

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum Manajemen Proyek

3.1.1 Perencanaan Proyek

Konsep perencanaan bangunan perlu memperhatikan kriteria-kriteria perencanaan agar tercapainya bangunan yang layak. Membangun bangunan rumah yang layak akan menjamin terpenuhinya aspek keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan penghuni. Widiyanti dan Lenggogeni (2013) menguraikan area ilmu manajemen bagi perencanaan yaitu:

1. Perencanaan lingkup proyek yang merupakan proses penggambaran proyek dan batasannya secara tertulis.
2. Perencanaan mutu yang merupakan proses penentuan standar dan kriteria mutu yang akan dipakai oleh proyek.
3. Perencanaan waktu yang merupakan hal-hal mengenai penyelesaian proyek.
4. Perencanaan biaya yang merupakan rangkaian langkah untuk perkiraan besarnya biaya dari sumber daya yang diperlukan oleh proyek.
5. Perencanaan sumber daya yang dikelompokkan menjadi 2 golongan yaitu sumber daya manusia dan sumber daya *non* manusia.

Dasar-dasar perencanaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur lain SNI-1727-2013.
2. Pendetailan Konstruksi Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa Berbasis Pasangan Pd-T-2004-C Departemen Pekerjaan Umum.
3. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI-2847-2013.
4. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan SNI-7394-2008.
5. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung (PPPURG) tahun 1987.

3.1.2 Penjadwalan Proyek

Menurut Husen (2011) pengertian penjadwalan proyek diuraikan sebagai berikut.

Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses *monitoring* serta *updating* selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek.

Menurut Widiyanti dan Lenggogeni (2013) beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penjadwalan antara lain sebagai berikut

1. Bagi pemberi tugas atau pemilik yaitu:
 - a. Pengetahuan mengenai waktu awal dan akhir suatu proyek.
 - b. Dapat mengevaluasi dan menilai akibat perubahan waktu penyelesaian dan biaya proyek.
 - c. Dapat merencanakan *cashflow* atau arus kas proyek.
2. Bagi penyedia jasa konstruksi yaitu:
 - a. Dapat merencanakan kebutuhan material, peralatan, dan tenaga kerja.
 - b. Dapat mengatur keterlibatan subkontraktor.

3.1.3 Pengendalian Proyek

Menurut R.J Mockler, 1972, dalam buku Abrar Husen (2011) mendefinisikan pengendalian sebagai berikut.

Usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran dan tujuan perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan penyimpangan, kemudian melakukan tindakan koreksi yang diperlukan agar

sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran dan tujuan.

Husen (2011) menyatakan untuk mempermudah pengendalian proyek, pengelola proyek seharusnya mempunyai acuan sasaran yang dijadikan indikator-indikator sebagai tujuan akhir pencapaian suatu proyek. Indikator yang biasanya menjadi sasaran pencapaian tujuan proyek adalah kinerja biaya, mutu, waktu, dan keselamatan kerja.

3.2 Tinjauan Umum Perumahan

Secara umum, rumah dapat diartikan sebagai bangunan yang digunakan sebagai tempat menetap dan berlindung dari pengaruh luar disekitarnya. Undang-undang Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, menguraikan beberapa jenis rumah beserta pengertiannya , yaitu:

1. Rumah adalah bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat tinggal yang layak huni, sarana pembinaan keluarga, cerminan harkat dan martabat penghuninya, serta aset bagi pemiliknya.
2. Rumah komersial adalah rumah yang diselenggarakan dengan tujuan mendapatkan keuntungan.
3. Rumah swadaya adalah rumah yang dibangun atas prakarsa dan upaya masyarakat.
4. Rumah umum adalah rumah yang diselenggarakan untuk memenuhi kebutuhan rumah bagi masyarakat berpenghasilan rendah.
5. Rumah khusus adalah rumah yang diselenggarakan untuk memenuhi kebutuhan khusus.
6. Rumah negara adalah rumah yang dimiliki negara dan berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga serta penunjang pelaksanaan pejabat dan/atau pegawai negeri.

3.3 Estimasi Biaya

Pratama (2018) menyatakan “Estimasi biaya proyek adalah nilai prediksi yang didasarkan pada faktor-faktor utama yaitu keadaan proyek, rencana kontrak, jadwal konstruksi, teknologi yang digunakan, dasar produktivitas tenaga kerja, dan metode estimasi biaya.” Ketepatan mengestimasi biaya tergantung pada keterampilan sekaligus pengetahuan dari estimator dalam mendapatkan informasi, mengolah data, dan memilih metode, serta pengalaman dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan biaya. Agar dapat mengestimasi biaya proyek dengan baik, perlu diketahui pengertian tentang biaya itu sendiri. Biaya dalam proyek konstruksi dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. Biaya langsung (*Direct cost*)

Merupakan biaya yang diperlukan untuk mewujudkan fisik bangunan meliputi biaya berbagai komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung terdiri dari biaya material, biaya upah, dan biaya alat.

