

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, penulis memaparkan penelitian terdahulu oleh beberapa peneliti sebelumnya yang relevan dengan permasalahan yang diteliti sebagai acuan dalam melakukan penelitian.

1. Perbandingan Rencana Anggaran Biaya dan Biaya Riil Proyek

Jurnal dengan judul “Analisis Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan berdasarkan Rencana Anggaran Biaya dan Biaya Riil Proyek Pengurukan Siring Saluran RT 4 Desa Tabunganen Tengah” merupakan jurnal yang diteliti oleh Vaniya Sintia Shalyta, terbit Universitas Islam Kalimantan. Penelitian ini menggunakan perhitungan biaya riil proyek. Data-data yang digunakan pada penelitian ini yaitu harga satuan upah, bahan dan alat dan mengambil dokumentasi dilapangan. Metode biaya riil proyek menggunakan metode borongan. Harga satuan pekerja borongan didapatkan pada saat wawancara dengan pihak proyek. Analisis data dilakukan dengan cara menghitung volume pekerjaan dan melakukan wawancara terhadap pihak pelaksana proyek mengenai harga satuan bahan, upah dan alat. Kemudian mengalikan volume dengan harga satuan yang telah didapat. Hasil dari penelitian ini terdapat perbedaan biaya antara rencana anggaran biaya dan biaya riil proyek. Rencana anggaran biaya senilai Rp135.909.904 sedangkan biaya riil proyek senilai Rp117.595.000, terdapat selisih sebesar Rp18.314.904 dengan persentase 13,48%.

2. Perbandingan antara RAB dan RAP

Jurnal dengan judul “Perbandingan antara RAB dan RAP pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum (RSUD) Kota Depok” yang disusun oleh Diah Pitaloka dan Indartono Rivai (2020), Universitas Jayabaya Jakarta Timur. Penelitian ini membandingkan rencana anggaran biaya dengan rencana anggaran pelaksanaan. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yakni ingin mengetahui besaran rencana anggaran pelaksanaan pekerjaan struktural dan ingin mengetahui besar keuntungan yang diperoleh oleh kontraktor selaku pelaksana proyek pada pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kota Depok. Metode pengambilan data dilakukan dengan survey, pengamatan langsung dan studi

literatur. Data penelitian yang digunakan antara lain data dokumentasi lapangan, gambar pelaksanaan, rencana anggaran biaya, daftar harga satuan dan analisa pekerjaan, data bahan atau material bangunan, rencana kerja syarat, kurva S dan data lainnya yang digunakan yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk melakukan penelitian. Analisis data yang dilakukan yaitu dengan menghitung kebutuhan bahan untuk mendapatkan koefisien pengali pada analisa harga satuan. Lalu menghitung rasio perbandingan dengan rumus sederhana untuk mengetahui berapa persen perbedaan dari rencana anggaran biaya dan anggaran pelaksanaan.

Hasil dari penelitian yaitu besar rencana anggaran pelaksanaan pada pekerjaan struktural senilai Rp8.862.806.052,33. Besar keuntungan yang diperoleh oleh kontraktor sebesar Rp1.458.279.618,08. Penelitian ini mendapatkan bahwa pada perhitungan perbandingan rencana anggaran biaya dan rencana anggaran pelaksanaan terdapat beberapa faktor yang memengaruhi perbedaan perbandingan antara lain harga bahan material, kuantitas bahan, upah pekerja, koefisien analisis harga satuan pekerjaan dan harga alat.

3. Perbandingan Rencana Anggaran biaya dengan Anggaran Pelaksanaan

Jurnal dengan judul “Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya dengan Anggaran Pelaksanaan Proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara” disusun oleh Brando Munaiseche, Tisano Tj. Arsjad dan D.R.O Walangitan (2022) Universitas Sam Ratulangi. Penelitian ini membandingkan rencana anggaran biaya dengan anggaran pelaksanaan (biaya nyata) menggunakan perhitungan analisa Standar Nasional Indonesia (SNI). Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbandingan antara Rencana Anggaran Biaya dengan Rencana Anggaran Pelaksanaan. Pengambilan dilakukan dengan cara survey dilapangan, wawancara dan studi literatur. Data yang digunakan untuk mendukung penelitian ini yakni Rencana Anggaran Biaya daftar harga satuan upah, bahan dan alat dilapangan, analisa harga satuan Standar Nasional Indonesia (SNI), gambar rencana dan dokumentasi proyek. Hasil dari penelitian ini bahwa analisa nilai pada Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp6.210.300.000 sedangkan pada anggaran pelaksanaan (biaya nyata) sebesar Rp5.949.400.000. Selisih harga dari Rencana Anggaran Biaya dengan anggaran pelaksanaan (biaya nyata) adalah

Rp260.800.000. Anggaran pelaksanaan lebih kecil dibandingkan dari Rencana Anggaran Biaya.

4. Perbandingan RAB Proyek dengan RAB Permen PUPR dan Biaya Riil

Tugas akhir oleh Ratri Kumala Sari (2018) dengan judul “Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Proyek dengan Permen PUPR 28/PRT/M/2016 dan Penggunaan Biaya Riil Pelaksanaan” di Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta bertujuan mengetahui besar selisih perbedaan dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan pada proyek perumahan Griya Maliyan, Magelang Jawa Tengah. Jenis penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data diperoleh dengan observasi langsung dilapangan, data yang didapatkan berupa angka dan informasi yang kemudian diolah lalu akan ditabelkan dan dilakukan pembahasan. Pekerjaan yang diamati yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, pekerjaan dinding, pekerjaan plesteran, pekerjaan sanitasi, pekerjaan kunci, pekerjaan keramik dan pekerjaan pengecatan. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu RAB Proyek, item pekerjaan, volume per item pekerjaan, harga satuan pekerjaan dan bahan, pedoman Permen PUPR 28/PRT/M/2016. Analisa data dilakukan dengan menghitung Rencana Anggaran Biaya menggunakan pedoman Permen PUPR tahun 2016. Sedangkan untuk perhitungan riil lapangan digunakan metode borongan dimana pekerja mendapat upah sebesar volume pekerjaan yang dikerjakan dan untuk harga bahan bangunan didapatkan dari toko bangunan disekitar proyek. Harga satuan pekerja borongan didapatkan pada saat wawancara dilapangan dengan pihak pelaksana proyek.

