyusunankonsep dan perancangan desain.Data primer diperoleh dari survei lapangan dan wawancara, sedangkan data sekunder diperoleh dari hasil studi literatur.Teknik analisis makro berupa analisis tentang kawasan/tapak dan analisis mikro tentang objek perancangan.Hasil perancangan yaitu luas bangunan aula 1.200 m ² , terdiri dari 2 unit ruang kelas, 1 unit ruang guru, 2 unit ruang pimpinan, 1 unit ruang organisasi kesiswaan, 1 unit ruang rapat, 1 unit lapangan bulu tangkis, 1 unit gudang, 1 unit ruang ganti dan 4 unit jamban. Besar rencana anggaran biaya bangunan yaitu Rp 8.840.000.000,00-
--	---	-------------------------	--

2.2 Perencanaan Bangunan

Suatu bangunan yang berlantai banyak sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*Strenght*), kenyamanan (*Serviceability*), keselamatan (*Safety*), dan umur rencana bangunan (*Durability*). Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*Lower structure*) dan struktur atas (*Upper structure*). Struktur bawah (*Lower structure*) yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas (*Upper structure*) adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, Pelat, tangga. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur.

2.2.1 Struktur Bawah

Struktur bawah adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada dibawah permukaan tanah. Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban yang dipikul oleh bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Pondasi secara garis besar dibagi atas 2 bagian yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi. Pondasi dapat dikatakan pondasi dangkal apabila kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah kerasnya berada jauh dari permukaan tanah.

1. Jenis Dan Fungsi Pondasi

Untuk menentukan jenis, ukuran dan konstruksi pondasi harus memperhatikan jenis bangunan, beban bangunan, kondisi tanah, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhinya. Dikarenakan fungsi pondasi adalah meneruskan beban yang ada pada bangunan ke tanah sebagai pendukung bangunan, maka pondasi perlu diperhitungkan dengan sebaik-baiknya. Berdasarkan kemungkinan beban yang harus dipikul pondasi dibagi atas :

a. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal ini digunakan apabila lapisan tanah pada dasar pondasi mampu mendukung beban terletak relatif dekat dengan permukaan tanah.

Pondasi dangkal terbagi atas:

- 1) Pondasi telapak
- 2) Pondasi memanjang
- 3) Pondasi rakit

b. Pondasi dalam

Pondasi dalam digunakan apabila lapisan tanah dasar yang mampu mendukung beban terletak jauh dari permukaan tanah, terbagi atas:

- 1) Pondasi sumuran
- 2) Pondasi tiang Pemilihan jenis pondasi yang tepat perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:
 - a) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 2–3 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini bangunan bisa menggunakan pondasi telapak.
 - b) Apabila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 10 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini bisa menggunakan pondasi tiang apung.
 - c) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 20 meter dibawah permukaan tanah, maka pada kondisi ini apabila penurunannya diizinkan dapat menggunakan tiang geser dan apabila tidak boleh terjadi penurunannya, biasanya menggunakan tiang pancang, akan tetapi bila terdapat batu besar pada lapisan pemakaian caisson lebih menguntungkan.
 - d) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 30 meter dibawah permukaan tanah dapat menggunakan caisson terbuka, tiang

baja atau tiang yang dicor ditempat, akan tetapi bila tekanan atmosfer yang bekerja kurang dari 3 kg/cm^2 maka digunakan caisson tekanan.

- e) Apabila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 40 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini maka menggunakan tiang baja dan tiang beton yang dicor ditempat (Bowles J.E, 2016).

2.2.2 Struktur Atas

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri atas kolom, pelat, balok, dinding geser dan tangga, yang masing-masing mempunyai peran yang sangat penting. Aula di Desa Tanabang Ulu Kecamatan Muarakuang Kabupaten Ogan Ilir terdiri dari 1 lantai, dalam pengerjaan skripsi ini penulis akan membahas struktur atas yang terdiri dari kolom, balok dan pelat lantai.

