

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sasaran Proyek Konstruksi

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya telah digariskan dengan jelas. Di dalam proses mencapai tujuan tersebut telah ditentukan besarnya biaya (anggaran) yang dialokasikan dan jadwal serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan di atas disebut tiga kendala (*triple constraint*). Penjelasan dari tiga kendala tersebut adalah sebagai berikut ini (Soeharto, 1995).

- a. Anggaran: proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran. Untuk proyek-proyek yang melibatkan dana yang cukup besar dan jadwal yang bertahun-tahun, anggarannya bukan hanya ditentukan untuk total proyek tetapi dipecah bagi komponen-komponennya, atau per periode tertentu yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian, penyelesaian bagian-bagian proyek pun harus memenuhi sasaran anggaran per periode.
- b. Jadwal: Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu tertentu yang ditentukan.
- c. Mutu: Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Sebagai contoh, bila hasil kegiatan proyek

tersebut berupa instalasi pabrik maka kriteria yang harus dipenuhi adalah pabrik harus mampu beroperasi secara memuaskan dalam kurun waktu yang telah ditentukan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.

Ketiga batasan tersebut bersifat tarik menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang selanjutnya berakibat pada naiknya biaya melebihi anggaran. Sebaliknya bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal. Dari segi teknis ukuran keberhasilan proyek dikaitkan dengan sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi (Soeharto, 1995).

2.2. Teknologi Konstruksi

Dalam teknologi konstruksi dikenal adanya perangkat keras berupa material konstruksi (bahan bangunan) dan alat konstruksi (alat besar) dan perangkat lunak berupa desain konstruksi dan metoda konstruksi. Desain konstruksi adalah perangkat lunak yang dibuat oleh konsultan dalam perencanaan suatu proyek, yang berupa perhitungan struktur, gambar rencana dan spesifikasi teknis maupun administratif. Desain konstruksi dibuat dengan arah pemikiran kepada fungsi dan mutu bangunan, jadi untuk memenuhi kebutuhan atau keinginan pemilik dan pemakai bangunan. Pada umumnya fungsi bangunan sebagai prasarana dengan bentuk tertentu yang dipakai untuk memberikan

pelayanan transportasi, irigasi, pembangkit energi, industri, akomodasi, birokrasi dan sebagainya. Mutu bangunan mencakup kekuatan terhadap beban dan gaya yang bekerja terhadap bangunan, ketahanan terhadap usia dan cuaca, keindahan bentuk, kenikmatan pemakaian dan sebagainya. Desain konstruksi selain menyajikan gambar bentuk dan luas bangunan juga menetapkan spesifikasi mutu bangunan yang diinginkan (Christiawan, 2002).

Metoda konstruksi adalah perangkat lunak yang dibuat oleh kontraktor dalam tahap estimasi harga tender. Selanjutnya pada tahap pelaksanaan atau proses konstruksi berupa metoda yang praktis dan ekonomis untuk menentukan urutan dan jenis kegiatan serta koordinasi dan alokasi material, manusia dan mesin dalam proses produksi di lapangan. Metoda konstruksi dibuat dengan arah pemikiran kepada efisiensi biaya dan waktu selama proses pelaksanaan agar seluruh kegiatan kerja dapat berlangsung dengan biaya hemat, waktu tepat, mutu cermat dan manusianya selamat (Christiawan, 2002).

Dalam industri konstruksi, gagasan dan upaya mencari efisiensi sudah dimulai sejak tahap studi kelayakan. Selanjutnya pada tahap perencanaan proyek, konsultan telah memikirkan dan mempertimbangkan efisiensi dalam pembuatan desain konstruksi, yang mencakup penghematan dan keamanan dalam perhitungan dan bentuk struktur, kemanfaatan ruang dan bahan yang dipakai demikian juga alternatif penghematan biaya operasional dan pemeliharaan setelah bangunan berfungsi sesuai yang diinginkan oleh pemilik dan pemakainya. Pada tahap pelaksanaan proyek, kontraktor yang ditunjuk atau diberi tugas sebagai pelaksana proyek, memikirkan dan mempertimbangkan peluang meningkatkan efisiensi

dengan mengusulkan perubahan desain konstruksi yang lazim dinamakan *value engineering* atau mencari alternatif metoda konstruksi tanpa merubah desain konstruksi (Christiawan, 2002).