Hasil dari penelitian ini adalah tidak semua item pekerjaan menguntungkan tetapi ada juga yang merugikan walaupun untuk hasil akhir tetap menguntungkan. Besar selisih antara RAB proyek dengan RAB Permen PUPR sebesar Rp2.438.685, besar selisih antara RAB proyek dengan biaya riil sebesar Rp16.998.112. Faktor-faktor yang menjadi pembeda yakni upah pekerja, harga bahan, kuantitas pekerja, harga alat, perbedaan pelaksanaan dan koefisien pekerja.

2.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi yaitu suatu rangkaian kegiatan untuk mencapai tujuan (bangunan atau konstruksi) dengan batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi akan selalu membutuhkan sumber daya yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu) (Kerzner, 2009).

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilakukan dan umumnya berjangka pendek. Dalam rangkaian tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan (Ervianto, 2002).

Ervianto (2002) proyek konstruksi memiliki 3 (tiga) karakteristik yaitu:

- a. Proyek bersifat unik, karena setiap kegiatan proyek di tempat lain akan sangat berbeda dengan proyek yang dilakukan di tempat lain pula. Jika terjadi kesamaan, tidak akan seluruh kegiatannya akan sama pula. Dan tentu waktu yang diperlukan akan berbeda pula.
- b. Membutuhkan sumber daya (*resouce*), karena dari sumber daya tersebutlah sebuah proyek dapat dilaksanakan dan mendapatkan hasil dari pelaksanaannya dimana hal tersebut memerlukan sumber daya.
- c. Membutuhkan organisasi, dengan adanya organisasi akan mudah dalam menempatkan sumber daya, khususnya sumber daya manusia sesuai kebutuhan objek pekerjaan berdasarkan keahlian yang berbeda-beda.

1. Jenis-jenis Proyek

Masing-masing proyek biasanya mempunyai karakteristik sendiri dalam hal kegiatan yang dilakukan, tujuan dan sasaran, serta produk akhir. Berikut ini diuraikan jenis proyek berdasarkan komponen kegiatan utama dan produk akhir (Abrar, 2011):

- a. Proyek konstruksi, kegiatan utamanya adalah studi kelayakan, *design engineering*, pengadaan dan konstruksi. Hasilnya berupa pembangunan jembatan, gedung, pelabuhan, jalan raya, dan sebagainya.
- b. Proyek industri manufaktur, kegiatan utamanya adalah *design engineering*, pengembangan produk, pengadaan, manufaktur, perakitan, uji coba terhadap

produk serta pemasaran. Produknya dapat berupa kendaraan, alat elektronik, bahan tekstil, pakaian, dan sebagainya.

- c. Proyek penelitian dan pengembangan, kegiatan utama pada proyek ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu. Proses pelaksanaan serta lingkup kerja yang dilakukan sering mengalami perubahan untuk menyesuaikan dengan tujuan akhir proyek. Tujuan proyek dapat berupa memperbaiki atau meningkatkan produk, pelayanan, atau metode produksi.
- d. Proyek pelayanan manajemen, proyek ini berkenaan dengan kegiatan-kegiatan spesifik suatu perusahaan di mana produk akhirnya berupa jasa atau dalam bentuk nonfisik. Laporan akhir dari proyek dapat dipakai oleh perusahaan pemilik proyek sebagai rekomendasi untuk pedoman pelaksanaan, standar operasional prosedur dari zona pekerjaan, serta efisiensi pengelolaan suatu pekerjaan. Contoh jenis proyek ini adalah proyek pengembangan sistem informasi perusahaan, perbaikan efisiensi kinerja perusahaan, dan sebagainya.
- e. Proyek infrastruktur, proyek ini biasanya berkaitan dengan penyediaan kebutuhan masyarakat secara luas dalam hal prasarana transportasi, pembangunan waduk pembangkit tenaga listrik, pengairan sawah, sarana instalasi telekomunikasi dan penyediaan sumber air minum.

2. Unsur-unsur Pelaksana Proyek

Dalam penyelenggaraan pembangunan proyek dilakukan secara menyeluruh mulai dari tahap perancangan, perencanaan, dan pembangunan hingga tahap pemeliharaan di mana hal tersebut merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dapat dilakukan secara sistematis dan melibatkan berbagai unsur yang saling terkait antara yang satu dengan yang lainnya. Unsur-unsur tersebut membentuk suatu organisasi proyek di mana masing-masing mempunyai peranan, fungsi dan tanggung jawab yang jelas.

Organisasi proyek dalam suatu pelaksanaan proyek sangat diperlukan sebagai bagian dari manajemen suatu proyek yang sesuai dan saling berhubungan dan tentunya harus selalu berjalan pada peraturan-peraturan yang telah ditentukan. Di

dalam suatu proyek konstruksi, terdapat beberapa pihak yang terlibat di dalamnya. Secara garis besar unsur-unsur pengelola proyek yang terlibat di dalam sebuah proyek adalah sebagai berikut (Ervianto, 2005):

a. Pemilik proyek (*owner*)

Pemilik proyek atau pemberi tugas adalah orang atau badan usaha yang memiliki dana dan memberikan pekerjaan kepada pihak penyedia jasa dan membayar biaya pekerjaan tersebut. Tugas dan wewenang pemilik proyek yaitu:

1. Menunjuk penyedia jasa (konsultan dan kontraktor)
2. Meminta laporan secara periodik mengenai pelaksanaan pekerjaan yang telah dilakukan oleh penyedia jasa
3. Memberikan fasilitas baik sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh pihak penyedia jasa untuk kelancaran pekerjaan
4. Menyediakan lahan untuk tempat pelaksanaan pekerjaan
5. Menyediakan dana dan kemudian membayar kepada pihak penyedia jasa sejumlah biaya yang diperlukan untuk mewujudkan sebuah bangunan
6. Ikut mengawasi jalannya pelaksanaan pekerjaan yang direncanakan dengan cara menempatkan atau menunjuk suatu badan atau orang untuk bertindak atas nama pemilik
7. Mengesahkan perubahan dalam pekerjaan (bila terjadi)
8. Menerima dan mengesahkan pekerjaan yang telah selesai dilaksanakan oleh penyedia jasa jika produknya telah sesuai dengan apa yang dikehendaki
9. Memberikan hasil lelang secara tertulis kepada masing-masing kontraktor
10. Dapat mengambil alih pekerjaan secara sepihak dengan cara memberitahukan secara tertulis kepada pihak kontraktor jika telah terjadi hal-hal diluar kontrak yang telah ditetapkan.

b. Konsultan Perencana

Konsultan perencana adalah suatu badan hukum atau perorangan yang diberi tugas oleh pemberi tugas untuk merencanakan dan mendesain bangunan

sesuai dengan keinginan pemilik proyek. Tugas dan kewajiban konsultan perencana yaitu:

1. Membuat perencanaan secara lengkap yang terdiri dari gambar rencana, rencana kerja, syarat-syarat, dan hitungan struktur serta rencana anggaran biaya
2. Memberikan usulan serta pertimbangan kepada pemilik proyek, konsultan supervisi, dan kontraktor tentang pelaksanaan pekerjaan
3. Membuat gambar revisi bila terjadi perubahan perencanaan
4. Menghadiri rapat koordinasi pengelolaan proyek
5. Memberikan jawaban dan penjelasan kepada kontraktor tentang hal-hal yang kurang jelas dalam gambar rencana, rencana kerja, dan syarat-syarat.

c. Konsultan Pengawas

Konsultan pengawas adalah suatu badan hukum atau perorangan baik swasta atau instansi pemerintah yang berfungsi sebagai badan yang bertugas mengawasi dan mengontrol jalannya proyek agar mencapai hasil kerja yang optimal menurut persyaratan yang ada. Tugas konsultan pengawas antara lain:

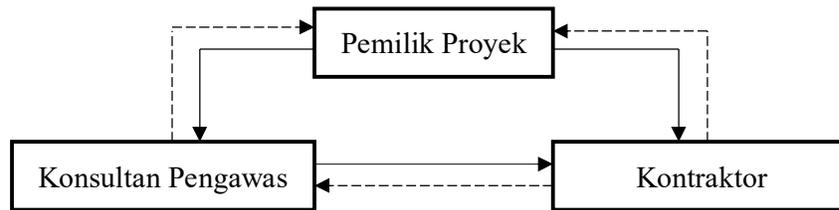
1. Menyelesaikan pelaksanaan pekerjaan dalam waktu yang telah ditetapkan.
2. Membimbing dan mengadakan pengawasan secara periodik dalam pelaksanaan pekerjaan.
3. Melakukan perhitungan prestasi pekerjaan.
4. Mengkoordinasi dan mengendalikan kegiatan konstruksi serta aliran informasi antar berbagai bidang agar pelaksanaan pekerjaan berjalan lancar.
5. Menghindari kesalahan yang mungkin terjadi sedini mungkin serta menghindari pembengkakan biaya.
6. Mengatasi dan memecahkan persoalan yang timbul di lapangan agar dicapai hasil akhir sesuai dengan yang diharapkan dengan kualitas, kuantitas serta waktu pelaksanaan yang ditetapkan.
7. Menerima atau menolak material atau peralatan yang didatangkan kontraktor.

8. Menghentikan sementara bila terjadi penyimpangan dari peraturan yang berlaku.
9. Menyusun laporan kemajuan pekerjaan (harian, mingguan, bulanan).
10. Menyiapkan dan menghitung adanya kemungkinan tambah atau berkurangnya pekerjaan

d. Kontraktor

Kontraktor adalah penyedia jasa orang perseorangan atau badan usaha yang dinyatakan ahli profesional dibidang pelaksanaan jasa konstruksi dan mampu menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan biaya yang telah ditetapkan berdasarkan gambar rencana, peraturan dan syarat-syarat yang telah ditetapkan. Kontraktor dipilih dan disetujui untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi yang direncanakan sesuai dengan keinginan pemilik proyek dan bertanggung jawab penuh terhadap pembangunan fisik proyek. Biasanya penentuan kontraktor dilakukan melalui lelang atau tender atau dapat juga melalui penunjukan langsung dengan negosiasi penawaran harga. Tugas dan wewenang kontraktor:

1. Melaksanakan pekerjaan sesuai dengan gambar rencana, peraturan, syarat-syarat pekerjaan yang ditetapkan oleh pemilik proyek
2. Membuat gambar-gambar pelaksanaan yang disahkan oleh konsultan manajemen konstruksi.
3. Membuat laporan hasil pekerjaan berupa laporan harian, mingguan, dan bulanan kepada konsultan manajemen konstruksi.
4. Menyediakan alat keselamatan kerja dan keamanan di lokasi proyek
5. Menyerahkan seluruh atau sebagian pekerjaan yang telah diselesaikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.



Keterangan:

- > = Garis Komando
- - - - -> = Garis Koordinasi

Gambar 2. 1 Hubungan Kerja Unsur-unsur Pengelola Proyek

(Sumber: Dipohusodo, 1995)

2.3 Manajemen Proyek

Dalam suatu aktivitas konstruksi pastinya dibutuhkan suatu manajemen atau pengelolaan yang dituntut mempunyai kinerja, kecermatan, ketelitian, kecepatan, keamanan, dan keselamatan kerja yang tinggi untuk bisa memperoleh hasil yang efektif dan efisien. Manajemen proyek yaitu ilmu yang mempelajari tentang bagaimana cara memimpin sebuah organisasi yang meliputi kegiatan seperti perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan serta pengendalian terhadap sumber-sumber yang ada guna mencapai suatu tujuan yang efektif dan efisien (Husen, 2009).

Menurut Ervianto (2004) manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

Manajemen proyek yaitu kegiatan merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Soeharto, 1995). Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu, biaya dan mutu. Manajemen proyek dilaksanakan melalui proses tahapan manajemen yaitu perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*). Dalam pelaksanaannya, setiap proyek selalu

dibatasi oleh kendala-kendala yang sifatnya saling mempengaruhi dan biasa disebut sebagai *triple project constraint* yaitu biaya, waktu dan mutu. Dimana keseimbangan ketiga konstrain tersebut akan menentukan kualitas suatu proyek.

1. Fungsi Manajemen Proyek

(Soeharto, 1995) mengelompokkan fungsi dasar manajemen proyek menjadi 4 bagian yakni:

a. Pengelolaan lingkup proyek

Lingkup proyek adalah total kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan produk yang diinginkan. Dalam lingkup proyek, batasan-batasan yang memuat kuantitas, kualitas dan spesifikasi merupakan hal yang perlu diperhatikan agar dalam pelaksanaannya tidak menimbulkan implementasi-implementasi yang salah antara pihak-pihak yang berkepentingan.

b. Pengelolaan waktu dan jadwal

Dalam pelaksanaan proyek, waktu dan jadwal merupakan sasaran utama dari kegiatan tersebut. Keterlambatan waktu dan jadwal akan mengakibatkan kerugian-kerugian seperti penambahan biaya. Pengelolaan waktu meliputi perencanaan, penyusunan dan pengendalian jadwal.

c. Pengelolaan biaya

Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan antara dana dan kegiatan proyek. Agar pengelolaan dapat efektif, maka disusun berbagai metode dan teknik seperti penyusunan anggaran biaya, konsep nilai hasil dan sebagainya.

d. Pengelolaan mutu

Agar kegiatan proyek tersebut dapat memenuhi syarat yang telah direncanakan, maka diperlukan proses yang panjang mulai dari mengkaji syarat-syarat pelaksanaan, menjabarkan persyaratan tersebut menjadi spesifikasi dan menuangkannya menjadi gambar kerja.