1. Kolom

a. Pengertian Kolom

Kolom merupakan bagian vertikal dari suatu struktur rangka yang menerima beban tekan dan lentur. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. (Nawy, 2018) Keruntuhan pada struktur kolom merupakan suatu hal yang harus diperhatikan baik secara ekonomis maupun dari segi keselamatan manusia/pengguna. Karena itu, didalam merencanakan kolom perlu perhatian khusus yaitu dengan memberikan faktor keamanan (safety factor) yang lebih besar daripada elemen struktur lainnya seperti balok dan pelat, terlebih lagi keruntuhan

tekan yang terjadi pada kolom tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas.

b. Fungsi Kolom

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Perumpamaannya, kolom diibaratkan sebagai rangka tubuh manusia yang berfungsi untuk memastikan semua komponen tubuh dapat berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Struktur atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya.

Struktur dalam kolom dibuat dari baja dan beton. Keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan terhadap gaya tarik dan tekan. Baja adalah material yang tahan tarikan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan. Gabungan kedua material ini dalam struktur beton memungkinkan kolom atau bagian struktural lain seperti sloof dan balok dapat menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

c. Jenis-jenis Kolom

Jenis kolom berdasarkan bentuk dan macam penulangannya dapat dibagi menjadi empat katagori yaitu:

- 1) Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan sengkang yang berbentuk spiral.
- 2) Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang persegi.
- 3) Kolom komposit spiral yaitu gabungan antara beton bertulang dan baja profil sebagai pengganti tulangan di dalamnya.
- 4) Kolom komposit segi empat yaitu gabungan antara beton bertulang dan profil baja sebagai pengganti tulangan didalamnya.

Kolom segi empat bersengkang merupakan jenis kolom yang paling banyak digunakan karena murah dan mudah dalam pembuatannya. Walaupun demikian kolom bundar dengan penulangan spiral terkadang digunakan juga, terutama untuk kolom yang memerlukan daktilitas cukup tinggi untuk daerah rawan gempa.

2. Balok

a. Pengertian Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen menuju struktur kolom. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser.

b. Fungsi Balok

Fungsi balok antara lain:

- 1) Meneruskan beban dinding ke kolom
- 2) Sebagai pengikat kolom
- 3) Menambah kekuatan lentur pada pelat
- 4) Menambah kekuatan horizontal pada struktur

c. Jenis – jenis Balok

Beberapa jenis balok antara lain:

- 1) Balok sederhana bertumpu pada kolom diujung-ujungnya, dengan satu ujung bebas berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai dari semua reaksi, pergeseran dan momen untuk balok sederhana adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.
- 2) Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada satu ujung tetap.
- 3) Balok teritisan adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.
- 4) Balok dengan ujung-ujung tetap (dikaitkan kuat) menahan translasi dan rotasi.
- 5) Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang ditopang oleh teritisan dari dua bentang dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol.
- 6) Balok kontinu memanjang secara menerus melewati lebih dari dua kolom tumpuan untuk menghasilkan kekakuan yang lebih besar dan momen yang

lebih kecil dari serangkaian balok tidak menerus dengan panjang dan beban yang sama.

3. Pelat lantai

a. Pengertian Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh:

- 1) Besar lendutan yang diinginkan.
- 2) Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung.
- 3) Bahan material konstruksi dan pelat lantai.

Pelat lantai direncanakan kaku, rata, lurus dan waterpass (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), pelat lantai dapat diberi sedikit kemiringan untuk kepentingan aliran air. Pelat lantai merupakan suatu struktur solid tiga dimensi dengan bidang permukaan yang lurus, datar dan ketebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain. Struktur pelat dapat dimodelkan dengan elemen 3 dimensi yang mempunyai tebal (h), panjang (b), dan lebar (a).

Adapun fungsi dari pelat lantai adalah untuk menerima beban yang akan disalurkan ke struktur lainnya. Material yang digunakan pada pelat lantai adalah beton bertulang yang diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat menggunakan kawat bendrat, serta tidak menempel pada permukaan pelat baik bagian bawah maupun atas. Adapun ukuran diameter, jarak

antar tulangan, posisi tulangan tambahan bergantung pada bentuk pelat, kemampuan yang diinginkan untuk pelat menerima lendutan yang diijinkan.

b. Fungsi Pelat Lantai

Adapun fungsi pelat lantai adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai pemisah ruang bawah dan ruang atas.
- 2) Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas.
- 3) Untuk menempatkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah.
- 4) Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah.
- 5) Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal.

c. Jenis – jenis Pelat Lantai

Ada berbagai jenis Pelat lantai berdasarkan tumpuannya, perletakannya dan system penulangannya. Jenis – jenis Pelat lantai berdasarkan tumpuannya sebagai berikut:

- 1) Monolit, yaitu pelat dengan balok cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
- 2) Ditumpu dinding-dinding/tembok bangunan.
- 3) Didukung oleh balok-balok baja dengan system komposit.
- 4) Didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan pelat cendawan.