2. Biaya tidak langsung (*Indirect cost*)

Merupakan biaya yang diperlukan untuk pengembangan proyek meliputi biaya yang tidak menjadi instalasi atau komponen permanen proyek, seperti biaya manajemen, *fee* atau konfigurasi laba, pembangunan fasilitas sementara, dsb.

Menurut Pratama (2018) kegunaan estimasi biaya ini dapat menyentuh beberapa pihak yang terlibat dalam suatu proyek, yakni.

1. Bagi pemilik adalah untuk mempelajari kelayakan dan kelanjutan investasi suatu proyek serta mendapatkan nilai ekonomis dan kebutuhan untuk menetapkan arus kas masuk maupun arus kas keluar.
2. Bagi perencana adalah berpengaruh pada pelaksanaan dan penerapan desain terhadap investasi proyek meliputi pemilihan material, penetapan besar kecilnya proyek yang berada di dalam batas anggaran dari pemilik, dan penetapan alternatif terbaik untuk penghematan biaya proyek.
3. Bagi Kontraktor adalah untuk menentukan besarnya nilai tender dan keuntungan potensial dalam merealisasikan suatu proyek sesuai yang

diharapkan, sedangkan untuk manajer proyek adalah dalam hal penentuan estimasi untuk mencapai keberhasilan perencanaan anggaran suatu proyek.

3.4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 sebagaimana disebutkan didalam pasal 1, yang dimaksud dengan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) adalah perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan dari satu jenis pekerjaan tertentu. Kegunaan dari analisis ini adalah untuk menyusun perkiraan harga sendiri (*owner's estimate*) dan perkiraan harga perencana (*engineering's estimate*).

Harga satuan ini dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia (berdasarkan SNI) ataupun disusun sendiri oleh perusahaan konstruksi dengan melakukan pengamatan dan penelitian langsung di lapangan. Masing-masing wilayah memiliki harga satuan yang berbeda-beda. Ibrahim (1994) menguraikan dan membagi analisis harga satuan menjadi 2, yaitu:

1. Analisa bahan, yaitu hitungan banyaknya volume masing-masing bahan serta besarnya biaya yang dibutuhkan.
2. Analisa Upah, yaitu hitungan banyaknya tenaga yang diperlukan serta biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

Koefisien analisa harga satuan adalah angka indeks yang menunjukkan jumlah kebutuhan bahan maupun tenaga yang diperlukan untuk mengerjakan suatu pekerjaan dalam satuan tertentu. Cara mendapatkan koefisien indeks AHS salah satunya adalah dengan melihat SNI. Koefisien indeks berfungsi sebagai pedoman awal perhitungan RAB, menimbang hal tersebut koefisien indeks menjadi sangat penting dalam ketepatan perhitungan anggaran biaya suatu proyek

Berikut adalah tabel harga satuan pekerjaan 1 m³ beton mutu $f'_c = 26,4$ MPa (K300), *Slump* (12 ± 2), $w/c = 0,52$ menurut SNI 2008.

Tabel 3.1 Harga Satuan Pekerjaan Beton K300

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerjaan	OH	1,650		
	Tukang batu	OH	0,275		
	Kepala tukang	OH	0,028		
	Mandor	OH	0,083		
			JUMLAH TENAGA KERA		
B	BAHAN				
	Semen <i>portland</i>	kg	413		
	Pasir beton	kg	681		
	Kerikil	kg	1021		
	Air	Liter	215		
			JUMLAH HARGA BAHAN		

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2008)

3.5 Rencana Anggaran

Secara umum rencana anggaran dapat diartikan sebagai himpunan *planning* dalam perhitungan biaya berdasarkan gambar rencana suatu bangunan. Tujuan dari membuat rencana anggaran adalah mengestimasi atau memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang dibutuhkan untuk suatu proyek konstruksi. Estimasi biaya diharapkan tidak berbeda jauh dengan biaya sebenarnya yang nantinya akan di keluarkan (*Actual Cost*).