2. Tahapan Manajemen Proyek

Rangkaian kegiatan kerja dalam suatu proyek konstruksi sering juga disebut dengan istilah POAC (*Planning, Organizing, Actuating, Controlling*). Artinya kegiatan proyek harus direncanakan secara matang mulai dari bagaimana

prosesnya, dan sampai kapan proyek tersebut akan selesai. Agar komunikasi dan koordinasi dapat berjalan dengan baik, proses pelaksanaan proyek harus tepat, teliti, cermat, dan cepat. Proses pengontrolan harus di kontrol dari minggu ke minggu, bagaimana progressnya, apakah terus mengalami peningkatan di setiap minggunya atau mengalami penurunan.

(Siswanto, Salim 2019) manajemen memiliki beberapa proses diantaranya:

a. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan adalah suatu proses mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Perencanaan memberikan pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan (Imam, 1997). Secara garis besar, perencanaan berfungsi untuk meletakkan dasar sasaran proyek, yaitu penjadwalan, anggaran dan mutu.

b. Pengorganisasian (*Organizing*)

Organisasi merupakan alat yang vital dalam pengendalian dan pelaksanaan proyek. Organisasi proyek dikatakan berhasil jika mampu mengendalikan tiga hal utama yaitu mutu, waktu dan biaya. Suatu organisasi mempunyai ciri-ciri adanya sekelompok orang yang bekerja sama atas dasar hak, kewajiban dan tanggung jawab masing-masing. Dalam organisasi suatu proyek dijelaskan batasan-batasan tugas dan tanggung jawab sesuai dengan kedudukan dan fungsi masing-masing. Dengan adanya batasan-batasan tersebut dapat dihindari adanya tumpang tindih tugas, maupun pelemparan tanggung jawab, sehingga semua permasalahan yang timbul dapat ditanggulangi secara menyeluruh, terpadu dan tuntas.

c. Pelaksanaan (*Execution*)

Kegiatan pelaksanaan meliputi kegiatan pelaksanaan pekerjaan di lapangan dalam rangka mewujudkan bangunan yang akan dibangun. Dalam kegiatan pelaksanaan ini, hubungan kerja antara unsur-unsur pelaksana pembangunan perlu diatur sehingga masing-masing unsur dapat bekerja sesuai dengan bidangnya dan selalu tunduk dan taat kepada peraturan dan ketentuan yang telah disepakati bersama.

d. Pengawasan (*Controlling*)

Kegiatan pengawasan dilaksanakan dengan tujuan agar hasil pelaksanaan pekerjaan bangunan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Untuk keperluan ini tugas pengawas sangat penting terutama dalam pembimbingan dan pengarahan pelaksanaan pekerjaan. Hasil akhir dari pelaksanaan pembangunan pada umumnya ditentukan oleh hasil kegiatan pengawasan.

2.4 Estimasi Biaya

Seperti yang telah diketahui, suatu proyek konstruksi dimulai dari tahapan gagasan atau rencana yang dibangun berdasarkan kebutuhan dari pihak yang terkait yaitu pemilik. Setelah gagasan terpikirkan, tahap selanjutnya menuju tahap perencanaan. Pada tahap ini akan disusun rancangan proyek secara kasar dan membuat estimasi biaya atau rencana anggaran biaya.

Perkiraan biaya menurut *National Estimating Society USA* adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia saat itu. Estimasi dalam pengertian umum yaitu usaha untuk menilai atau memperkirakan suatu nilai melalui analisis perhitungan dan berlandaskan pada pedoman maupun pengalaman dilapangan.

Perkiraan biaya erat hubungannya dengan analisis biaya, yaitu pekerjaan yang menyangkut pengkajian biaya kegiatan-kegiatan terdahulu yang akan dipakai sebagai bahan untuk menyusun perkiraan biaya.

2.5 Kegunaan Estimasi Biaya

Adapun kegunaan dari estimasi biaya proyek bagi masing-masing professional sebagai berikut:

- a. Kegunaan bagi pemilik adalah untuk mempelajari kelayakan proyek, kelanjutan investasi, mendapatkan nilai ekonomis dari proyek dan kebutuhan untuk menetapkan arus kas masuk maupun arus kas keluar.
- b. Kegunaan bagi perencana adalah berpengaruh pada pelaksanaan desain atau penerapan desain terhadap investasi proyek. Hal yang penting bagi perencana untuk memilih material dan menetapkan besar kecilnya proyek yang berada

di dalam batas anggaran dari pengembang, dan menetapkan alternatif terbaik untuk kepuasan pemilik (*owner*).

- c. Kegunaan bagi kontraktor adalah menentukan besarnya nilai tender dan mendapatkan keuntungan potensial untuk bisa merealisasikan proyek sesuai yang diharapkan.
- d. Bagi manajer proyek mempunyai kepentingan didalam penentuan estimasi untuk mencapai keberhasilan sesuai rencana anggaran untuk penyelesaian proyek.

2.6 Biaya Proyek Konstruksi

Biaya proyek konstruksi yaitu keseluruhan biaya yang dikeluarkan dalam pelaksanaan proyek konstruksi serta sumber daya apa saja yang diperlukan untuk dapat menyelesaikan proyek tersebut. Menurut Asiyanto (2005), konsep biaya terdapat 2 (dua) kelompok besar dalam komponen biaya yaitu:

a. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Maksud dari biaya langsung disini yaitu seluruh biaya yang berkaitan langsung dengan fisik proyek meliputi seluruh biaya dari kegiatan yang dilakukan di proyek (dari persiapan hingga penyelesaian) dan biaya mendatangkan seluruh sumber daya yang diperlukan oleh proyek tersebut. Komponen biaya langsung terdiri dari:

1. Biaya bahan dan material

Biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan dan material yang akan digunakan. Biaya material disuatu tempat mungkin akan berbeda

2. Biaya upah tenaga kerja

Biaya upah tenaga kerja relatif bervariasi dan teragntung terhadap keahlian dan standar gaji dimana proyek tersebut berada. Upah pekerja ini termasuk jaminan kesehatan dan asuransi kecelakaan kerja.

