

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek merupakan suatu kegiatan yang bersifat sementara, yang berlangsung dalam rentang waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999).

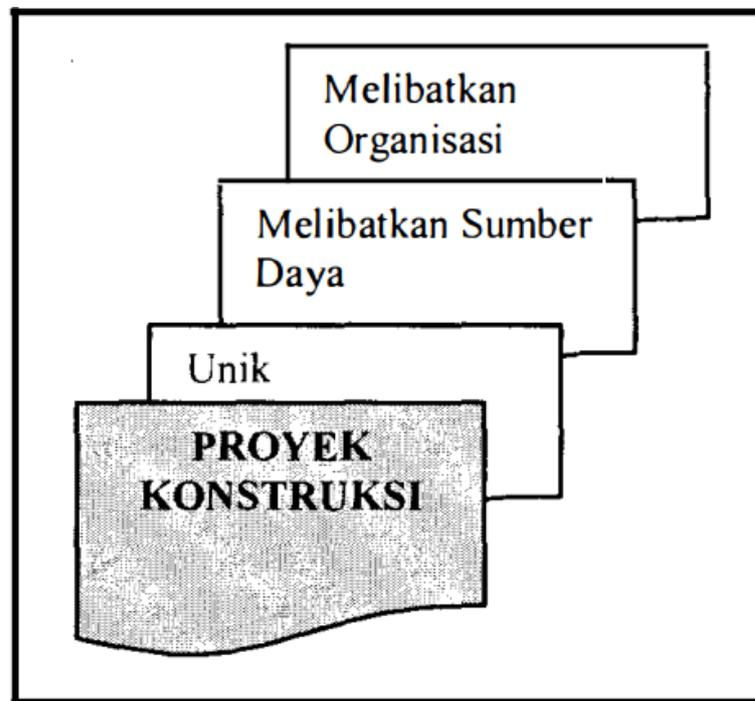
Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka pendek serta jelas waktu awal dan akhir kegiatannya. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, ada suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait baik secara langsung maupun tidak langsung (Labombang, 2011).

Proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi, yaitu unit, melibatkan sejumlah sumber daya, dan membutuhkan organisasi, kemudian proses penyelesaiannya harus berpegang pada tiga kendala (*triple constrain*) yaitu sesuai spesifikasi, sesuai *time schedule*, dan sesuai estimasi biaya (Ervianto, 2005).

Tiga karakteristik proyek konstruksi adalah:

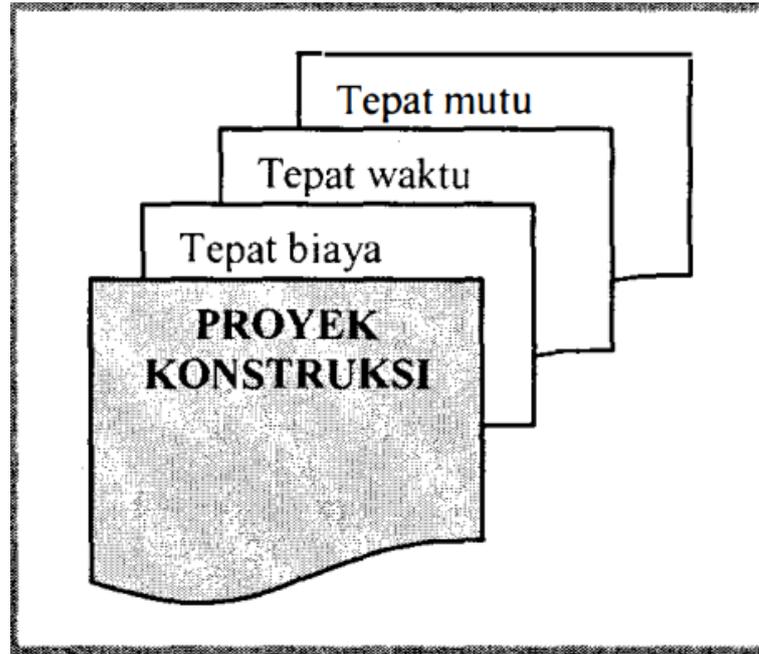
1. Proyek bersifat unik, keunikan dari proyek konstruksi adalah tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek identik, yang ada adalah proyek sejenis), proyek bersifat sementara, dan selalu melibatkan grup pekerja yang berbeda-beda

2. Membutuhkan sumber daya (*resources*), setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya dalam penyelesaiannya, yaitu pekerja dan "sesuatu" (uang, mesin, metoda, material).
3. Membutuhkan organisasi, setiap organisasi mempunyai keragaman tujuan dimana di dalamnya terlibat sejumlah individu dengan ragam keahlian, ketertarikan, kepribadian dan juga ketidakpastian. Langkah awal yang harus dilakukan oleh manajer proyek adalah menyatukan visi menjadi satu tujuan yang telah ditetapkan oleh organisasi.



Gambar 2. 1 Tiga Karakteristik Proyek Konstruksi

(Sumber: Ervianto, 2005)



Gambar 2. 2 Tiga Kendala Proyek Konstruksi

(Sumber: Ervianto, 2005)

2.2 Konstruksi Bangunan Gedung

Pekerjaan konstruksi berdasarkan Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi dalam Pasal 1 ayat (1), “Pekerjaan Konstruksi adalah keseluruhan atau sebagian kegiatan yang meliputi pembangunan, pengoperasian, pemeliharaan, pembongkaran, dan pembangunan kembali suatu bangunan”.

Definisi bangunan gedung sendiri terdapat dalam Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung dalam Pasal 1 ayat (1), “Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus”.

Berdasarkan uraian tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa konstruksi bangunan gedung merupakan sebuah rangkaian keseluruhan yang meliputi penmbangunan untuk mencapai tujuan proyek dalam bentuk fisik yang menjadi satu dengan tempat dan kedudukannya, yang berfungsi sebagai tempat manusia berkegiatan.

2.2.1 Struktur Bangunan

Struktur bangunan gabungan dari beberapa bagian yang ada pada sebuah bangunan, seperti pondasi, *sloof*, kolom, balok, kuda-kuda, hingga atap. Setiap bagian struktur bangunan tersebut juga mempunyai fungsi dan peranannya masing-masing. Kegunaan lain dari struktur bangunan yaitu meneruskan beban bangunan dari bagian bangunan atas menuju bagian bangunan bawah, lalu menyebarkannya ke tanah.