Menurut Ibrahim (1994) dalam menyusun anggaran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

1. Anggaran biaya kasar (Taksiran)

Penyusunan anggaran biaya kasar menggunakan harga satuan tiap pekerjaan dalam satuan volume pekerjaan. Harga satuan dihitung berdasarkan harga taksiran setiap luas lantai dalam meter persegi (m²). Anggaran biaya kasar digunakan sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara.

teliti sehingga taksiran biaya kasar haruslah berdasarkan harga yang wajar dan tidak terpaut jauh dengan biaya yang dihitung secara teliti.

2. Anggaran biaya teliti

Yaitu anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung secara rinci dan teliti sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Penyusunan anggaran biaya teliti dihitung berdasarkan bestek, gambar bestek, dan harga satuan pekerjaan.

Ibrahim (1994) menyatakan “Yang dimaksud dengan rencana anggaran biaya (*Begrooting*) 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.” RAB dibuat oleh konsultan perencana sebagai dasar untuk melakukan kontrak kerja antara pemilik proyek dan kontraktor yang tertulis dalam dokumen kontrak suatu proyek.

RAP adalah rencana anggaran yang dibuat oleh kontraktor yang menunjukkan perkiraan biaya pelaksanaan atau biaya sesungguhnya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kontrak kerja proyek. Komponen-komponen pada RAP yaitu:

1. Biaya tenaga kerja langsung
2. Biaya bahan langsung
3. Biaya *sub* kontraktor
4. Biaya sewa dan depresiasi peralatan
5. Biaya *Overhead*.

Menurut Pratama (2018) dalam penyusunan dan pembuatan RAP diperlukan data-data sebagai berikut.

1. Gambar-gambar rencana pekerjaan (gambar bestek).
2. Daftar harga bahan atau material bangunan yang digunakan.
3. Daftar upah pekerja per satuan pekerjaan.
4. Daftar upah pekerja per hari.
5. Lama atau durasi tiap pekerjaan.

6. Daftar kuantitas atau jumlah pekerjaan.

Selisih antara RAB dan RAP pada suatu proyek menjadi gambaran perkiraan seberapa besar untung atau ruginya sebuah perusahaan kontraktor. RAB dan RAP juga digunakan oleh kontraktor sebagai pedoman dalam menentukan penggunaan suatu metode kerja dan sebagai bahan pelaporan proyek. Oleh karena itu, dalam penyusunan RAB dan RAP harus dihitung dengan cermat dan tepat demi menunjang keberhasilan sebuah proyek konstruksi.

Manfaat dari penyusunan RAB dan RAP yaitu:

1. Sebagai pertimbangan *poin* apa saja yang bisa ditunda atau didahulukan pelaksanaannya jika terjadi kendala yang berkaitan dengan dana proyek.
2. Sebagai acuan pengontrolan aliran dana pada suatu proyek.
3. Sebagai acuan pembayaran jasa pelaksanaan baik tukang, mandor, atau subkontraktor yang terlibat dalam proyek yang sama.

Pada penelitian ini RAB disusun dalam bentuk tabel-tabel dan dihitung menggunakan *software Microsoft Excel*. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan RAB.

1. Menentukan harga satuan pekerjaan, indeks harga satuan diambil dari SNI Tahun 2013
2. Menghitung daftar kuantitas pekerjaan (volume pekerjaan).
3. Menghitung harga tiap pekerjaan

$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{Harga Satuan} \times \text{Volume pekerjaan} \quad (3.1)$$

4. Menghitung jumlah keseluruhan harga satuan pekerjaan.
5. Membuat rekapitulasi dari setiap pekerjaan sehingga diperoleh biaya proyek (RAB).

3.6 Bestek Dan Gambar Bestek

Secara umum bestek dapat diartikan sebagai rangkaian peraturan dan syarat-syarat dalam pelaksanaan suatu pekerjaan bangunan atau proyek yang bersifat mengikat, diuraikan dengan rinci dan cukup jelas, sedangkan gambar bestek menurut Ibrahim (1994) adalah gambar detail lanjutan dari uraian gambar pra rencana dengan skala perbandingan ukuran yang lebih besar. Bestek dan gambar bestek dalam suatu proyek menjadi tolak ukur untuk menentukan kualitas dan skop pekerjaan. Pembuatan bestek dan gambar bestek, dapat membantu kontraktor dalam memberi gambaran bentuk dan macam bangunan untuk menyusun perhitungan RAB yang berkaitan dengan volume pekerjaan dari setiap pekerjaan yang akan dilaksanakan.

Volume pekerjaan atau kubikasi dapat diartikan sebagai banyaknya jumlah bagian pekerjaan dalam satu kesatuan yang dinyatakan dengan satuan tertentu. Volume pekerjaan dihitung dan diuraikan secara rinci sesuai gambar bestek dan gambar detail guna menentukan besar volume dari masing-masing pekerjaan.