Metoda konstruksi pada hakekatnya adalah cara melakukan koordinasi dan alokasi sumber daya di lapangan agar proses dan produk konstruksi memenuhi persyaratan mutu, waktu dan biaya tanpa melalaikan keselamatan dan kesehatan kerja. Dengan kata lain metoda konstruksi adalah metoda kerja memakai dan memanfaatkan lahan, material, manusia selama proses konstruksi agar bisa mencapai penghematan biaya atau ketepatan waktu (Christiawan, 2002).

Beberapa cara yang dilakukan untuk mencapai penghematan biaya dan ketepatan waktu dalam proses konstruksi sebuah bangunan adalah dengan menggunakan teknologi tepat guna. Teknologi tepat guna digunakan untuk mengatasi berbagai macam hambatan yang umumnya terdapat pada teknologi konvensional (HRD PT BlueScope Lysaght Indonesia, 2006) .

Dengan menggunakan teknologi tepat guna, bahan baku yang umumnya sulit dicari di suatu daerah akan dicarikan bahan baku pengganti sehingga besarnya biaya dan waktu yang lama untuk mendatangkan bahan tersebut dapat dihindari. Teknologi tepat guna mampu membuat komponen konstruksi dengan biaya yang lebih rendah dan waktu pembuatan serta pemasangan pada bangunan yang lebih cepat. Teknologi tepat guna juga memungkinkan penggunaan suatu bahan oleh masyarakat yang lebih luas yang tidak memiliki latar belakang pendidikan / pengetahuan ilmu bangunan. Dengan membaca informasi dan

sedikit pelatihan masyarakat awam akan dapat memanfaatkan teknologi tersebut (HRD PT BlueScope Lysaght Indonesia, 2006).

2.3. Subkontrak

Pada tahap implementasi fisik, kontraktor acap kali dihadapkan kepada pilihan antara mengerjakan sendiri lingkup proyek atau menyerahkan sebagian kepada perusahaan lain sebagai subkontraktor. Untuk proyek berskala besar, praktek telah menunjukkan bahwa karena alasan-alasan efisiensi dan produktifitas terdapat kecenderungan makin banyak paket kerja yang oleh kontraktor utama diserahkan kepada subkontraktor. Disamping alasan tersebut di atas, harus pula dipenuhi kondisi atau faktor lain seperti di bawah ini (Soeharto, 1995):

- a. Tersedianya perusahaan subkontraktor yang mampu / *bonafide*. Perusahaan yang mampu dari segi teknis dan finansial adalah faktor utama dalam mempertimbangkan penyerahan bagian lingkup proyek kepada subkontraktor, disamping harga yang wajar.
- b. Jenis pekerjaan bersifat khusus. Sebagai contoh hadirnya teknologi baru dalam bidang material bangunan dimana belum banyak masyarakat bisa memanfaatkan dan menguasainya sehingga akan lebih efisien diserahkan kepada perusahaan yang memang spesialis dalam bidang tersebut sebagai subkontraktor daripada dilaksanakan sendiri oleh kontraktor utama.
- c. Kebijakan pemerintah. Untuk jenis pekerjaan tertentu, pemerintah menginginkan dikerjakan oleh perusahaan setempat yang dianggap mampu. Hal ini mendorong adanya subkontraktor.

Di perusahaan subkontraktor, karena lingkup kerjanya terbatas dan terspesialisasi pada bidang tertentu, para pelaksana telah saling mengenal dalam jangka waktu yang lama dan menguasai prosedur dan metoda yang diberlakukan dalam perusahaan sehingga tercipta saling pengertian dan kerjasama yang cukup rapi. Keadaan ini memungkinkan tercapainya kinerja yang tinggi. Hal yang perlu dikaji oleh kontraktor atau pemilik proyek yang akan memberi pekerjaan adalah apakah prosedur kerja, kriteria standar (misalnya mutu) tersebut sesuai dengan keinginan kontraktor atau pemilik proyek. Apabila harus ada perubahan, sejauh mana harus dilakukan penyesuaiannya (Soeharto, 1995).