2.2.1.1 Jenis – Jenis Struktur Bangunan

Bangunan biasanya dibagi menjadi beberapa tipe struktur, diantaranya jenis – jenis struktur yang sering digunakan pada gedung adalah sebagai berikut:

1. Struktur Beton Bertulang

Struktur beton bertulang adalah struktur bangunan yang banyak digunakan untuk tingkat struktur menengah sampai tinggi. Struktur ini banyak digunakan karena pengerjaannya mudah dan sudah menjadi struktur yang umum digunakan.

2. Struktur Baja

Struktur ini biasa digunakan pada bangunan bertingkat karena memiliki kekuatan dan daktilitas yang tinggi bila dibandingkan dengan material struktur lainnya.

3. Struktur Komposit

Struktur ini merupakan perpaduan dari dua jenis material struktur yang ada, biasanya kombinasi antara baja dan beton bertulang. Struktur komposit biasa digunakan pada struktur bangunan menengah sampai tinggi.

2.2.1.2 Komponen Struktur Bangunan

Struktur bangunan terbagi menjadi beberapa komponen struktur bangunan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Pondasi

Pondasi merupakan bagian bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah yang berguna sebagai penahan bangunan di atasnya serta menyalurkan beban bangunan ke tanah.

2. Struktur Basemen

Struktur basemen merupakan salah satu struktur bangunan yang digunakan sebagai alternatif dari keterbatasan lahan guna menambah ruang.

3. Kolom

Kolom merupakan struktur bangunan yang berperan penting bagi ketahanan suatu bangunan tersebut, apabila kolom tidak mampu menahan beban bangunan maka bisa dipastikan bahwa bangunan tersebut bisa saja runtuh. Maka dari itu kolom harus di buat kokoh guna menahan beban komponen lainnya.

4. Balok

Balok merupakan struktur bangunan yang tidak kalah penting, dikarenakan balok berfungsi sebagai penyalur beban lantai menuju ke kolom.

5. Plat Lantai

Plat lantai merupakan struktur bangunan yang berguna menahan beban langsung dari barang yang ada di atasnya yang kemudian disalurkan menuju balok. Sistem plat lantai ada dua yaitu satu arah dan dua arah.

6. Tangga

Tangga merupakan penghubung antar lantai, tangga terdiri dari beberapa komponen seperti plat, bordes, dan anak tangga. Tangga juga memiliki banyak tipe antara lain tangga membentang horizontal, melayang, sepiral, dan terjepit sebelah yang bertumpu pada balok tengah.

7. Atap

Atap merupakan struktur bangunan yang berguna melindungi penghuninya. Pembuatan atap menyesuaikan daerah tempat bangunan tersebut. Pada atap terdapat rangka atap yang berguna menopang atap tersebut, Sedangkan penopang rangka atap biasanya berupa balok kayu, beton, ataupun baja.

2.3 Kontrak Kerja Konstruksi

Kontrak kerja konstruksi dalam Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi dalam Pasal 1 ayat (8), “ Kontrak kerja konstruksi adalah keseluruhan dokumen kontrak yang mengatur hubungan hukum antara Pengguna Jasa dan Penyedia Jasa dalam penyelenggaraan Jasa Konstruksi’.

Berdasarkan Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi dalam Pasal 47 ayat (1), Kontrak kerja konstruksi harus mencakup uraian mengenai:

1. Para pihak, memuat secara jelas identitas para pihak.

2. Rumusan pekerjaan, memuat uraian yang jelas dan rinci tentang lingkup kerja, nilai pekerjaan, harga satuan, lumpsum, dan batasan waktu pelaksanaan.
3. Masa pertanggungan, memuat tentang jangka waktu pelaksanaan dan pemeliharaan yang menjadi tanggung jawab penyedia jasa.
4. Hak dan kewajiban yang setara, memuat hak pengguna jasa untuk memperoleh hasil Jasa Konstruksi dan kewajibannya untuk memenuhi ketentuan yang diperjanjikan, serta hak Penyedia Jasa untuk memperoleh informasi dan imbalan jasa serta kewajibannya melaksanakan layanan Jasa Konstruksi.
5. Penggunaan tenaga kerja konstruksi, memuat kewajiban mempekerjakan tenaga kerja konstruksi bersertifikat.
6. Cara pembayaran, memuat ketentuan tentang kewajiban pengguna jasa dalam melakukan pembayaran hasil layanan jasa konstruksi, termasuk di dalamnya jaminan atas pembayaran.
7. Wanprestasi, memuat ketentuan tentang tanggung jawab dalam hal salah satu pihak tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana diperjanjikan.
8. Penyelesaian perselisihan, memuat ketentuan tentang tata cara penyelesaian perselisihan akibat ketidaksepakatan.
9. Pemutusan kontrak kerja konstruksi, memuat ketentuan tentang pemutusan kontrak kerja konstruksi yang timbul akibat tidak dapat dipenuhinya kewajiban salah satu pihak.
10. Keadaan memaksa, memuat ketentuan tentang kejadian yang timbul di luar kemauan dan kemampuan para pihak yang menimbulkan kerugian bagi salah satu pihak.

11. Kegagalan bangunan, memuat ketentuan tentang kewajiban penyedia jasa dan/atau pengguna jasa atas kegagalan bangunan dan jangka waktu pertanggungjawaban kegagalan bangunan.
12. Pelindungan pekerja, memuat ketentuan tentang kewajiban para pihak dalam pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja serta jaminan sosial.
13. Perlindungan terhadap pihak ketiga selain para pihak dan pekerja, memuat kewajiban para pihak dalam hal terjadi suatu peristiwa yang menimbulkan kerugian atau menyebabkan kecelakaan dan/atau kematian.
14. Aspek lingkungan, memuat kewajiban para pihak dalam pemenuhan ketentuan tentang lingkungan.
15. Jaminan atas risiko yang timbul dan tanggung jawab hukum kepada pihak lain dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi atau akibat dari kegagalan bangunan.
16. Pilihan penyelesaian sengketa konstruksi

2.3.1 Bentuk Kontrak Kerja Konstruksi

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2012 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 tentang Pengadaan Barang Atau Jasa Pemerintah, bentuk kontrak kerja adalah sebagai berikut:

1. Kontrak berdasarkan cara pembarayan, meliputi:
 - a. Kontrak lump sum;
 - b. Kontrak harga satuan;
 - c. Kontrak gabungan lump sum dan harga satuan;
 - d. Kontrak persentase; dan
 - e. Kontrak terima jadi (*turnkey*).