3.7 Rencana Kerja (*Time schedule*)

3.7.1 Tinjauan Umum

Secara umum rencana kerja ialah rencana kerja dari suatu pekerjaan. Rencana kerja berfungsi untuk menentukan aktivitas yang terkait dengan penyelesaian proyek dalam bentuk urutan dan kerangka waktu tertentu, dimana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu. Selain itu rencana kerja juga berperan penting dalam meminimalisir terjadinya keterlambatan, pembengkakan biaya, dan perselisihan. Dari rencana kerja ini kontraktor dapat mengetahui waktu mulai dan selesainya suatu proyek.

Ibrahim (1994) menyatakan ada beberapa hal yang harus diperhatikan sebelum menyusun rencana kerja, yaitu:

1. Urutan langkah kerja tidak boleh terbalik.
2. Setiap bagian pekerjaan digambarkan dengan garis lurus sebagai garis kegiatan.

3. Panjang garis kegiatan ditentukan oleh jumlah satuan waktu, biasanya harian atau mingguan.
4. Jumlah hari atau minggu dapat dihitung berdasarkan jumlah tenaga kerja (produktivitas).
5. Bagian-bagian pekerjaan dapat digabungkan menjadi satu garis kegiatan.

3.7.2 Durasi dan Produktivitas Pekerja

Menurut Widiyanti dan Lenggogeni (2013) durasi adalah jumlah waktu perkiraan dalam menyelesaikan satu aktivitas yang ditampilkan dengan menggunakan satuan waktu. Durasi setiap pekerjaan dihitung kemudian disusun menjadi satu kesatuan sehingga terbentuklah penjadwalan proyek yang biasanya dinyatakan dalam satuan hari kerja.

Menurut Callahan, 1992, dalam buku Widiyanti dan Lenggogeni (2013) menyebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi durasi pada proyek konstruksi sebagai berikut.

1. Jumlah pekerjaan.
2. Jenis pekerjaan.
3. Jenis dan jumlah sumber daya yang tersedia.
4. Lingkungan yang mempengaruhi pekerjaan.
5. Metode konstruksi.
6. Batas waktu proyek.
7. Target selesainya pekerjaan dalam satu *shift* atau banyak *shift* atau lembur.
8. Siklus pekerjaan konstruksi.
9. Cuaca dan dampak lapangan pada produksi.
10. Kegiatan yang dapat dilakukan bersamaan.
11. Kualitas pengawasan.
12. Pelatihan dan motivasi tenaga kerja.
13. Tingkat kesulitan pekerjaan.

Husen (2011) mendefinisikan produktivitas kelompok pekerja sebagai kemampuan tenaga kerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dalam satuan

volume pekerjaan yang dibagi dalam satuan waktu. Produktivitas digunakan untuk menentukan jumlah tenaga dan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Produktivitas pekerja untuk menghitung durasi setiap pekerjaan pada penelitian ini diambil dari koefisien indeks SNI-7394-2008. Koefisien indeks tenaga kerja menunjukkan produktivitas tiap pekerja dalam menyelesaikan tiap satuan pekerjaan.

Sebagai contoh pekerjaan 1 m² bekisting untuk kolom menurut SNI-7394-2008 koefisien indeks tukang kayu adalah 0,33 OH. Artinya untuk menyelesaikan 1 m² bekisting kolom diperlukan 0,33 tukang kayu sehingga perhitungan produktivitas 1 tukang kayu tersebut adalah dengan membagi 1 m² volume pekerjaan bekisting kolom dengan indeks tukang kayu yaitu 0,33 didapatkan hasil 3,03 m². Artinya 1 tukang kayu dalam 1 hari dapat mengerjakan 3,03 m² pekerjaan bekisting kolom. Untuk perhitungan durasi pekerjaan dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Produktivitas} = \frac{1}{\text{indeks}} \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas} \times \text{jumlah pekerja}} \\ &= \frac{\text{Volume}}{\frac{1}{\text{indeks}} \times \text{jumlah pekerja}} \\ &= \frac{\text{Volume} \times \text{indeks}}{\text{jumlah pekerja}} \quad (3.3) \end{aligned}$$

3.8 Pembebanan

3.8.1 Karakteristik Beban

Beban adalah suatu kelompok gaya yang bekerja pada luasan struktur. Pembebanan pada struktur bangunan adalah salah satu hal yang penting dalam sebuah perencanaan. Kesalahan dalam perhitungan beban akan berakibat fatal pada kelangsungan struktur suatu bangunan, karenanya untuk merencanakan pembebanan pada struktur harus dihitung secara teliti dan sesuai dengan standar pembebanan agar nantinya bangunan aman dan kokoh saat digunakan.