3. Biaya alat

Dalam penggunaan alat pada masa konstruksi perlu dipertimbangkan sebelumnya untuk menyewa atau membeli alat tersebut. Karena dengan suatu analisa dan pertimbangan yang tepat dapat menekan biaya.

4. Biaya sub-kontraktor

Biaya yang akan dikeluarkan bila ada bagian pekerjaan yang diserahkan kepada sub-kontraktor. Sub-kontraktor ini bertanggungjawab dan di bayar oleh kontraktor utama.

b. Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan proyek tetapi tidak berhubungan langsung dengan kegiatan yang bersangkutan dan dihitung pada awal proyek sampai akhir proyek konstruksi. Bila pelaksanaan akhir proyek mundur dari waktu yang sudah direncanakan, maka biaya tidak langsung ini akan menjadi besar sehingga keuntungan kontraktor akan berkurang bahkan pada kondisi tertentu akan mengalami kerugian. Biaya tidak langsung meliputi:

1. Biaya *Overhead*

Biaya *overhead* adalah biaya-biaya operasional yang menunjang pelaksanaan pekerjaan selama proyek berlangsung. Biaya ini dikeluarkan untuk fasilitas sementara, operasional petugas, biaya untuk K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

2. Biaya tidak terduga

Biaya tidak terduga yaitu biaya untuk kejadian-kejadian yang memungkinkan akan terjadi ataupun tidak terjadi.

3. Keuntungan

Keuntungan kontraktor yang direkomendasikan dalam kontrak kerja pada umumnya 10%. Selain itu juga tergantung pada besarnya resiko pekerjaan tersebut, semakin besar resikonya maka akan semakin besar pula keuntungan yang ditetapkan. Bagi kontraktor, keuntungan sangat dipengaruhi oleh seberapa besar efisiensi yang dapat dilakukan oleh kontraktor yang bersangkutan dengan tidak mengurangi kualitas, spesifikasi dan waktu pelaksanaan proyek.

2.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya dalam sebuah proyek konstruksi memiliki peran penting dan perlu dipersiapkan untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan dalam proyek. Rencana anggaran biaya adalah proses perhitungan volume pekerjaan,

harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan yang akan terjadi pada suatu konstruksi (Sastraatmadja, 1984).

Tujuan dari perhitungan dan penyusunan rencana anggaran biaya adalah untuk menghitung biaya-biaya yang dibutuhkan suatu pekerjaan konstruksi dan dengan biaya tersebut pekerjaan yang direncanakan dapat terwujud dan sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

Secara umum perhitungan rencana anggaran biaya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$RAB = \sum(\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

RAB : Rencana Anggaran Biaya

\sum : Jumlah

V : Volume

HSP: Harga Satuan Pekerjaan

Secara garis besar rencana anggaran biaya terdiri dari 2 komponen utama yaitu volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan. Volume pekerjaan dapat diperoleh dengan cara melakukan perhitungan dari gambar rencana yang tersedia atau berdasarkan kebutuhan riil dilapangan. Sedangkan harga satuan pekerjaan didapat dari analisa harga satuan dengan mempertimbangkan banyak hal seperti bahan atau material, upah tenaga kerja dan biaya peralatan.

1. Tahapan Penyusunan Rencana Anggaran Biaya

Tahapan-tahapan yang harus disiapkan dan dilakukan dalam penyusunan rencana anggaran biaya adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan gambar kerja

Penggunaan gambar kerja pada penyusunan rencana anggaran biaya diperlukan untuk menentukan berbagai jenis pekerjaan, spesifikasi dan ukuran material bangunan.

- b. Menentukan item pekerjaan

Menentukan pekerjaan apa saja yang akan dilaksanakan dalam sebuah proyek pembangunan

- c. Menghitung volume pekerjaan

Ibrahim (2001) menghitung volume pekerjaan yaitu menguraikan dengan rinci besar volume atau kubikasi suatu pekerjaan. Menguraikan yaitu menghitung besar volume dari tiap-tiap item pekerjaan sesuai dengan detail gambar yang telah direncanakan. Volume dihitung untuk memperoleh besarnya biaya yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan.

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung volume pekerjaan. sebagai contoh perhitungan volume pekerjaan struktur beton kolom :

1) Kolom

a) Tulangan Utama

Menghitung total banyak tulangan:

$$n_{total} = n_{tulangan} \times n \quad (2.2)$$

Keterangan :

n_{total} = Total banyak tulangan (bh)

$n_{tulangan}$ = Banyak tulangan 1 buah kolom (bh)

n = Banyak kolom (bh)

Menghitung total panjang tulangan:

$$P_{total} = (P \times n_{total}) + (P_s \times B_s \times n_{total}) + (P_k \times B_k \times n_{total}) \quad (2.3)$$

Keterangan :

P_{total} = Total panjang tulangan (m)

P = Panjang tulangan (m)

n_{total} = Total banyak tulangan (bh)

P_s = Panjang sambungan (m)

B_s = Banyak sambungan (bh)

P_k = Panjang kait (m)

B_k = Banyak kait (bh)

Menghitung total berat tulangan:

$$W_{total} = P_{total} \times W_b \quad (2.4)$$

Keterangan:

W_{total} = Total berat tulangan (Kg)

P_{total} = Total panjang tulangan (m)

W_b = Berat besi (kg/m)

b) Sengkang

Menghitung panjang 1 buah sengkang:

$$P_{PB} = (2 \times P) + (2 \times L) + (2 \times P_k) \quad (2.5)$$

Keterangan:

P_{PB} = Panjang per batang (m)

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

P_k = Panjang kait (m)

Mengitung banyak sengkang per 1 kolom:

$$n_s = \left(\frac{H}{S} \right) \quad (2.6)$$

Keterangan:

n_s = Banyak sengkang per 1 kolom (bh)

H = Tinggi kolom (m)

S = Jarak antar sengkang (m)

Menghitung total banyak sengkang:

$$n_{stotal} = n_s \times n \quad (2.7)$$

Keterangan:

n_{stotal} = Total banyak sengkang (bh)

n_s = Banyak sengkang per 1 kolom (bh)

n = Banyak kolom (bh)

Menghitung Total panjang tulangan sengkang:

$$P_{stotal} = P_{PB} \times n_{stotal} \quad (2.8)$$

P_{stotal} = Total panjang tulangan sengkang (m)