Jenis – jenis Pelat lantai berdasarkan perletakannya adalah sebagai berikut:

- 1) Terletak bebas Jika pelat diletakan begitu saja diatas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.
- 2) Terjepit elastis Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi.
- 3) Terjepit penuh Jika Pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar sehingga mampu untuk mencegah terjadinya rotasi Pelat.

Jenis – jenis Pelat lantai berdasarkan system penulangannya sebagai berikut:

- 1) Penulangan pelat satu arah (*one way slab*) Konstruksi pelat satu arah dengan tulangan pokok satu arah ini dijumpai jika Pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur padabentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat Kantilever (*Luifel*) dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan sejajar.
- 2) Penulangan pelat dua arah (*two-way slab*) Konstruksi pelat dua arah dengan tulangan pokok dua arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. Pada tinjauan Pelat lantai ini sitem penulangan Pelat yang di pakai adalah pelat dua arah ini.

2.3 Material

Pada umumnya untuk gedung seperti aula, material yang di pakai dalam konstruksinya terdiri dari beton dan baja saja.

1. Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan(admixture). Bahan-bahan dasar beton, yaitu air, semen – portland dan agregat (halus dan kasar). Bahan-bahan yang setelah dicampur merata (warnanya seragam) menghasilkan suatu campuran yang plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang ke dalam cetakan, untuk membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi keras / padat (Tjokrodimuljo, 2019).

Sifat dan Karakteristik Beton Sifat dan karakteristik beton antara lain sebagai berikut:

- a. Beton mempunyai tegangan tekan yang tinggi.
- b. Tegangan tarik yang dimiliki oleh beton sangat rendah.
- c. Beton juga tidak bisa diterapkan pada konstruksi yang menahan momen lengkung.
- d. Jika dipaksakan memikul gaya tarik, beton akan mengalami keretakan.
- e. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang dipakai.
- f. Beton akan mencapai kekuatan penuh setelah berumur 28 hari.
- g. Beton merupakan material murah yang bisa dimanfaatkan untuk menahan beban tekan.
- h. Beton memiliki tingkat kekakuan yang tinggi.

- i. Beton mempunyai daya ketahanan yang baik terhadap api.
- j. Beton tidak terlalu membutuhkan perawatan yang intensif.
- k. Seiring berjalannya waktu, beton akan mengalami pengurangan volume akibat susut dan rangkai.
- l. Beton adalah bahan bangunan yang memiliki bobot termasuk sangat berat.
- m. Struktur yang terbuat dari beton mampu bertahan hingga mencapai lebih dari 50 tahun.
- n. Pada masa perkerasan, beton rentan mengalami keretakan.
- o. Tulangan baja yang ditanamkan dalam beton akan meningkatkan kekuatan tariknya.

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

2. Baja Tulangan

Baja tulangan merupakan baja yang dipakai dalam konstruksi beton atau yang lebih dikenal dengan konstruksi beton bertulang. Beton kuat terhadap gaya tekan, tetapi lemah terhadap gaya tarik. Oleh sebab itu, diperlukan baja tulangan untuk menahan gaya tarik.

a. Sifat Fisik Baja Tulangan

Sifat fisik batang tulangan baja yang penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan leleh (f_y) dan modulus elastisitas (E_s). Tegangan leleh baja ditentukan melalui prosedur pengujian

standar sesuai SNI 0136-84. Tegangan leleh adalah tegangan baja pada saat mana meningkatnya tegangan, tidak disertai lagi dengan peningkatan regangannya. Modulus elastisitas baja ditentukan berdasarkan kemiringan awal kurva tegangan – regangan di daerah elastis. Ketentuan SNI 03-2846-2002 menetapkan nilai $E_s = 200.000 \text{ MPa}$.