2. Kontrak berdasarkan pembebanan tahun anggaran, meliputi:
 - a. Kontrak tahun tunggal; dan
 - b. Kontrak tahun jamak.
3. Kontrak berdasarkan sumber pendanaan
 - a. Kontrak pengadaan tunggal;
 - b. kontrak pengadaan bersama; dan
 - c. Kontrak payung (*framework contract*)
4. Kontrak berdasarkan jenis pekerjaan
 - a. Kontrak pengadaan pekerjaan tunggal; dan
 - b. Kontrak pengadaan pekerjaan terintegrasi.

2.3.2 Perubahan Kontrak Kerja Konstruksi

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi, sering terjadinya perubahan kontrak merupakan hal yang umum. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan konstruksi itu sendiri. Besarnya kemungkinan terjadinya perubahan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi menyebabkan perlunya pengaturan yang jelas mengenai perubahan kontrak konstruksi. Dalam hal perubahan kontrak konstruksi tersebut, terdapat tiga istilah yang sering digunakan, yaitu Adendum dan Amandemen, *Contract Change Order* (CCO), dan *Variation Order* (Maulana, 2016).

1. Adendum dan Amandemen

Definisi adendum dan amandemen adalah lmapiran, suplemen, dan tambahan. Jika pada saat kontrak berlangsung ternyata terdapat hal-hal yang belum cukup diatur dalam kontrak tersebut, dapat dilakukan musyawarah untuk suatu mufakat akan hal yang belum diatur tersebut. Untuk itu ketentuan atau

hal-hal yang belum diatur tersebut harus dituangkan dalam bentuk tertulis sama seperti kontrak yang telah dibuat.

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) addendum dan Amandemen memiliki arti yang sama yaitu, sama – sama mengandung arti penambahan. Dapat dilihat bahwa kata amandemen memiliki makna yang lebih luas dari addendum. Kata amandemen mengandung arti merubah, sedangkan kata addendum (berasal dari bahasa Inggris *add*) mengandung arti penambahan. Dapat disimpulkan bahwa jika addendum merupakan bagian dari amandemen, dimana jika terjadi penambahan/pengurangan, maka otomatis terjadi perubahan.

2. *Contract Change Order (CCO)*

Contract Change Order (CCO) merupakan surat kesepakatan antara pemilik proyek dan kontraktor untuk menegaskan adanya revisi-revisi rencana, dan jumlah kompensasi biaya kepada kontraktor yang terjadi pada saat pelaksanaan konstruksi, setelah penandatanganan kontrak kerja antara pemilik dan kontraktor. Pendapat lain, *Contract Change Order (CCO)* menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum (1999) dalam (Maulana, 2016) adalah pekerjaan tambah kurang untuk menyesuaikan volume lapangan atau perubahan jadwal tanpa merubah pasal-pasal kontrak. Di dalam pelaksanaannya yaitu perubahan secara tertulis antara Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) dan Penyedia/Rekanan/Kontraktor untuk mengubah kondisi dokumen kontrak awal, dengan menambah atau mengurangi pekerjaan.

3. *Variation Order*

Variation Order ialah perubahan kontrak yang berbentuk variasi (*variation*) dan penyesuaian (*Adjustment*). Variasi berarti semua perubahan terhadap Pekerjaan, yang diperintahkan atau disetujui sebagai suatu perubahan (Maulana, 2016). Penyesuaian merupakan bagian dari variasi yang dibagi dalam dua jenis yaitu penyesuaian akibat perubahan peraturan dan penyesuaian akibat perubahan biaya. Perubahan dalam penyesuaian berasal dari faktor eksternal proyek misalnya keterlambatan pekerjaan karena perubahan perundang – undangan dan perubahan biaya proyek akibat nilai tukar mata uang yang menurun.

2.4 Manajemen Proyek Konstruksi

Definisi 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 (Ervianto, 2005).

Menurut Widiasanti (2013) manajemen proyek memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Perencanaan, yaitu tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data/informasi, asumsi maupun fakta kegiatan yang akan dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang,
2. Pengorganisasian, yaitu tindakan guna mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing – masing, saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu,
3. Pelaksanaan, menggerakkan orang yang tergabung dalam organisasi agar melakukan kegiatan yang telah ditetapkan di dalam planning, dan

4. Pengendalian, yaitu usaha yang tersistematis dari perusahaan untuk mencapai tujuannya dengan cara membandingkan prestasi kerja dengan rencana dan Membuat tindakan yang tepat untuk mengoreksi

Manajemen proyek sangat dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan konstruksi, baik itu pembangunan dalam skala kecil maupun besar. Manajemen proyek melakukan penerapan fungsi manajemen pada suatu proyek secara sistematis dengan menggunakan sumber daya manusia, barang, dan peralatan secara efektif dan efisien agar dikerjakan secara optimal.

Manajemen yang efektif adalah bagaimana cara merencanakan dan mengelola proyek tepat waktu dengan anggaran yang wajar. Kunci dalam manajemen proyek adalah pengetahuan seorang manajemen proyek tentang pemanfaatan yang saling berkaitan yaitu uang, waktu dan cakupan pekerjaan mengatur proyek. Hal yang paling penting dalam merencanakan proyek yaitu harus sangat teliti dan hati-hati untuk menghasilkan hasil yang optimal.

Menurut Huzaini (2021) pengolahan suatu proyek terdapat tiga unsur manajemen yaitu:

1. Terdapat tujuan atau target tertentu yang ingin dicapai (tujuan adanya proyek tersebut),
2. Terdapat proses kegiatan dalam mencapai tujuan tertentu tersebut, dan
3. Memerlukan sumber daya dalam proses kegiatan agar mencapai tujuan tersebut.

Berdasarkan uraian diatas dalam suatu proyek perlu adanya sebuah perencanaan proyek yang baik, koordinasi yang baik, arahan yang baik, dan pengawasan yang baik hingga tujuan dari proyek bisa tercapai.