Dalam meninjau suatu beban, selain menentukan besarnya, harus meninjau pula kondisi bagaimana beban tersebut diterapkan pada sistem struktur. Setiap elemen struktur akan mengalami deformasi atau perubahan bentuk jika menerima beban dan akan kembali seperti semula jika beban tersebut dihilangkan. Hal ini berhubungan dengan sifat elastis dari bahan-bahan struktur yang digunakan. Oleh karena itu struktur mempunyai kecenderungan untuk bergoyang ke samping (*sidesway*) atau melentur kebawah (*deflection*) pada saat beban bekerja.

Siswanto dan Budiyanto (2012) menyatakan sistem bekerjanya beban untuk elemen-elemen struktur gedung bertingkat adalah beban pelat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal, selanjutnya beban balok portal didistribusikan ke kolom dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui fondasi.

3.8.2 Jenis-Jenis Beban

Struktur suatu bangunan akan dipengaruhi oleh beban yang bersifat dari dalam dan dari luar. Beban dari dalam dibedakan menjadi beban mati (*dead load*) dan beban hidup (*live load*), sedangkan beban dari luar dipengaruhi oleh kondisi alam seperti gempa, angin, temperatur, dll. Beban-beban yang bekerja pada struktur dibedakan dan diuraikan sebagai berikut.

a. Beban Mati (q_D)

Beban mati adalah beban akibat berat sendiri dari struktur dan elemen-elemen penyusunnya yang bekerja vertikal ke bawah dan bersifat tetap. Untuk menghitung beban mati pada bangunan dilakukan dengan meninjau berat satuan material berdasarkan volume elemen. Berat satuan material secara empiris telah ditentukan dari peraturan yang berlaku di Indonesia. Beberapa berat bahan bangunan dan komponen gedung menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG) tahun 1987 diuraikan sebagai berikut.

1) Bahan bangunan:

a) Baja.....	7.850 kg/m ³
b) Beton bertulang.....	2.400 kg/m ³
c) Beton biasa	2.200 kg/m ³
d) Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung.....	2.200 kg/m ³
e) Pasir (jenuh air)	1.800 kg/m ³
f) Pasangan bata merah	1.700 kg/m ³
g) Pasir (kering)	1.600 kg/m ³

2) Komponen Gedung:

a) Dinding pasangan bata merah setengah bata.....	250 kg/m ²
b) Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari:	
– Semen asbes (eternit) dengan tebal maksimum 4mm.....	11 kg/m ²
– Kaca dengan tebal 3-4 mm.....	10 kg/m ²
c) Penutup atap genteng dengan reng dan usuk.....	50 kg/m ²
d) Penutup lantai dari tegel, keramik, dan beton (tanpa adukan) per cm tebal.....	24 kg/m ²
e) Adukan semen per cm tebal.....	21 kg/m ²

b. Beban Hidup (q_L)

Beban hidup adalah beban akibat fungsi atau penggunaan bangunan termasuk beban lantai dari barang-barang yang tidak tetap. Semua beban hidup

mempunyai karakteristik dapat berpindah atau bergerak seperti berat dari orang, perabot, mesin-mesin, peralatan, dll. Secara umum beban hidup bekerja vertikal ke arah bawah. Dalam menetapkan beban hidup, dipakai suatu pendekatan secara statistik sebagai suatu beban terbagi merata yang ekuivalen dengan berat dari pemakaian terpusat maksimum.

Beban hidup aktual yang sebenarnya bekerja pada struktur umumnya lebih kecil dari pada beban hidup rencana yang membebani struktur tersebut. Besarnya beban hidup terbagi merata yang diperhitungkan pada struktur bangunan ditentukan berdasarkan standar yang berlaku disesuaikan dengan fungsi bangunan yang direncanakan. Beban hidup yang bekerja pada bangunan dengan rencana fungsi rumah tinggal pada penelitian ini berdasarkan SNI 03-1727-2013 menggunakan beban atap sebesar 0,96 kN/m². Beban hidup atap dihitung untuk mengakomodasi pelaksanaan pemeliharaan akibat beban pekerja, peralatan, dan material selama masa layan struktur

c. Beban Ultimit (qU)

Beban ultimit merupakan kombinasi semua beban yang bekerja pada struktur dikalikan dengan faktor beban sesuai dengan jenis bebannya. Pada penelitian ini beban ultimit dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$qU = 1,2 qD + 1,6 qL \quad (3.4)$$

3.9 Komponen Struktur Rangka

Struktur rangka termasuk ke dalam komponen struktural dari sebuah bangunan. Komponen struktural adalah komponen yang mendukung tegaknya suatu bangunan. Struktur rangka pada suatu bangunan berfungsi menopang beban baik secara vertikal maupun secara horizontal dan meneruskan beban tersebut ke struktur fondasi. Komponen penyusun rangka pada bangunan rumah tinggal terdiri dari kolom, *sloof*, dan ring balk.