Baja tulangan untuk konstruksi beton bertulang ada bermacam macam jenis dan mutu tergantung dari pabrik yang membuatnya. Ada dua jenis baja tulangan, tulangan polos (Plain bar) dan tulangan ulir (*Deformed bar*). Sebagian besar baja tulangan yang ada di Indonesia berupa tulangan polos untuk baja lunak dan tulangan ulir untuk baja keras. Beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu tanpa mengalami keretakan. Oleh karena itu, agar beton dapat bekerja dengan baik dalam sistem struktur, beton perlu dibantu dengan memberinya perkuatan penulangan yang berfungsi menahan gaya tarik.

Penulangan beton menggunakan bahan baja yang memiliki sifat teknis yang kuat menahan gaya tarik. Baja beton yang digunakan dapat berupa batang baja lonjoran atau kawat rangkai las (wiremesh) yang berupa batang-batang baja yang dianyam dengan teknik pengelasan. Baja beton dikodekan berurutan dengan: huruf BJ (baja), TP (tulangan polos) dan TD (tulangan deformasi/ ulir).

Angka yang terdapat pada kode tulangan menyatakan batas leleh karakteristik yang dijamin. Baja beton BJTP 24 dipasok sebagai baja beton polos, dan bentuk dari baja beton BJTD 40 adalah deform atau dipuntir. Baja beton yang dipakai dalam bangunan harus memenuhi norma persyaratan terhadap metode pengujian dan pemeriksaan untuk bermacam macam mutu baja beton

menurut Tabel. SNI menggunakan simbol BJTP (Baja Tulangan Polos) dan BJTD (Baja Tulangan Ulir). Baja tulangan polos yang tersedia mulai dari mutu BJTP -24 hingga BJTP – 30, dan baja tulangan ulir umumnya dari BJTD – 30 hingga BJTD 40. Angka yang mengikuti simbol ini menyatakan tegangan leleh karakteristik materialnya. Sebagai contoh BJTP – 24 menyatakan baja tulangan polos dengan tegangan leleh material 2400kg/cm^2 (240 MPa).

Secara umum berdasarkan SNI 03-2847-2002 tentang Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, baja tulangan yang digunakan harus tulangan ulir. Baja polos diperkenankan untuk tulangan spiral atau tendon. Di samping mutu baja beton BJTP 24 dan BJTD 40 seperti yang ditabelkan itu, mutu baja yang lain dapat juga spesial dipesan (misalnya BJTP 30). Tetapi perlu juga diingat, bahwa waktu didapatnya lebih lama dan harganya jauh lebih mahal. Guna menghindari kesalahan pada saat pemasangan, lokasi penyimpanan baja yang spesial dipesan itu perlu dipisahkan dari baja Bj.Tp 24 dan Bj.Td 40 yang umum dipakai. Sifat-sifat fisik baja beton dapat ditentukan melalui pengujian tarik. Sifat fisik tersebut adalah: kuat tarik (f_y) ,batas luluh/leleh, regangan pada beban maksimal, modulus elastisitas/ konstanta material (E_s)

b. Tulangan Polos

Baja tulangan ini tersedia dalam beberapa diameter, tetapi karena ketentuan SNI hanya memperkenankan pemakaiannya untuk sengkang dan tulangan spiral, maka pemakaiannya terbatas. Saat ini tulangan polos yang mudah dijumpai adalah hingga diameter 16 mm, dengan panjang 12 m.

c. Tulangan Ulir

Berdasarkan SNI, baja tulangan ulir lebih diutamakan pemakaiannya untuk batang tulangan struktur beton. Hal ini dimaksudkan agar struktur beton bertulang tersebut memiliki keandalan terhadap efek gempa, karena akan terdapat ikatan yang lebih baik antara beton dan tulangannya.