2.4.1 Aspek Manajemen Proyek

Manajemen proyek hal yang harus mempertimbangkan masalah yang kemungkinan timbul ketika proyek dilaksanakan agar output proyek sesuai dengan sasaran dan tujuan yang direncanakan.

Aspek yang dapat diidentifikasi dan menjadi masalah dalam manajemen proyek serta membutuhkan penanganan dengan cermat, antara lain:

1. Aspek Keuangan

Pembiayaan proyek menjadi sangat krusial bila proyek berskala besar dengan angka kompleksitas yang rumit, membutuhkan analisis keuangan yang cermat dan terencana.

2. Aspek Anggaran Biaya

Berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian biaya selama proek berlangsung. Perencanaan matang dan terperinci akan memudahkan proses pengendalian biaya.

3. Aspek Manajemen Sumber Daya Manusia

Kebutuhan dan alokasi sumber daya manusia selama proyek berlangsung, maka untuk mengurangi masalah perencanaan SDM harus melalui *staffing* dan penjelasan tentang sasaran dan tujuan proyek.

4. Aspek Manajemen Produksi

Agar pengendaliannya bekerja dengan baik, maka perlu dilakukan peningkatan produktivitas SDM, efisiensi produk dan kerja, kualitas produk dan pengendalian mutu.

5. Aspek Harga

Kondisi eksternal dalam persaingan harga dapat merugikan perusahaan karena produk yang dihasilkan kalah bersaing dengan produk lain.

6. Aspek Efektifitas dan Efisiensi

Hal ini dapat merugikan bila hasil produksi yang dihasilkan tidak terpenuhi atau tidak efektif.

7. Aspek Pemasaran

Hal ini berkaitan dengan perkembangan faktor eksternal sehubungan dengan persaingan harga, strategi promosi, mutu produk, dan analisis pasar yang salah terhadap produk yang dihasilkan.

8. Aspek Mutu

Berkaitan dengan kualitas produk akhir yang dapat meningkatkan daya asing dan memberikan kepuasan bagi pelanggan.

9. Aspek Waktu

Masalah waktu dapat menimbulkan kerugian biaya apabila terdapat keterlambatan dari yang awalnya sudah direncanakan dan sebaliknya akan menguntungkan bila dapat dipercepat.

2.4.2 Sasaran Manajemen Proyek

Manajemen proyek memiliki beberapa sasaran utama yang harus diraih, dengan sebagai berikut:

1. Pengembangan dan penyelesaian suatu proyek dalam anggaran yang telah ditentukan, jangka waktu yang telah ditetapkan dan kualitas bangunan proyek sesuai dengan spesifikasi.
2. Menciptakan organisasi di kantor pusat maupun lapangan yang menjamin beroperasi pekerjaan proyek secara kelompok.

3. Menciptakan iklim kerja yang baik dari segi sarana, kondisi kerja, keselamatan kerja dan komunikasi timbal balik antara atasan dan bawahan.
4. Menjaga keselarasan hubungan antara sesamanya sehingga orang yang bekerja akan didorong untuk memberikan yang terbaik dari kemampuan dan keahlian mereka.

2.4.3 Tujuan Manajemen Proyek

Proses manajemen proyek harus bisa mencapai tujuan proyek secara efektif dan efisien dapat tercapai. Berikut tujuan – tujuan manajemen proyek sebagai berikut

1. Tepat waktu, penyelesaian suatu proyek sesuai dengan waktu yang ditentukan dan tidak terjadi keterlambatan.
2. Anggaran sesuai perencanaan, penggunaan anggaran dalam proyek sesuai dengan rencana anggaran yang telah disusun dan tidak ada pemborosan serta biaya tambahan di luar rencana.
3. Kualitas sesuai dengan spesifikasi rencana.
4. Berjalannya sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja

2.5 Perencanaan / Penjadwalan Proyek

Definisi Penjadwalan proyek menurut Arifudin (2011), penjadwalan proyek adalah pembuatan rencana pelaksanaan setiap kegiatan di dalam suatu proyek dengan mengoptimalkan efisiensi pemakaian waktu dan sumber daya yang tersedia, tetapi kesesuaian presedensi diantara kegiatan tetap dipenuhi. Ada beberapa tujuan penjadwalan proyek meliputi:

1. Menentukan jadwal paling awal dan paling akhir dari waktu mulai dan berakhir untuk setiap kegiatan yang mengarah ke waktu penyelesaian paling awal untuk keseluruhan proyek.
2. Menghitung kemungkinan bahwa proyek akan selesai dalam jangka waktu tertentu.
3. Mencari biaya jadwal minimum yang akan menyelesaikan sebuah proyek dengan tanggal tertentu.
4. Menginvestigasi bagaimana keterlambatan untuk kegiatan tertentu mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek.
5. Monitoring sebuah proyek untuk menentukan apakah berjalan tepat waktu dan sesuai anggaran.
6. Mencari jadwal kegiatan yang akan memuluskan alokasi sumber daya selama durasi proyek.

2.5.1 Waktu Dan Durasi Pekerjaan

Penjadwalan terdapat dua perbedaan yaitu, (*time*) dan kurun waktu (*duration*). Perbedaannya waktu itu untuk menyatakan siang / malam, sedangkan kurun waktu menunjukkan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam meakukan suatu kegiatan (Husen, 2011).

Menentukan durasi dalam suatu kegiatan dilandasi dari volume pekerjaan dan produktivitas kelompok pekerjaan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. produktivitas didapat dari pengalaman kelompok pekerja yang telah dilakukan sebelumnya. Durasi pekerjaan ini dapat dirumuskan, sebagai berikut:

$$\text{Durasi Pekerjaan} = \text{volume pekerjaan} / \text{produktivitas kelompok pekerja}$$

2.5.2 Bobot Pekerjaan

Bobot pekerjaan atau *weight factor* adalah besarnya nilai harga satu unit pekerjaan dibandingkan biaya pekerjaan seluruhnya. Bobot pekerjaan ini dapat dirumuskan dalam bentuk persen, sebagai berikut:

$$\text{Bobot (\%)} = \frac{\text{Jumlah biaya setiap pekerjaan}}{\text{Nilai proyek}} \times 100 \% \quad (2.1)$$

2.5.3 Bagan Balok / *Bar Chart*

Bar Chart ditemukan oleh Gantt dan Fredick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, dengan Panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan, format bagan baloknya informatif, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana (Husen, 2011).