Pada penelitian ini, Momen desain yang digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan ring balok didapatkan dari hasil *output* aplikasi SAP 2000. Pengertian dan penjelasan dari komponen-komponen penyusun rangka pada bangunan rumah tinggal diuraikan sebagai berikut.

a. Kolom

Kolom merupakan elemen struktur tekan yang berfungsi menyangga beban aksial arah vertikal dan memikul beban dari balok kemudian meneruskan seluruh beban bangunan ke fondasi.. Sarwidi (2006) menyatakan konstruksi beton bertulang praktis tidak diharuskan perhitungan mekanika untuk perencanaan dimensi beton dan jumlah penulangannya.

Kolom yang digunakan adalah kolom praktis dari beton bertulang dengan ukuran 15 cm x 15 cm dengan tulangan utama Ø12 mm dan tulangan sengkang Ø8 mm berjarak 10 cm berdasarkan Pedoman Pd-T-14-2004-C tentang Pendetailan Konstruksi Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa Berbasis Pasangan. Kolom praktis ini difungsikan sebagai pengaku dinding sekaligus penyangga beban aksial.

b. Ring Balok (*Ring Balk*)

Ring balok adalah bagian struktur bangunan berupa balok beton bertulang yang diletakkan diatas dinding. Ring balok berfungsi sebagai pengikat dinding dan meratakan beban dari struktur atap. Pendimensian balok dilakukan dengan menghitung besarnya gaya-gaya dalam pada struktur. Syarat dimensi yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

$$\text{Tinggi balok diambil } h = \frac{1}{10} L - \frac{1}{15} L$$

$$\text{Lebar balok diambil } b = \frac{1}{2} h - \frac{2}{3} h$$

dengan:

h = tinggi balok (mm)

b = lebar balok (mm)

L = Panjang balok (mm)

Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk analisa tampang menurut SNI 03-2847-2013.

Perhitungan tulangan utama:

$$d_s = P_b + \emptyset S + \frac{\emptyset D}{2} \quad (3.5)$$

$$d = h - d_s \quad (3.6)$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} \quad (3.7)$$

$$c_b = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \times d \quad (3.8)$$

$$A_{s \text{ maks}} = \frac{0,85 \times 3 \times \beta_1 \times f_c'}{7 \times f_y} \times (b \times d) \quad (3.9)$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \quad (3.10)$$

$$M_n = (0,85 \times f_c' \times a \times b) \times (d - \frac{a}{2}) \quad (3.11)$$

$$A_{s \text{ min1}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 f_y} \times b \times d \quad (3.12)$$

$$A_{s \text{ min2}} = \frac{1,4}{f_y} \times b \times d \quad (3.13)$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \quad (3.14)$$

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y} \quad (3.15)$$

$$n = \frac{A_s}{A_s 1D} \quad (3.16)$$

$$A_s \text{ terpasang} = N \times A_s \text{ 1D} \quad (3.17)$$

$$JBD = \frac{b - 2Pb - 2\emptyset s - n \times D}{n - 1} \quad (3.18)$$

$$\epsilon_s = \frac{d - cb}{cb} \times \epsilon_c \quad (3.19)$$

$$\epsilon_t = \frac{dt - cb}{cb} \times \epsilon_c \quad (3.20)$$

$$M_u = \phi \times M_n \quad (3.21)$$

Keterangan :

- a = tinggi blok tegangan (mm)
- A_s = Luas tulangan (mm^2)
- b = Lebar penampang (mm)
- c = Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral (mm)
- cb = c dalam kondisi *balance* (mm)
- d = Jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik (mm)
- D = Tulangan pokok
- dt = d pada tulangan terluar (mm)
- E_s = Modulus elastisitas tulangan
- f'_c = Kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)
- f_y = Kuat leleh yang disyaratkan (MPa)
- h = Tinggi penampang (mm)
- m = Momen (Nmm)
- M_n = Kuat momen nominal pada penampang (Nmm)
- M_u = Momen terfaktor pada penampang (Nmm)
- n = Jumlah tulangan pokok
- \emptyset = Diameter (mm)
- Pb = Selimut beton (mm)
- S = Tulangan sengkang
- β_1 = Rasio bentang bersih