2.4 Rencana Anggaran Biaya

2.4.1 Pengertian Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah nilai estimasi biaya yang harus disediakan untuk pelaksanaan sebuah kegiatan proyek. Adapun beberapa praktisi mendefinisikan Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebagai berikut: Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perkiraan nilai uang dari suatu kegiatan (proyek) yang telah memperhitungkan gambar-gambar bestek serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, buku analisis, daftar susunan rencana biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan (J. A. Mukomoko, 2005). Menurut Sugeng Djojowiriono (2009), Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Menurut Firmansyah (2011:25) dalam bukunya Rancang Bangun Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Dalam Pembangunan Rumah. Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan. John W. Niron dalam bukunya Pedoman Praktis Anggaran dan

Borongan Rencana Anggaran Biaya Bangunan (1992), Rencana Anggaran Biaya (RAB) mempunyai pengertian sebagai berikut:

Rencana: Himpunan planning termasuk detail dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan.

Anggaran: Perhitungan biaya berdasarkan gambar bestek (gambar rencana) pada suatu bangunan.

Biaya: Besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan yang ada.

Perhitungan rencana anggaran biaya ini bertujuan untuk mengetahui jumlah biaya yang dibutuhkan, mengontrol pengeluaran per item pekerjaan, mencegah adanya keterlambatan atau pemberhentian pekerjaan, dan meminimalisir pemborosan biaya yang mungkin terjadi pada saat dilaksanakannya pekerjaan. Dalam perhitungan atau penaksiran biaya pelaksanaan biasanya berdasarkan gambar-gambar dan spesifikasi yang ada, meliputi:

- a. Metode Unit (satuan) Metode ini adalah metode harga tunggal yang didasarkan pada persamaan fungsional dari proyek konstruksi bangunan yang akan dibuat.
- b. Metode Luas Metode luas adalah perkiraan biaya berdasarkan luas bangunan dengan mengacu pada bangunan yang mempunyai karakteristik yang sama.
- c. Metode Kubik Metode kubik adalah metode harga satuan yang didasarkan pada biaya per meter kubik dari bangunan.

d. *Metode Bill of Quantity*

Metode Bill of Quantity adalah metode yang paling teliti dalam memperkirakan harga satuan pekerjaan, tetapi metode ini biasa dilakukan setelah perencanaan lengkap dengan perinciannya.

Hal-hal yang diperlukan dalam perhitungan RAB adalah sebagai berikut:

- a. Ketepatan dalam memperhitungkan kebutuhan bahan dan harganya.
- b. Ketelitian dalam menghitung jumlah tenaga kerjanya
- c. Faktor kalibrasi yang digunakan
- d. Harga satuan yang digunakan sebaiknya menggunakan harga satuan pekerjaan dari daerah tempat proyek tersebut.

2.4.2 Penyusunan Anggaran Biaya

Proses penyusunan Anggaran Biaya pada suatu bangunan memerlukan adanya perhitungan volume pekerjaan per satuan pekerjaan dan analisa harga satuan pekerjaan yang berlaku pada tahun dan lokasi rencana pekerjaan. Suatu anggaran biaya tidak lepas dari adanya gambar berstek serta syarat-syarat analisa konstruksi yang digunakan sesuai kebutuhan perencanaan. Menurut Ir. A. Soedradjat Sastraatmadja, 1984, dalam bukunya "Analisa Anggaran Pelaksanaan", bahwa Rencana Anggaran Biaya (RAB) dibagi menjadi dua, yaitu rencana anggaran biaya kasar dan rencana anggaran terperinci.

1. Anggaran Biaya Kasar

Perhitungan anggaran biaya kasar berpedoman pada harga satuan per meter persegi (m²) atau harga satuan permeter kubik (m³) apabila beserta isi ruang. Namun yang lebih sering digunakan adalah harga satuan per meter persegi

(m2). Anggaran biaya kasar biasanya hanya sebagai pedoman perhitungan secara cepat sehingga bersifat sementara sebelum melakukan perhitungan anggaran biaya secara teliti. Faktor yang mempengaruhi perhitungan anggaran biaya kasar antara lain jenis bangunan rencana, jumlah lantai, jenis konstruksi, luasan bangunan, dan lokasi rencana didirikan bangunan. Dalam perhitungan rencana anggaran biaya kasar, tidak dapat diketahui adanya harga per item pekerjaan sehingga pada saat pelaksanaan pekerjaan akan lebih sulit mengontrol pengeluaran biaya.