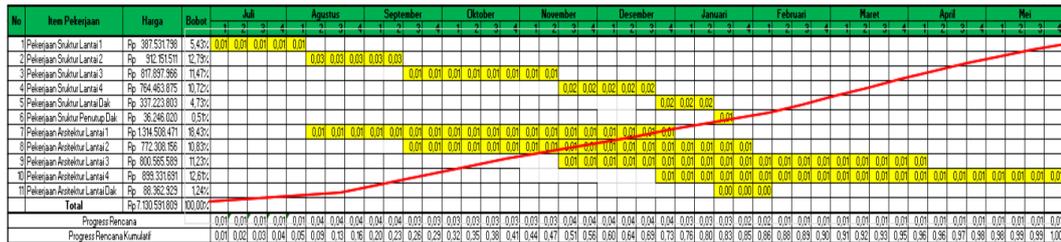
Bar chart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, dan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang (Sutomo et al., 2016).

Bagan balok terdiri atas sumbu x dan sumbu y, sumbu y yang menyatakan uraian kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek sedangkan sumbu x menyatakan durasi atau waktu yang dibutuhkan dalam setiap aktifitas dengan satuan harian, mingguan dan bulanan sebagai durasinya.

Menurut Husen (2011) bagan balok juga dapat ditentukan *milestone/baseline* bagian target yang harus diperhatikan untuk kelancaran produktivitas proyek secara keseluruhan. Untuk proses *updating*, bagan balok dapat diperpendek atau diperpanjang dengan memperhatikan total *float*-nya, alhasil yang menunjukkan durasi kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhna dalam proses perbaikan jadwal tersebut.

Penggunaan Kurva – S digunakan sebagai berikut:

1. Analisa kemajuan proyek secara keseluruhan.
2. Analisis kemajuan untuk satu unit pekerjaan atau elemen-elemennya.
3. Untuk menyiapkan rancangan produksi gambar, menyusun pengajuan pembelian bahan material, penyiapan alat maupun tenaga kerja.
4. Analisis dana proyek .



Gambar 2. 4 Contoh Kurva – S Proyek Pembangunan Gedung 4 Lantai

2.6 Estimasi Biaya Proyek

Estimasi biaya adalah perhitungan kebutuhan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu kegiatan atau pekerjaan sesuai dengan persyaratan atau kontrak (Samsudin & Saepulyadi, 2017). Estimasi biaya proyek secara umum dapat dibagi 4 jenis, yaitu:

1. Estimasi kasar untuk pemilik

Estimasi ini dibutuhkan oleh pemilik untuk memutuskan akan melaksanakan ide membangun proyek atau tidak. Biasanya dalam hal ini, pemilik dibantu dengan studi kelayakan.

2. Estimasi pendahuluan oleh konsultan perencana

Estimasi ini dilakukan setelah desain selesai dibuat oleh konsultan perencana. Estimasi ini lebih teliti daripada estimasi yang sebelumnya, sebab sudah ada gambar dan Rencana Kerja Syarat (RKS) yang lengkap.

3. Estimasi detail oleh kontraktor

Estimasi ini dibuat oleh kontraktor setelah melihat desain konsultan perencana (bestek dan gambar bestek), estimasi dibuat lebih terperinci dan teliti karena sudah memperhitungkan segala kemungkinan (melihat medan, mempertimbangkan metoda pelaksanaan, mempunyai stok bahan-bahan tertentu).

4. Biaya sesungguhnya setelah proyek selesai

Bagi pemilik sebetulnya *fixed price* yang tercantum dalam kontrak adalah yang terakhir, kecuali dalam pelaksanaan terjadi pekerjaan tambah dan kurang. Bagi kontraktor nilai tersebut adalah penerimaan yang *fixed*, sedangkan pengeluaran yang sesungguhnya yaitu segala yang dikeluarkan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Besarnya real cost tersebut hanya diketahui oleh kontraktor sendiri.

Menurut Samsudin & Saepulyadi (2017) dalam estimasi biaya proyek meliputi analisi perhitungan terhadap beberapa unsur yang sebagaimana berikut:

1. Biaya material

Analisis meliputi perhitungan seluruh kebutuhan volume dan biaya material yang digunakan untuk setiap komponen bangunan, baik material pokok maupun penunjang.

2. Biaya Tenaga kerja

Estimasi komponen tenaga kerja merupakan aspek paling sulit dari keseluruhan analisis biaya konstruksi. Banyak sekali faktor berpengaruh yang harus diperhitungkan antara lain kondisi tempat kerja, ketrampilan, lama waktu

kerja, kepadatan penduduk, persaingan, produktivitas dan indeks biaya hidup setempat.

3. Biaya Peralatan

Estimasi biaya peralatan termasuk pembelian atau sewa, mobilisasi, memasang, membongkar dan pengoperasian selama konstruksi berlangsung. Karena menyangkut pembiayaan mahal, maka untuk memilih sesuatu peralatan harus dilihat kebutuhan sebenarnya berdasarkan kemampuannya, kapasitas, cara operasi dan spesifikasi teknis lainnya.

4. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung dibagi dua golongan yaitu biaya umum (overhead) dan biaya proyek. Yang dikelompokkan sebagai biaya umum meliputi: gaji personil tetap kantor pusat dan lapangan, sewa kantor, telepon dll. Sedangkan yang dikelompokkan sebagai biaya proyek, pengeluarannya dapat dibebankan pada proyek tetapi tidak dimasukkan pada biaya material, upah kerja atau peralatan.

5. Keuntungan Perusahaan

Nilai keuntungan perusahaan pada umumnya dinyatakan sebagai persentase dari seluruh jumlah pembiayaan. Nilainya dapat berkisar antara 8 % – 12 %.

2.6.1 Volume Pekerjaan

Volume Pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya isi pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi Pekerjaan sesuai gambar bestek dan gambar detail (Sutomo et al., 2016).