ϵ_c	= Regangan beton
ϵ_s	= Regangan baja
ϵ_y	= Regangan leleh baja
ϕ	= Faktor reduksi

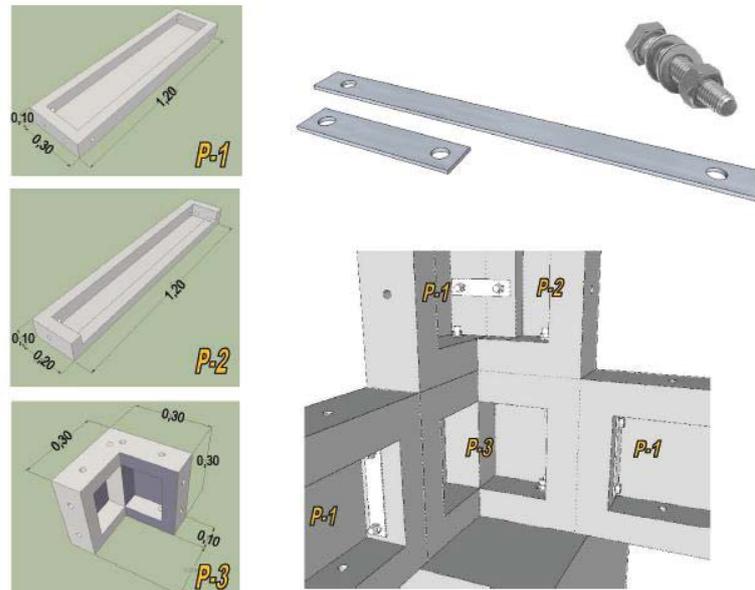
c. Sloof

Sloof merupakan balok beton bertulang yang diletakkan secara horizontal di atas fondasi. Fungsi dari sloof adalah meratakan beban dari kolom dan dinding yang selanjutnya diteruskan ke struktur fondasi dan menjadi pengunci dinding jika terjadi pergerakan pada tanah.

Desain sloof yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari beton bertulang ukuran 15 cm x 20 cm dengan tulangan utama $\text{Ø}12$ mm dan tulangan sengkang $\text{Ø}8$ mm berjarak 15 cm. Desain ini mengacu pada persyaratan teknis Pedoman Pd-T-14-2004-C tentang Pendetailan Konstruksi Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa Berbasis Pasangan rancangan Departemen Pekerjaan Umum.

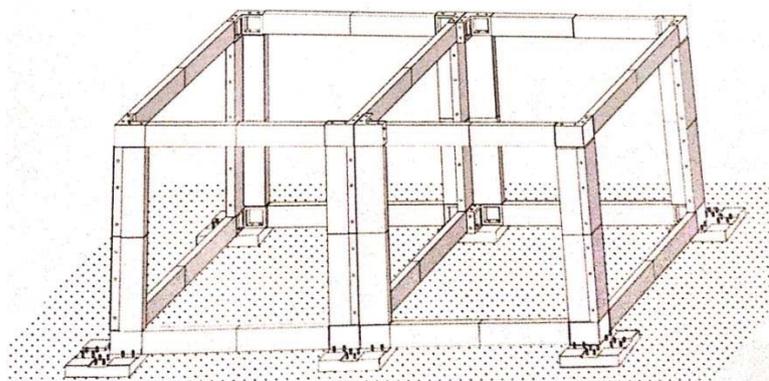
3.10 Komponen Rumah Sistem RISHA

Panel adalah suatu bidang pemisah ruangan dimana permukaannya tertutup dan tidak tembus pandang. Komponen struktural utama pada teknologi rumah sistem RISHA sebelum pengembangan tahun 2006 terdiri dari 3 panel, yaitu: panel struktural tipe 1 (P1), panel struktural tipe 2 (P2), dan panel simpul (P3). Panel struktural (P1 dan P2) berperan sebagai penahan atau pemikul beban, baik beban mati maupun beban hidup. Panel struktural tersebut digunakan sebagai kolom, balok, dan *sloof*, sedangkan panel simpul (P3) berperan sebagai penyambung antar panel struktural. Panel-panel tersebut disambung dengan menggunakan baut galvanis dan mur kunci beserta ring bulat dengan spesifikasi tertentu. Untuk bentuk dan ukuran tiap panel dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Panel P1, P2, dan P3 Sebelum Pengembangan Tahun 2006
(Sumber : Wantoro, 2016)