2. Anggaran Biaya Terperinci

Sedangkan perhitungan anggaran biaya terperinci adalah perhitungan rencana anggaran biaya yang disusun dengan cermat sesuai urutan pekerjaan per item pekerjaan yang ada. Pada perhitungan anggaran biaya terperinci terdapat adanya spesifikasi teknis mutu bahan dan syarat-syarat pekerjaan, volume masing-masing item pekerjaan, dan harga satuan pekerjaan yang dihitung berdasarkan perhitungan analisa *Burgelijke Openbare Welken* (BOW). Proses penyusunan suatu anggaran biaya secara runtut diperlukan beberapa tahapan perhitungan berdasarkan gambar serta syarat-syarat analisa pekerjaan. Berikut merupakan tahap analisis perhitungan rencana anggaran biaya.

2.4.3 Macam-Macam Daftar Analisa Perhitungan Biaya

Analisa adalah suatu perumusan yang berguna untuk menetapkan harga dan upah masing-masing dalam bentuk satuan. Berikut ini adalah macam-macam daftar analisa harga yang sering digunakan dalam perhitungan Anggaran Biaya oleh Estimator, antara lain :

1. Daftar Analisa B.O.W Daftar Analisa B.O.W adalah daftar analisa pertama yang didalamnya terdapat perhitungan harga dan upah untuk mendapatkan harga suatu pekerjaan.
2. Daftar Analisa SNI Daftar analisa SNI adalah daftar analisa perhitungan biaya yang telah dilakukan dan ditetapkan didalam standar nasional Indonesia.
3. Analisa Modifikasi (EI) Daftar analisa EI adalah daftar analisa perhitungan biaya yang dibuat oleh pihak Dinas Pekerjaan Umum (DPU) yang didalamnya telah dibakukan sebagai daftar analisa perhitungan biaya beserta pekerjaan.

2.4.4 Hal-hal Pokok Dalam Menghitung Estimasi Biaya

Sebelum menghitung estimasi biaya ada beberapa hal pokok yang penting dan harus sangat diperhatikan, antara lain :

1. Bahan-bahan Membuat daftar jenis dan harga bahan yang akan digunakan dalam suatu pekerjaan, dimana harga bahan yang dibuat merupakan harga bahan yang akan digunakan pada lokasi pekerjaan.
2. Harga Upah Panjangnya jam kerja untuk para pekerja dan jenis pekerjaan tersebut sangatlah berpengaruh bagi upah pekerja.
3. Peralatan Membuat daftar untuk alat-alat yang akan digunakan dalam pekerjaan tersebut serta biaya total sewa alat yang akan dipergunakan dalam pekerjaan.

4. Biaya Tak terduga (Overhead) Biaya tak terduga adalah biaya yang tidak dimasukkan kedalam suatu jenis pekerjaan dan tidak dapat ditagihkan pada sebuah proyek.
5. Keuntungan (Profit) Jasa pekerjaan konstruksi atau juga dinamakan dengan keuntungan pelaksanaan haruslah dihitung dalam rencana anggaran biaya, yang tetapi tidak boleh ditampilkan dalam rencana anggaran biaya, yang tetapi tidak boleh ditampilkan dalam rencana anggaran biaya tersebut. Besarnya keuntungan yang diperoleh adalah sebesar biaya proyek yang akan dilaksanakan nantinya.

2.4.5 Kondisi Yang Mempengaruhi Estimasi Biaya

Estimasi biaya disiapkan dengan mengevaluasi seluruh element pekerjaan. Disamping itu estimasi biaya masih dapat dipengaruhi oleh kondisi- kondisi penting yang umum dan berkaitan dengan produktivitas kerja, antara lain :

1. Produktivitas tenaga kerja Produktivitas tenaga kerja adalah volume pekerjaan yang dapat dihasilkan oleh seorang atau kelompok pekerja dalam satuan waktu, makin besar produktivitas, maka makin cepat pekerjaan tersebut diselesaikan, yang berarti makin cepat pekerjaan diselesaikan. Hal ini berkaitan dengan jumlah upah yang dibayarkan, namun juga perlu analisis yang lebih mendalam karena dengan produktivitas semakin besar harga satuan upah tenaga kerja juga semakin mahal.
2. Ketersediaan Material Semakin langka material di pasaran, maka semakin mahal harga yang ditawarkan, ataupun jika diperlukan waktu pemesanan yang lebih lama, dengan biaya yang akan dibebankan kepada konsumen.