Perhitungan volume disusun secara sistematis dengan lajur tabelaris dengan pengelompokan pekerjaan persiapan diantaranya sebagai berikut:

1. Pekerjaan tanah dan pondasi.

2. Pekerjaan struktur beton, pekerjaan dinding.
3. Pekerjaan plapis lantai dan dinding.
4. Pekerjaan kusen, pintu dan jendela.
5. Pekerjaan plafond.
6. Pekerjaan pengecatan.
7. Pekerjaan atap.
8. Pekerjaan sanitair.
9. Pekerjaan railing.
10. Pekerjaan tampak muka dan halaman.
11. Pekerjaan instalasi listrik dan pekerjaan instalasi air.

2.6.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek adalah menghitung banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan atau proyek (Sutomo et al., 2016).

Menurut (Ibrahim, 2001) RAB adalah perhitungan perkiraan harga yang dibutuhkan untuk membangun bangunan dari segi kebutuhan bahan bangunan dan tenaga kerja, merupakan perkalian dari volume dan harga satuan, harga satuan itu sendiri didapat dari SNI yang didalamnya terdapat koefisien pekerjaan, bahan, harga satuan dan harga pekerja.

Menurut Sastraatmadja (1994) RAB terbagi dua, yaitu sebagai berikut:

1. RAB kasar

RAB sementara yang mana pekerjaan dihitung tiap ukuran luas. Pengalaman kerja sangat mempengaruhi penafsiran biaya secara kasar, hasil

dari penafsiran ini apabila dibandingkan dengan rencana anggaran yang dihitung secara teliti didapat sedikit selisih.

2. RAB terperinci

RAB bangunan atau proyek dihitung secara terperinci dan teliti, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Penyusunan anggaran biaya yang dihitung secara terperinci didasarkan atau didukung oleh:

- a. Bestek, untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat – syarat teknis.
- b. Gambar bestek, untuk menentukan atau menghitung besarnya tiap – tiap
- c. Volume pekerjaan.
- d. Harga satuan pekerjaan, didapat dari harga satuan bahan dan harga satuan upah berdasarkan perhitungan analisis. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat

Anggaran biaya pada proyek akan berbeda beda di masing masing daerah, hal tersebut dikarenakan perbedaan dalam harga bahan dan biaya upah tenaga kerja.

Perhitungan RAB dapat diperoleh sebagai berikut:

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga satuan pekerjaan}) \quad (2.2)$$

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil dari Analisis Harga Satuan Pekerjaan yang selanjutnya disingkat AHSP berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat dalam Pasal 1 ayat (2), “Analisis Harga Satuan Pekerjaan yang selanjutnya disingkat AHSP adalah perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan, dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan untuk satu jenis pekerjaan tertentu”. Harga satuan pekerjaan merupakan jumlah dari biaya

langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung merupakan jumlah dari biaya tenaga kerja, bahan, dan peralatan, sedangkan untuk biaya tidak langsung merupakan jumlah dari biaya umum dan keuntungan.

Menurut Huzaini (2021) dalam hal menentukan RAB dapat dilakukan dengan cara menggunakan anggaran biaya teliti dan anggaran biaya (taksiran). Penyusunan rencana anggaran biaya dapat disederhanakan menjadi dua langkah, yaitu tahap persiapan dan tahap penyusunan. Dalam penyusunan rencana anggaran biaya terdapat dua faktor yakni pengalaman dan analisis biaya konstruksi meliputi (upah, tenaga, dan material).

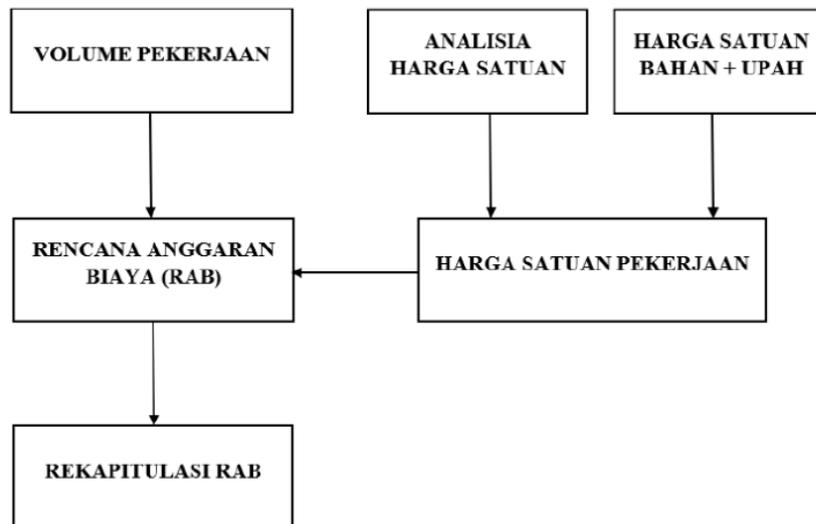
Tabel 2. 1 Contoh Tabel Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Rumah

(Sumber: Widiyanti, 2013)

No	Urutan Pekerjaan	Unit	Volume	Harga Satuan	Jumlah
A	Galian Tanah	m ³	36,60	Rp40.000,00	Rp1.464.000,00
B	Pondasi Batu Kali	m ³	25,00	Rp150.000,00	Rp3.750.000,00
C	Sloof Beton	m ³	2,70	Rp2.250.000,00	Rp6.750.000,00
D	Kolom dan Balok Beton	m ³	4,30	Rp2.500.000,00	Rp10.750.000,00
E	Ring Balk	m ³	2,30	Rp2.500.000,00	Rp5.750.000,00
F	Dinding Bata	m ²	215,00	Rp85.000,00	Rp18.275.000,00
G	Pintu dan Jendela	m ²	16,97	Rp575.000,00	Rp9.757.750,00
H	Keramik	m ²	125,02	Rp55.000,00	Rp6.876.100,00
I	Cat	m ²	416,49	Rp35.000,00	Rp14.577.150,00
J	Atap	m ²	176,40	Rp125.000,00	Rp22.050.000,00
Jumlah					Rp100.000.000,00
Keuntungan Kontraktor 10%					Rp10.000.000,00
Jumlah					Rp110.000.000,00
Pajak PPN 10%					Rp11.000.000,00
Total Biaya					Rp121.000.000,00

Tabel 2. 2 Contoh Tabel Analisa Harga Satuan Kerja 1 kg Penulangan *kolom*, *balok*, *ring balk* dan *sloof* untuk BjTP atau BjTS diameter < 12 mm secara Manual