P_{PB} = Panjang per batang (m)

n_{stotal} = Total banyak sengkang (bh)

Menghitung total berat sengkang:

$$W_{\text{stotal}} = P_{\text{stotal}} \times W_b \quad (2.9)$$

Keterangan:

W_{stotal} = Total berat sengkang (Kg)

P_{stotal} = Total panjang tulangan sengkang (m)

W_b = Berat besi (Kg/m)

c) Volume beton

$$V_b = P \times L \times H \times n \quad (2.10)$$

Keterangan:

V_b = Volume beton (m^3)

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

H = Tinggi (m)

n = Banyak kolom (bh)

d) Volume bekisting

$$V_b = K \times H \times n \quad (2.11)$$

Keterangan:

V_b = Volume bekisting (m^2)

K = Keliling kolom (m)

H = Tinggi kolom (m)

n = Banyak kolom (bh)

2) Balok

a) Tulangan Utama

Menghitung Total panjang tulangan:

$$P_{\text{total}} = (P_{\text{tulangan}} + (B_s \times P_s) + (P_k \times B_k)) \times n_{\text{tulangan}} \quad (2.12)$$

Keterangan:

P_{total} = Total panjang tulangan (m)

P_{tulangan} = Panjang tulangan (m)

B_s = Banyak sambungan (bh)

P_s = Panjang sambungan (m)

P_k = Panjang kait (m)

B_k = Banyak kait (bh)
 $n_{tulangan}$ = Banyak tulangan (bh)

Menghitung total berat tulangan:

$$W_{ttotal} = P_{total} \times W_b \quad (2.13)$$

Keterangan:

W_{ttotal} = Total berat tulangan (Kg)
 P_{total} = Total panjang tulangan (m)
 W_b = Berat besi (kg/m)

b) Tulangan Utama Tumpuan

Menghitung total panjang tulangan:

$$P_{total} = (((P_{tumpuan} + P_o) \times n_{tulangan}) \times n) + (P_k \times B_k) \quad (2.14)$$

Keterangan:

P_{total} = Total panjang tulangan (m)
 $P_{tumpuan}$ = Panjang tulangan tumpuan (m)
 P_o = Panjang overlap (m)
 $n_{tulangan}$ = Banyak tulangan tumpuan (bh)
 n = Banyak balok (bh)
 P_k = Panjang kait (m)
 B_k = Banyak kait (bh)

Menghitung total berat tulangan:

$$W_{ttotal} = P_{total} \times W_b \quad (2.15)$$

Keterangan:

W_{ttotal} = total berat tulangan (Kg)
 P_{total} = Total panjang tulangan (m)
 W_b = Berat besi (kg/m)

c) Tulangan Utama Lapangan

Menghitung total panjang tulangan:

$$P_{total} = ((P_{lapangan} + P_o + (P_k \times B_k)) \times n_{tulangan}) \times n \quad (2.16)$$

Keterangan:

P_{total} = Total panjang tulangan (m)

$P_{lapangan}$ = Panjang tulangan lapangan (m)

P_o = Panjang overlap (m)

P_k = Panjang kait (m)

B_k = Banyak kait (bh)

$n_{tulangan}$ = Banyak tulangan lapangan (bh)

n = Banyak balok (bh)

d) Sengkang

Menghitung panjang 1 buah sengkang:

$$P_{PB} = (2 \times P) + (2 \times L) + (2 \times P_k) \quad (2.17)$$

Keterangan:

P_{PB} = Panjang per batang (m)

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

P_k = Panjang kait (m)

Mengitung banyak sengkang per 1 kolom:

$$n_s = \left(\frac{H}{S} \right) \quad (2.18)$$

Keterangan:

n_s = Banyak sengkang per 1 kolom (bh)

H = Tinggi kolom (m)

S = Jarak antar sengkang (m)

Menghitung total banyak sengkang:

$$n_{stotal} = n_s \times n \quad (2.19)$$

Keterangan:

n_{stotal} = Total banyak sengkang (bh)

n_s = Banyak sengkang per 1 kolom (bh)

n = Banyak kolom (bh)

Menghitung Total panjang tulangan sengkang:

$$P_{\text{stotal}} = P_{\text{PB}} \times n_{\text{stotal}} \quad (2.20)$$

P_{stotal} = Total panjang tulangan sengkang (m)

P_{PB} = Panjang per batang (m)

n_{stotal} = Total banyak sengkang (bh)

Menghitung total berat sengkang:

$$W_{\text{stotal}} = P_{\text{stotal}} \times W_b \quad (2.21)$$

Keterangan:

W_{stotal} = Total berat sengkang (Kg)

P_{stotal} = Total panjang tulangan sengkang (m)

W_b = Berat besi (Kg/m)

e) Volume beton

$$V_b = T \times L \times P_b \times n \quad (2.22)$$

Keterangan:

V_b = Volume beton (m³)

T = Tinggi (m)

L = Lebar (m)

P_b = Panjang bentang (m)

n = Banyak kolom (bh)

f) Volume bekisting

$$V_b = K \times P_b \times n \quad (2.23)$$

Keterangan:

V_b = Volume bekisting (m²)

K = Keliling kolom (m)

P_b = Panjang bentang (m)

n = Banyak kolom (bh)

3) Pelat lantai

a) Tulangan Utama

Menghitung banyak tulangan:

$$n_{\text{tulangan}} = \left(\frac{P_g}{S} \right) \quad (2.24)$$

Keterangan:

$n_{tulangan}$ = Banyak Tulangan Arah X atau Y (bh)

P_g = Panjang grid (m)

S = jarak antar tulangan (m)

Menghitung total panjang tulangan

$$P_{total} = (n_{tulangan} \times P_{bX}) + (P_s \times B_s) + (P_k \times B_k \times n_{tulangan}) \quad (2.25)$$

Keterangan:

P_{total} = Total panjang tulangan (m)

$n_{tulangan}$ = Banyak tulangan (bh)

P_{bX} = Panjang bentang X (m)

P_s = Panjang sambungan (m)

B_s = Banyak sambungan (bh)

P_k = Panjang kait (m)

B_k = Banyak kait (bh)

Menghitung total berat tulangan:

$$W_{total} = P_{total} \times W_b \quad (2.26)$$

Keterangan:

W_{total} = Total berat tulangan (Kg)

P_{total} = Total panjang tulangan (m)

W_b = Berat besi (kg/m)

b) $V_b = h \times L \times P \quad (2.27)$

Keterangan:

V_b = Volume beton (m^3)

h = tebal (m)