3. Pasar Finansial Nilai kurs akan mempengaruhi indeks harga tenaga kerja, maupun sumber daya proyek lain.
4. Cuaca Pelaksanaan proyek konstruksi yang dimungkinkan dikerjakan dalam waktu yang relatif lama akan sangat mempengaruhi biaya suatu pekerjaan. Misalnya pekerjaan beton yang dilaksanakan pada musim hujan, akan menambah biaya pembelian bahan pelindung beton setelah pengecoran.
5. Masalah Konstruksibilitas Kesulitan ataupun menggunakan metode yang belum pernah dilaksanakan, maka faktor resiko akan menjadi lebih tinggi, sehingga biaya akan makin mahal.
6. Biaya Tak Terduga (Overhead) Biaya tak terduga adalah biaya yang tidak dimasukkan kedalam suatu jenis pekerjaan dan tidak dapat ditagihkan pada sebuah proyek. Oleh sebab itu, overhead sangatlah penting pada perhitungan estimasi biaya. Ada 2 (dua) jenis biaya tak terduga yaitu:
 - a. Biaya Tak Teduga Umum Yang termasuk dalam biaya ini misalnya: sewa kantor, pasang listrik, pasang telpon, pajak bunga bank dan lain-lain.
 - b. Biaya Tak Terduga Proyek Biaya tak terduga proyek adalah biaya yang dibebankan kepada proyek, tetapi tidak dapat dibebankan kepada biaya bahan, upah maupun yang lainnya. Yang termasuk dalam biaya ini adalah: jamsostek, pembuatan dokumen kontrak dan lain-lain

2.4.6 Resiko Dalam Estimasi Biaya

Estimator harus dapat mengidentifikasi sesuatu yang banyak yang dapat mengandung resiko atau ketidakpastian dalam estimasinya sendiri. Dan sebagian contoh dalam sebuah identifikasi resiko dalam sebuah proyek antara lain :

1. Mempelajari dokumen yang berhubungan dengan proyek termasuk dokumen yang direferensikan dalam dokumen kontrak.
2. Melakukan tinjauan ke lokasi proyek sebelum melakukan penawaran.
3. Membuat jadwal konstruksi sebelum penawaran.
4. Menyelidiki kemampuan keuangan dan etika bisnis pemilik proyek.
5. Memilih subkontraktor dan supplier yang tepat.
6. Mengidentifikasi reaksi terhadap masyarakat terhadap suatu proyek.
7. Mendapatkan kepastian bahwa sumber daya yang tersedia dalam pembangunan proyek.
8. Membuat strategi untuk mendapatkan proyek tersebut.
9. Mengidentifikasi dan memahami klausa-klausa spesifikasi yang dapat menjadikan resiko tambahan atau khusus pada kondisi tertentu oleh kontraktor yang terkadang tidak terduga dan masuk dalam biaya tambahan.
10. Mengidentifikasi persyaratan-persyaratan pemerintah.
11. Mengidentifikasi gangguan lingkungan yang berhubungan dengan proyek dan mengkaji ulang pola musim daerah tersebut.
12. Mengidentifikasi lokasi pembuangan dan penyelidikan tanah di lokasi proyek.
13. Mengidentifikasi metode konstruksi.
14. Analisis terhadap pekerjaan sub kontraktor untuk memastikan seluruh pekerjaan telah tercakup di dalamnya.

2.5 Tatalaksana Proyek

Tahap pelaksanaan di lapangan dimulai sejak ditetapkannya pemenang lelang dan diawali dengan menerbitkan Surat Perintah Kerja serta penyerahan lapangan dengan segala keadaannya kepada kontraktor. Kontraktor mengawali kegiatannya dengan mengeluarkan surat pemberitahuan saat mulai bekerja yang sekaligus memuat informasi mengenai organisasi dan petugas lapangannya. Kemudian dimulailah pekerjaan-pekerjaan persiapan, pengujian material, survei pengukuran dan persiapan pula tata cara dan prosedur penanganan masalah-masalah administratif. Selanjutnya perlu mengembangkan jadwal rencana kerja menjadi jadwal yang lebih terinci.