2.4. Rangka Atap Baja Ringan SMARTRUSS®

Salah satu sistem rangka atap baja ringan dikembangkan dan dipasarkan oleh PT. Bluescope Lysaght Indonesia dengan merk SMARTRUSS®. PT BlueScope Lysaght Indonesia (PT BLI), berdiri di Indonesia sejak tahun 1973. Perusahaan yang bernaung di bawah BlueScope Steel Limited, perusahaan penanaman modal asing (PMA) dari Australia. Perusahaan ini dahulu dikenal dengan nama (1973 – 1989) PT BRC Lysaght Indonesia, (1989 – 2002) PT BHP Building Products Indonesia, (2002 – 2003) PT BHP Steel Lysaght Indonesia. Sistem rangka atap baja ringan SMARTRUSS® didukung oleh perangkat lunak berteknologi mutakhir milik Bluescope Lysaght yang mewujudkan bentuk atap, merancang rangka atap, serta menyediakan sistem pembuatan rangka atap dengan perhitungan yang tepat. SMARTRUSS® menawarkan sistem yang tahan lama, kokoh serta stabil dan nyaman dengan biaya efektif, juga pengiriman serta

pemasangan di tempat yang cepat dan mudah. Sistem ini dibuat dengan bahan baja mutu tinggi G550 MPa dengan lapisan anti karat ZINCALUME[®], tahan lama dan dilengkapi dengan perlindungan jaminan bahan hingga 10 tahun. Ini yang merupakan alternatif yang lebih ringan dan harga yang lebih kompetitif daripada rangka atap kayu karena sistem ini membuat biaya menjadi lebih rendah untuk jangka waktu pemakaian yang panjang. Karena dirancang bangun untuk kekuatan, SMARTRUSS[®] tidak berkompromi dengan keselamatan dan mutu. Rangka atap ini telah melalui proses pengujian menyeluruh yang dilakukan di laboratorium uji coba struktural dengan teknologi berkelas dunia yang terakreditasi NATA. Pengujian kompresi jaringan dan ring lengkap serta uji *torsion bearing* dan *bottom chord tension* (HRD PT BlueScope Lysaght Indonesia, 2006).

Harga rangka atap baja ringan dinyatakan dalam satuan meter persegi terpasang. Sebagai komponen penentu harga adalah kebutuhan material, upah pasang, akomodasi sampai ke lokasi dan tentunya profit untuk produsen. Dari segi teknis, dalam hal ini kebutuhan material sangat dipengaruhi dengan desain awal seperti bentuk atap, bentang bebas, rencana penggunaan penutup atap dan beban-beban lain yang membutuhkan perkuatan pada sistem struktur rangka atap baja ringan, misalnya *water heater* dan lampu gantung (HRD PT Partner Properti, 2006).

Bentuk atap mempengaruhi perubahan harga karena setiap bentuk atap mempunyai tingkat kerumitan yang berbeda-beda. Bentuk atap pelana tanpa anakan adalah bentuk atap yang paling sederhana dan tidak membutuhkan banyak material sehingga dari segi harga relatif murah, bangunan dengan bentuk atap