L = Lebar (m)

P = Panjang (m)

c) Volume bekisting

$$V_b = L \times P \times n \quad (2.28)$$

Keterangan:

V_b = Volume bekisting (m^2)

L = Lebar (m)

P = Panjang bentang (m)

n = Banyak (bh)

d. Menghitung analisa harga satuan pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan merupakan cara untuk menghitung harga satuan pekerjaan pada konstruksi dengan menjabarkannya dalam perkalian koefisien upah pekerja, bahan material, dan alat dengan harga bahan material, alat dan upah pekerja. Analisa pekerjaan bisa mengacu dan merujuk ke Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

1) Analisa harga satuan bahan

$$\text{Harga satuan bahan} = \text{koefisien bahan} \times \text{harga bahan} \quad (2.29)$$

2) Analisa harga satuan upah

$$\text{Harga satuan Upah} = \text{koefisien Upah} \times \text{harga upah} \quad (2.30)$$

3) Analisa harga satuan alat

$$\text{Harga satuan alat} = \text{koefisien alat} \times \text{harga alat} \quad (2.31)$$

e. Membuat Rencana Anggaran Biaya

Setelah volume dan analisa harga satuan pekerjaan sudah bisa didapatkan, selanjutnya adalah mengalikan volume dan harga satuan pekerjaan sehingga dapat ditentukan jumlah biaya dari masing-masing pekerjaan. Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan, alat dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis.

$$\text{HSP} = \text{harga satuan upah} + \text{harga satuan bahan} + \text{harga satuan alat} \quad (2.32)$$

f. Membuat rekapitulasi

Langkah terakhir dalam membuat rencana anggaran biaya adalah membuat bagian rekapitulasi. Rekapitulasi adalah jumlah total masing-masing sub pekerjaan, seperti pekerjaan persiapan, pekerjaan pondasi, atau pekerjaan beton. Sub-sub pekerjaan tersebut dapat diuraikan lagi secara lebih detail setiap pekerjaan kemudian ditotalkan sehingga didapatkan jumlah total biaya pekerjaan. Di dalam

menghitung biaya rekapitulasi ini, juga bisa memasukkan biaya tambahan dan pajak.

2.8 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2022 diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum pada tanggal 5 Januari 2022 melalui peraturan menteri PUPR No. 1 tahun 2022 yang berisi tentang tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan untuk masing-masing jenis pekerjaan. Pada tata cara perhitungan dalam Analisa Harga Satuan Pekerjaan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat memuat indeks bahan bangunan dan indeks tenaga kerja yang dibutuhkan untuk setiap satuan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi teknik yang bersangkutan. Nilai indeks atau angka koefisien tersebut didefinisikan sebagai faktor pengali pada perhitungan biaya bahan dan upah tenaga kerja untuk setiap jenis pekerjaan. Prinsip pada rencana anggaran biaya menggunakan pedoman Permen PUPR No. 1 tahun 2022 yaitu perhitungan harga satuan pekerjaan berlaku untuk seluruh Indonesia sedangkan harga bahan, harga satuan upah, dan harga satuan alat sesuai dengan kondisi setempat. Kemudian dalam pelaksanaan perhitungan satuan pekerjaan harus didasarkan pada gambar teknis dan rencana kerja serta syarat-syarat yang berlaku (RKS).

2.9 Harga Riil Kontraktor

Pembuatan penawaran harga yang dilakukan oleh para kontraktor umumnya tidak selalu mengacu seutuhnya pada analisa SNI ataupun AHSP. Meskipun tetap berdasarkan pada pemahaman analisa SNI dan AHSP, umumnya perhitungan harga oleh kontraktor didasari oleh pengalaman pekerjaan sebelumnya kontraktor dilapangan. (Mufaris, dkk, 2016).

Menurut Sastraatmadja (1984), penaksiran anggaran biaya adalah proses perhitungan volume pekerjaan, harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan yang akan terjadi pada suatu konstruksi. Karena taksiran dibuat sebelum dimulainya pembangunan maka jumlah ongkos yang diperoleh ialah taksiran bukan biaya sebenarnya (*actual cost*). Tentang cocok atau tidak cocoknya suatu taksiran biaya dengan biaya yang sebenarnya sangat tergantung dari kepandaian dan keputusan

yang diambil penaksir berdasarkan pengalamannya. Sehingga analisis yang diperoleh langsung diambil dari kenyataan yang ada dilapangan.

Secara umum proses analisa harga satuan pekerjaan dengan metode lapangan/kontraktor adalah sebagai berikut:

- a. Membuat daftar harga satuan bahan dan upah
- b. Menghitung harga satuan bahan dengan cara pengalihan antara harga satuan bahan dengan nilai koefisien bahan
- c. Menghitung harga satuan upah kerja dengan cara pengalihan antara harga satuan upah dengan nilai koefisien upah
- d. Menghitung harga satuan alat dengan cara pengalihan antara harga satuan alat dengan nilai koefisien alat.
- e. Harga satuan pekerjaan didapat dengan mengalikan volume dengan penjumlahan bahan, upah dan alat.

2.10 Struktur Atas Bangunan Gedung

Berdasarkan SNI 1726:2012, struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan bawah. Struktur atas adalah bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah. Sedangkan struktur bawah yaitu bagian dari struktur bangunan gedung yang terletak di bawah muka tanah seperti struktur *basement* dan struktur fondasinya.

Pada penulisan tugas akhir ini, bagian struktur atas yang menjadi tinjauan perhitungan volume pekerjaan yaitu struktur kolom, balok dan pelat lantai.

1. Kolom

Kolom merupakan salah satu elemen struktur vertikal yang berfungsi meneruskan beban aksial untuk diteruskan ke fondasi. Kolom menjadi bagian dari suatu kerangka bangunan yang menempati posisi terpenting dalam sistem struktur bangunan. Bila terjadi keruntuhan pada kolom maka dapat berakibat keruntuhan komponen struktur lain yang berhubungan dengan kolom (Dipohusodo, 1999). Kolom berfungsi sebagai penyalur beban dari balok untuk diteruskan ke fondasi.

Pada pembangunan Gedung Kantor Komisi Pemilihan Umum Provinsi Papua, jenis kolom yang digunakan yaitu:

- a. Kolom Utama

Kolom utama pada struktur bangunan gedung adalah kolom utama yang memiliki fungsi untuk menyanggah beban aksial utama dan diteruskan ke fondasi.

b. Kolom Praktis

Kolom praktis adalah kolom yang berada antara dinding untuk membantu fungsi kolom utama. Menurut SNI 03-2834-1992 kolom praktis yang terbuat dari beton bertulang berukuran 15 cm x 20 cm dengan tulangan utama minimal diameter 12 mm, sengkang diameter 8 mm dengan jarak 10 cm yang berfungsi sebagai pengaku pasangan dinding.