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,00160		
2	Tukang besi	L.02	OH	0,00160		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,00016		
4	Mandor	L.04	OH	0,00016		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	BjTP atau BjTS	M.60.a	kg	1,02		
2	Kawat bendrat	M.72	kg	0,028		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D			% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per – kg (D+E)					



Gambar 2. 5 Tahapan Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

(Sumber: Huzaini, 2021)

2.7 Building Information Modeling (BIM)

Menurut Sangadji (2019) dalam (Novita & Pangestuti, 2021) *Building Information Modeling* (BIM) adalah sebuah konsep atau sistem dalam bentuk digital yang menggunakan *software* untuk melakukan pemodelan 3D yang terdiri dari informasi permodelan yang terintegrasi untuk fasilitas koordinasi, simulasi, maupun visualisasi antar *stakeholders*. BIM dapat dimodelkan struktur, arsitek, dan MEP dalam kesatuan dengan konsep *Virtual Building*.

BIM adalah representasi digital dari fisik dan karakteristik fungsional suatu fasilitas. BIM sebagai pengembangan desain dan konstruksi melalui teknologi pemodelan yang mengaitkan serangkaian proses untuk menghasilkan, berkomunikasi dan menganalisis model bangunan. BIM berfungsi sebagai sumber informasi bersama yang dapat diandalkan sebagai dasar pengambilan keputusan selama siklus hidup bangunan, digunakan sebagai suatu metoda untuk mencapai satu atau beberapa tujuan yang spesifik (Pantiga & Soekiman, 2021).

Tahap pra-konstruksi sebuah proyek, BIM dipercaya mampu untuk mempercepat proses konstruksi. Selain itu, BIM juga mampu untuk mengefisienkan biaya dan waktu yang digunakan pada konstruksi sebuah proyek, dimana hal ini karena BIM dapat menghindari terjadinya kesalahan dalam pembacaan data maupun menghindari *miss communication* antar berbagai disiplin ilmu, baik itu arsitek, sipil, mekanikal, dan lain-lain sebelum tahap konstruksi dimulai.

2.7.1 Mafaat Building Information Modeling (BIM)

BIM berpotensi memodelkan informasi virtual dalam sebuah model tunggal yang menawarkan visualisasi, deteksi benturan, fase konstruksi, dan bahan – bahan serta pengujian untuk diserahkan dari tim desain kepada kontraktor, sub-

kontraktor dan *owner*. Mamfaat yang lainnya yaitu antisipasi dalam hal kehilangan informasi yang terjadi ketika sebuah tim baru mengambil alaih proyek dan dalam transfer informasi yang dibutuhkan dari proyek sebelumnya. Menurut Rayendra & Soemardi (2014) keuntungan dari metode BIM adalah sebagai berikut:

1. Meminimalisir desain *lifecycle* dengan meningkatkan kolaborasi antara *owner*, konsultan dan kontraktor.
2. Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi.
3. Teknologi digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan.
4. Produk dengan kualitas tinggi dan memperkecil kemungkina konflik.
5. Pemotongan biaya proyek dan meminimalisir limbah bahan konstruksi.
6. Meningkatkan manajemen konstruksi.

2.7.2 Dimensi *Building Information Modeling* (BIM)

Pengunaan BIM dalam memodelkan sebuah bangunan tidak luput hanya 2D saja, melainkan penggunaannya juga untuk 3D, 4D, 5D, 6D, 7D. Dimensi disini tergantung dari teknologi perangkat lunak yang digunakan, konsep tersebut adalah bahwa berisi informasi – informasi model suatu objek tidak hanya geometris tetapi model tersebut juga berisi informasi tentang bahan yang digunakan, berat, biaya, waktu dan bagaimana bagian dipasang, dan lain-lain.

BIM ini sebagai suatu alir kerja yang memiliki tahapan yang merepresentasikan tingkat implementasi terhadap proses konstruksi. BIM memmiliki 5 dimensi sebagai berikut:

1. 3D (*Parametric Data for Collaborative Work*)

3D tujuannya untuk memodelkan dan menganalisis masalah spasial dan struktural yang kompleks. Manfaat dominannya adalah peningkatan visualisasi dan komunikasi maksud desain, peningkatan kolaborasi multidisiplin dan mengurangi pengerjaan ulang karena kesalahan komunikasi pada tahap desain.

2. 4D (*Time / Schedule*)

4D tujuannya untuk mengekstraksi dan memvisualisasikan progress kegiatan selama masa proyek sehingga dari pembuatan hingga pengawasan jadwal pekerjaan menjadi lebih optimal.

3. 5D (*Cost Estimation*)

5D tujuannya untuk pelacakan anggaran dan kegiatan biaya terkait proyek. 5D dilakukan bersamaan dengan 3D (Model) dan 4D (Waktu) memungkinkan pihak terkait proyek untuk memvisualisasikan data kemajuan kegiatan dan biaya dari waktu ke waktu.

4. 6D (*Sustainability*)

6D tujuannya untuk mengintegrasikan perancangan dengan analisis performa bangunan yang fokus pada keberlanjutan dan konsep ramah lingkungan.

5. 7D (*Building Management*)

7D tujuannya mengetahui dan melacak data aset yang relevan seperti status komponen, spesifikasi, manual pemeliharaan / operasi, data garansi dan lain sebagainya dengan lebih detail serta relevan terhadap kondisi bangunan.

Beberapa tingkat implementasi yang berlaku di beberapa negara terkait implementasi BIM antara lain adalah sebagai berikut:

1. Level 0 BIM

- a. Tidak ada kolaborasi.
 - b. 2D CAD untuk penggambaran dan dokumentasi (*drafting*).
2. Level 1 BIM
- a. Pekerjaan desain konseptual dengan 3D model, gambar – gambar 2D CAD digunakan untuk dokumentasi, perijinan dan informasi konstruksi.
 - b. Terdapat standar CAD dan informasi dikolaborasikan dalam bentuk elektronik.
 - c. Setiap disiplin, pelaku memiliki standar sendiri – sendiri.
3. Level 2 BIM
- a. Bekerja secara kolaborasi. Semua pelaku bekerja dengan sistem dan lingkungan sendiri namun model atau obyek dikolaborasikan.
 - b. Informasi dipertukarkan dengan protokol dan format yang disetujui (IFC atau COBie).
4. Level 3 BIM
- Kolaborasi penuh antar semua disiplin dan pelaku menggunakan satu objek (*shared object*). Semua pelaku dapat mengerjakan, memodifikasi obyek yang sama dinamakan sebagai *Open BIM*.