Pengembangan jadwal rencana kerja harus mampu mengantisipasi kemungkinan munculnya permasalahan dan hambatan, termasuk memperhitungkan jalan keluarnya. Jadwal rencana detail berlaku sebagai kerangka induk untuk dijabarkan lebih rinci lagi dalam bentuk jadwal pengadaan material, alat-alat dan tenaga kerja, jadwal penagihan, pembayaran prestasi dan penyusunan arus kas. Kemudian perlu ditetapkan pedoman praktis mekanisme dalam rangka mewujudkan sistem pengelolaan, koordinasi, pengendalian dan pemeriksaan pekerjaan kontraktor sampai sedetail mungkin.

Secara garis besar tahapan proyek konstruksi dapat dibagi menjadi tahap perencanaan (*“planning”*), tahap perancangan (*“design”*), Tahap pengadaan/pelelangan/tender dan Tahap pelaksanaan (*“construction”*).

2.5.1 Tahap Perencanaan (“*Planning*”)

Merupakan penetapan garis-garis besar rencana proyek, mencakup: rekrutmen konsultan (MK, perencana) untuk menerjemahkan kebutuhan pemilik, pembuatan “*Term Of Reference*” (TOR), survey, studi kelayakan (“*feasibility studies*”) proyek, pemilihan “*design*”, program dan “*budget*”. Di sini merupakan tahap penjelasan (“*briefing*”), studi, evaluasi dan program yang mencakup hal-hal teknis, ekonomis, lingkungan, dan lain-lain. Hasil dari tahap ini adalah:

1. Laporan survey.
2. Studi kelayakan
3. Program dan budget.
4. TOR (“*Term of Reference*”).
5. Master plan.

2.5.2 Tahap Perancangan (“*Design*”)

Tahap perancangan terdiri dari:

1. Tahap Pra Rancangan (“*Preliminary Design*”)

Mencakup kriteria disain, skematik disain, diagram “*block plan*”, rencana tapak, potongan, denah, gambar situasi/site plane tata ruang, estimasi (secara global)

2. Pengembangan Rancangan (“*Development Design*”)

Merupakan tahap pengembangan dari pra rancangan yang sudah dibuat dan perhitungan-perhitungan yang lebih detail, mencakup:

- a. Perhitungan-perhitungan disain (struktural maupun non struktural) secara terinci.

- b. Gambar-gambar detail (gambar arsitektur, elektrik, struktur, mekanikal, dan sebagainya)
 - c. “*Outline specification*” (garis besar)
 - d. Esstimasi biaya untuk konstruksi secara lebih terinci.
3. Tahap Rancangan akhir dan penyiapan dokumen pelaksanaan (“*final design & construction document*”) Merupakan tahap akhir dari perencanaan dan persiapan untuk tahap pelelangan mencakup :
- a. Gambar-gambar detail, untuk seluruh bagian pekerjaan
 - b. Detail spesifikasi
 - c. Daftar volume (“*bill of quantity*”)
 - d. Estimasi biaya konstruksi (secara rinci)
 - e. Syarat-syarat umum administrasi dan peraturan umum (dokumen lelang)

2.5.3 Tahap Pengadaan/Pelelangan/Tender

Pengadaan/pelelangan dilakukan untuk:

1. Pengadaan konsultan
 - a. Konsultan MK/Perencana setelah gagasan awal/TOR ada.
 - b. Konsultan Pengawas/supervise setelah dokumen lelang ada.
2. Pengadaan kantraktor setelah dokumen lelang ada.

2.5.4 Tahap Pelaksanaan (“*Construction*”)

Tahap ini merupakan tahap pelaksanaan pembangunan konstruksi fisik yang telah dirancang. Pada tahap ini, setelah kontrak ditandatangani, SPK dikeluarkan, maka pekerjaan pelaksanaan dilakukan yang mencakup:

1. Rencana kerja ("*time schedule*")
2. Pembagian waktu secara rinci
3. Rencana lapangan ("*site plan/installation*"), rencana perletakkan bahan, alat dan bangunanbangunan pembantu lainnya
4. Organisasi lapangan
5. Pengadaan bahan/material
6. Pengadaan dan mobilisasi alat
7. Pengadaan dan mobilisasi tenaga
8. Pekerjaan persiapan dan pengukuran ("*stake out*")
9. Gambar kerja ("*shop drawing*")