2. Balok

Balok merupakan struktur rangka berupa batang horizontal yang berfungsi memikul beban tegak lurus sepanjang batang tersebut untuk disalurkan pada struktur dibawahnya. Balok juga berfungsi sebagai pengikat antar kolom (Putri, dkk 2021). Berdasarkan tumpuannya ada beberapa macam bentuk balok beton bertulang antara lain:

- a. Balok induk atau balok utama yaitu balok yang bertumpu pada kolom dan balok dan balok yang menghubungkan tarik kolom dengan kolom lainnya.
- b. Balok Anak yaitu balok yang bertumpu pada balok induk atau tidak bertumpu langsung pada kolom.
- c. Balok Bagi yaitu balok yang menghubungkan balok dengan balok anak lainnya atau balok anak dengan balok induk.

3. Pelat

Pelat merupakan komponen struktur yang dapat menahan beban dimana beban tersebut nantinya akan disalurkan ke struktur rangka pemikul seperti balok dan kolom. Pelat juga berfungsi sebagai pemisal ruangan dan menambah kekakuan bangunan pada bidang horizontal (Putri, dkk 2021).

2.11 Beton Bertulang

Beton menjadi material yang banyak digunakan dalam suatu proyek konstruksi. Menurut SNI 2847-2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, Beton adalah campuran semen portland, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*).

Pada struktur utama bangunan gedung, banyak menggunakan beton bertulang. Beton bertulang yaitu suatu kombinasi antara beton dan baja dimana tulangan berfungsi menyediakan kuat tarik yang tidak dimiliki oleh beton (McCormac, 2001).

Mengacu pada SNI 2052-2017 tentang Baja tulangan beton bahwa baja tulangan yang digunakan dalam konstruksi beton bertulang terdiri dari Baja Tulangan Polos (BJTP) dan Baja Tulangan Sirip atau Ulir (BJTS). Baja Tulangan Beton Polos (BJTP) adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip atau berulir. Sedangkan Baja Tulangan Beton Sirip (BJTS) adalah baja tulangan beton yang permukaannya memiliki sirip atau ulir melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat terhadap beton. Klasifikasi baja tulangan untuk beton bertulang terdapat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 2. 1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter*
		mm	mm ²	kg/m
1	P 6	6	28	0,222
2	P 8	8	50	0,395
3	P 10	10	79	0,617
4	P 12	12	113	0,888
5	P 14	14	154	1,208
6	P 16	16	201	1,578
7	P 19	19	284	2,226
8	P 22	22	380	2,984
9	P 25	25	491	3,853
10	P 28	28	616	4,834
11	P 32	32	804	6,313
12	P 36	36	1018	7,990
13	P 40	40	1257	9,865
14	P 50	50	1964	15,413

CATATAN:

- *sebagai referensi
- Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran adalah sebagai berikut:
 - a) Luas penampang nominal (A)
 $A = 0,7854 \times d^2$ (mm²)
 d = diameter nominal (mm)
 - b) Berat nominal = $\frac{0,785 \times 0,7854 \times d^2}{100}$ (kg/m)

(Sumber: SNI 2052-2017)

Tabel 2. 2 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip atau Ulir

No	Pena- maan	Dia- meter nominal (d)	Luas penam- pang nominal (A)	Tinggi sirip (H)		Jarak sirip melintang (P) Maks	Lebar sirip membujur (T) Maks	Berat nominal per meter
				min	maks			
		mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/m
1	S 6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S 8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S 10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S 13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S 16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	S 19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226
7	S 22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	S 25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S 29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S 32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S 36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S 40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,865
13	S 50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S 54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978
15	S 57	57	2552	2,9	5,7	39,9	44,6	20,031

CATATAN:

1. Diameter nominal hanya dipergunakan untuk perhitungan parameter nominal lainnya dan tidak perlu diukur
2. Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran sirip/ulir adalah sebagai berikut:
 - a) Luas penampang nominal (A)
$$A = 0,7854 \times d^2 \quad (\text{mm}^2)$$

$$d = \text{diameter nominal (mm)}$$
 - b) Berat nominal = $\frac{0,785 \times 0,7854}{100} d^2 \cdot 0,7$ (kg/m)
 - c) Jarak sirip melintang maksimum = 0,70 d
 - d) Tinggi sirip minimum = 0,05 d
Tinggi sirip maksimum = 0,10 d
 - e) Jumlah 2 (dua) sirip membujur maksimum = 0,25 K
Keliling nominal (K)
 $K = 0,3142 \times d$ (mm)

(Sumber: SNI 2052-2017)

2.12 Bekisting

Bekisting merupakan bagian yang harus ada pada pekerjaan struktur beton. Menurut Stephens (1985) bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituangkan pada saat pengecoran dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Cetakan ini harus dibuat cukup kuat untuk

menahan beton dalam ukuran dan bentuk yang diinginkan hingga beton tersebut mengeras.

2.13 Selimut Beton

Dalam SNI 2847-2019 Selimut beton merupakan salah satu bagian penting dari struktur beton yang berfungsi sebagai pelindung untuk melindungi baja tulangan agar tidak berkarat terhadap cuaca atau efek lainnya. Ketebalan selimut beton berbeda-beda sesuai dengan persyaratan selimut beton yang berlaku.

2.14 Aplikasi Penunjang Penelitian

Pada penelitian ini digunakan *software Microsoft Excel* untuk membantu mempercepat pengolahan data yang sudah didapatkan. *Microsoft excel* merupakan bagian dari *Microsoft* yang dapat digunakan untuk melakukan operasi hitungan dan data serta dapat mempresentasikannya ke dalam tabel atau grafik. Perangkat lunak *Microsoft Excel* biasa digunakan untuk mengolah angka atau data, dan menjadikan *Microsoft Excel* sebagai salah satu program komputer yang populer digunakan di dalam komputer mikro hingga saat ini. Bahkan, saat ini program ini merupakan program *spreadsheet* paling banyak digunakan oleh banyak pihak, baik di platform PC berbasis *Windows* maupun platform *Macintosh* berbasis *Mac OS*. Aplikasi ini merupakan bagian dari *Microsoft Office System*, dan versi yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah versi *Microsoft Office Excel 2019*.