Rumah Sistem RISHA merupakan teknologi yang menggunakan bahan beton bertulang sebagai komponen strukturalnya. Teknologi rumah sistem RISHA menerapkan sistem pra-cetak secara pabrikasi sehingga produk yang dihasilkan memiliki ukuran dan spesifikasi yang sama. Beton bertulang didesain sedemikian rupa untuk dapat memikul beban yang bekerja. Rumah sistem RISHA tersusun dari panel-panel yang disusun dan dirangkai sesuai ukuran modular, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Modular Rumah Sistem RISHA
(Sumber : Sabaruddin dan Sukmana, 2015)

Keunggulan dari teknologi rumah sistem RISHA menurut Sabaruddin dan Sukmana (2015) meliputi:

1. Sederhana
Prototipe rumah sistem RISHA mewujudkan teknologi tepat guna dengan kesederhanaan bentuk, ukuran, dan bahan.
2. Cepat
Waktu pemasangan komponen-komponen rumah sistem RISHA untuk satu model sekitar 9 jam dengan jumlah tenaga 3 orang.
3. Fleksibel
Teknologi rumah sistem RISHA dapat dikembangkan untuk rumah mewah (dengan memperkuat bagian lantai bawah).
4. Ramah Lingkungan
Penggunaan material alam dalam teknologi rumah sistem RISHA sangat hemat berdasarkan penelitian Puslitbang Permukiman tentang Konsumsi Kayu Pada Berbagai Jenis Konstruksi Rumah.
5. Kuat dan *Durabel*
Rumah sistem RISHA memiliki keandalan terhadap beban gempa sampai daerah zonasi 6 yaitu daerah risiko gempa paling tinggi di Indonesia.
6. Berkualitas
Teknologi rumah sistem RISHA menggunakan sistem cetak sehingga ukuran maupun spesifikasinya sama dan terjamin karena mengacu pada ketentuan SNI.

Spesifikasi bahan yang digunakan dalam membuat panel rumah sistem RISHA adalah sebagai berikut.

1. Agregat halus :butiran keras dengan ukuran 0.075-0.5 m, tidak mengandung zat organik yang mengurangi mutu beton.
2. Agregat kasar :butir keras dengan ukuran 5- 20 mm, kadar lumpur maksimum 1% berat.
3. Semen : semen hidrolis type-1.
4. Air : tidak mengandung lumpur dan minyak.

5. Baja tulangan : diameter 6 mm dan 8 mm dengan tegangan leleh minimal 240 MPa (2400 kg/cm²).
6. *Wire mash*
7. Baut penyambung :
 - a) Penyambung struktur-struktur : baut galvanis diameter 12 mm, panjang 100 mm, dan tegangan leleh (f_y) minimal 400 MPa (4000 kg/cm²) dengan kepala baut 19 mm dan ring bulat diameter dalam 15 mm, diameter luar 300 mm, dan tebal 2 mm.
 - b) Penyambung struktur-partisi : baut biasa diameter 10 mm dan panjang 120 mm, dengan f_y minimal 320 MPa (3200 kg/cm²).
 - c) Penyambung partisi-partisi : baut biasa diameter 8 mm, panjang 100 mm, dengan f_y minimal 320 MPa (3200 kg/cm²).
8. Mutu beton : f_c' 25 MPa, atau setara dengan K300, dengan nilai *slump* minimal 100 mm.

Pengerjaan pembuatan panel struktural rumah sistem RISHA yang dilakukan secara pabrikasi meliputi tahapan sebagai berikut:

1. Penulangan pokok dan sengkang
2. Pemasangan tulangan dalam cetakan
3. Pelaksanaan pengecoran
4. Pembukaan cetakan
5. Perawatan beton

Rumah sistem RISHA mengalami pengembangan pada tahun 2006 dengan adanya penyederhanaan pada komponen struktur rangka. Struktur rangka yang sebelumnya terdiri dari 3 panel yaitu: P1, P2, dan P3 berubah menjadi 2 panel saja yakni P1 dan P2 dengan beberapa modifikasi bentuk dan ukuran. Harapannya dengan modifikasi ini, struktur rangka yang direncanakan lebih praktis dan lebih fleksibel. Panel P1 dan P2 setelah pengembangan dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Panel P1 dan P2 Hasil Pengembangan 2006

(Sumber: BAPPEDA Bantul, 2017)

Panel P1, P2, dan P3 disusun sehingga membentuk struktur rangka bangunan rumah tinggal sebagai pengganti dari fungsi kolom, ring balok, dan *sloof*. Konstruksi rangka dengan rumah sistem RISHA pengembangan tahun 2006 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Struktur Rangka Rumah Sistem RISHA

(Sumber: BAPPEDA Bantul, 2017)