2.7.3 Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM)

Menurut Hergunsel (2011) ada banyak kegunaan dari *Building Information Modeling* untuk setiap proyek, seperti gambar dibawah ini:

PLAN	DESIGN	CONSTRUCT	OPERATE
Existing Conditions Modeling			
Cost Estimation			
Phase Planning			
Site Analysis			
Programming			
	Design Reviews		
	Code Validation		
	LEED Evaluation		
	Other Eng. Analysis		
	Mechanical Analysis		
	Lighting Analysis		
	Structural Analysis		
	Energy Analysis		
	Design Authoring		
		3D Coordination	
		3D Control and Planning	
		Digital Fabrication	
		Construction System Design	
		Site Utilization Planning	
			Record Model
			Disaster Planning
			Space Mgmt/Tracking
			Asset Management
			Building System Analysis
			Maintenance Scheduling

Primary BIM Uses
 Secondary BIM Uses

Gambar 2. 6 Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM)

(Sumber: Hergunsel, 2011)

BIM dapat mendukung dan meningkatkan praktik bisnis industri *Architect Engineer and Construction* (AEC). Menurut Jason dan Umit (2010) BIM sangat bermanfaat dalam bidang konstruksi salah satunya saat tahapan desain. Manfaat BIM saat mendesain yaitu:

1. Visualisasi desain yang lebih akurat
2. Tingkat koreksi tinggi ketika membuat perubahan desain.
3. Menghasilkan gambar 2D yang akurat dan konsisten di setiap tahap desain.
4. Memperkirakan biaya selama tahap desain.
5. Meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan.

2.7.4 Software *Building Information Modeling* (BIM)

Software BIM yang bisa kita gunakan untuk penunjang proyek, berikut tabel *software* BIM dan fungsi utama yang mencakup arsitektur, struktur, dan MEP (Hergunsel, 2011).

Tabel 2. 3 Jenis *Software Building Information Modeling (BIM)*

Nama produk	Pabrik	Fungsi utama
<i>Cubicost TAS</i>	<i>Glodon</i>	<i>Take-off Architecture and Structure</i>
<i>Cubicost TRB</i>	<i>Glodon</i>	<i>Take-off Reinforcement Bar</i>
<i>Cubocost TME</i>	<i>Glodon</i>	<i>Take-off Mechanical and Electrical</i>
<i>Cubicost TBQ</i>	<i>Glodon</i>	<i>Take-off Bill of Quantities</i>
<i>Cadpipe HVAC</i>	<i>AEC Design Group</i>	<i>3D HVAC Modeling</i>
<i>Revit Architecture</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D Architectural Modeling and Parametric Design</i>
<i>AutoCAD Architure</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D Architectural Modeling and parametric design</i>
<i>Revit Structure</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D Architectural Modeling and parametric design</i>
<i>Revit MEP</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D Detailed MEP Modeling</i>
<i>AutoCAD MEP</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D MEP Modeling</i>
<i>AutoCAD Civil 3D</i>	<i>Autodesk</i>	<i>Site Development</i>
<i>Tekla Structures</i>	<i>Tekla</i>	<i>3D Detailed MEP Modeling</i>
<i>Power Civil</i>	<i>Bentley Systems</i>	<i>Site Developmen</i>
<i>Site Design, Site Planning</i>	<i>Eagle Point</i>	<i>Site Developmen</i>

2.8 *Cubicost*

Cubicost adalah rangkaian aplikasi atau *software* terkini yang diproduksi oleh *Glodon Costing Solution* untuk pasar internasional. Menurut Anindya & Gondokusumo (2020) *Cubicost* adalah salah satu dari beberapa jenis perangkat lunak yang menjadi bagian dari BIM untuk membantu perhitungan *quantity take off* dan juga *pricing*.

Cubicost berasal dari dua kata, yaitu “*cube/ kubus*” dan “*cost/ biaya*”. Kubus mencerminkan bahwa produk ini menerapkan BIM sebagai teknologi inti, sedangkan ‘Biaya’ menunjukkan peran dari perangkat lunak ini yaitu memberikan solusi pada perhitungan pembiayaan.

Cubicost ini sangat berguna untuk bagian *QS Engineer* dan *Estimator*, karena dengan memanfaatkan *software* ini dapat menghasilkan ketepatan perhitungan yang akurat. *Glodon Costing Solution* dalam membantu bidang tersebut, menyediakan *Cubisoc* terdiri dari empat series, dengan setiap seriesnya memiliki fokus fungsi masing – masingnya dalam membantu perhitungan *quantity* dan menghitung pembiayaan konstruksi. Berikut ini merupakan jenis serial *Cubicost* yang disediakan oleh *Glodon Costing Solution*:

1. *Cubicost Take-off Architecture and Structure (TAS)*, digunakan khusus untuk *take – off quantity* pada elemen arsitektur, struktur serta finishingnya.
2. *Cubicost Take-off Reinforcement Bar (TRB)*, digunakan khusus untuk *take – off quantity* pada elemen pembesian dengan detail dan akurat.
3. *Cubicost Take-off Mechanical and Electrical (TME)*, digunakan khusus untuk membantu *take – off quantity* mekanikal, termasuk pada elemen elektrikal dan plumbing-nya.

4. *Cubicost Take-off Bill of Quantities* (TBQ), digunakan khusus dalam pembuatan *Bill of Quantity* dan pembiayaan pada konstruksi.



Gambar 2. 7 Logo Jenis – Jenis Serial *Cubicost*

(Sumber: *Glodon Costing Solution*, 2023)

Software Cubicost yang dikeluarkan oleh *Glodon Costing Solution* tersebut berfokus pada kebutuhan bisnis survei kuantitas yang berbeda. Semuanya secara bersama-sama bisa mencakup persyaratan umum dalam bisnis estimasi biaya konstruksi. Hasilnya, estimasi biaya pun lebih efisien, akurat, dan profesional.