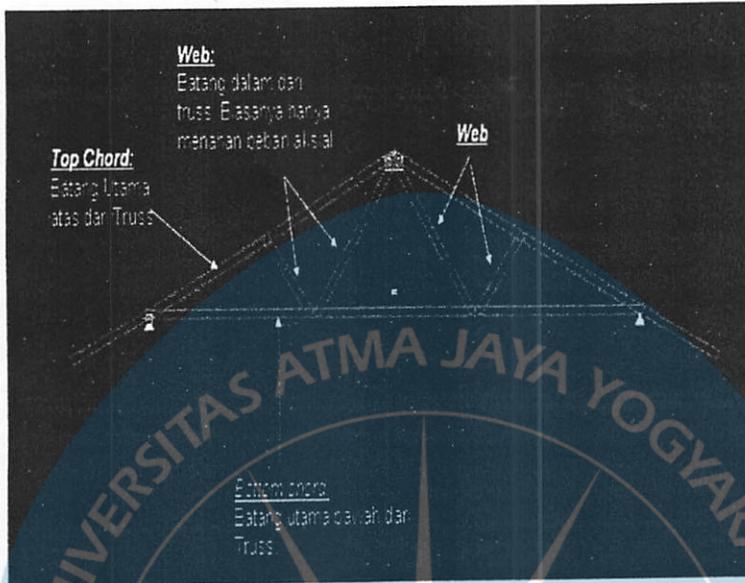
pelana tanpa anakan biasanya diaplikasikan untuk bangunan sekolah. Bentuk atap limasan dengan anakan adalah bentuk atap yang memiliki tingkat kerumitan tinggi dan material yang sangat banyak. Bentuk atap limasan membutuhkan material yang banyak karena bidang yang tegak lurus dengan arah bentang membutuhkan material yang digunakan sebagai *rafter* dan juga bidang tersebut membutuhkan reng yang dipasang diatas *rafter*. Atap limasan dengan anakan membutuhkan material yang lebih banyak daripada bentuk atap limasan, karena untuk pembuatan anakan membutuhkan material tambahan tersendiri dan juga bentuk atap ini membutuhkan talang jurai dalam yang merupakan lingkup pekerjaan SMARTRUSS®. Bentang bebas mempengaruhi perubahan harga kerana semakin besar bentang maka penggunaan materialnya akan semakin banyak dan membutuhkan profil dengan ketebalan yang lebih tebal (C75.100). Profil material yang C75.100 harganya lebih mahal daripada profil material C75.0.75. Variasi penggunaan penutup atap mempengaruhi perubahan harga karena panjang genteng sebagai penentu jarak reng bervariasi sehingga mempengaruhi jumlah penggunaan material reng. Selain panjang reng berat penutup atap juga mempengaruhi perubahan harga karena berat penutup merupakan beban mati dari struktur kuda-kuda yang mempengaruhi bentuk struktur (HRD PT Partner Properti, 2006).

Tabel 2.1. Variasi penutup atap

Jenis penutup atap	Jarak reng / Panjang penutup atap (cm)	Berat (kg/m ²)
Genteng keramik	24 – 26	45 – 55
Genteng beton	34 – 37	55 – 60
Genteng metal	37 – 38	15 – 25
<i>Metal sheet</i>	40 – 50	15 – 25

Sumber : HRD PT Partner Properti

2.5. Terminologi dan Spesifikasi SMARTRUSS®



Gambar 2.1. Terminologi Truss

Sumber : HRD PT Partner Properti

Rangka atap berbentuk segitiga kaku yang terdiri dari rangka utama atas (*top chord*), rangka utama bawah (*bottom chord*), dan rangka pengisi (*web*). Seluruh rangka tersebut disambung dengan menggunakan baut menakik sendiri (*self drilling screw*) dengan jumlah yang cukup. Untuk meletakkan material penutup atap / genteng, di pasang rangka reng (*batten*) langsung di atas struktur rangka atap utama dengan jarak yang disesuaikan dengan ukuran genteng. Jarak perletakan antar kuda-kuda sejauh 1,2 meter. Pekerjaan ini meliputi pengiriman material ke lapangan (*site*), perangkaian (*assembling*) dan ereksi (*erection*), Lingkup pekerjaan meliputi (HRD PT BlueScope Lysaght Indonesia, 2006):

- Pekerjaan rangka atap (*roof truss*)
- Pekerjaan reng (*batten*)
- Pekerjaan jurai dalam (*valley gutter*)

Lingkup pekerjaan tidak meliputi:

- a. Setting level balok ring
- b. Pemasangan penutup atap
- c. Pemasangan kap finishing atap
- d. Talang selain talang jurai dalam
- e. Asesoris atap.

Material rangka atap yang digunakan harus memenuhi spesifikasi, satuan ukuran panjang yang digunakan adalah milimeter (mm) dan ukuran ketebalan material baja yang dimaksud adalah ketebalan baja dasar (*Base Material Thickness/BMT*). Spesifikasi material struktur rangka atap SMARTRUSS® adalah sebagai berikut (HRD PT BlueScope Lysaght Indonesia, 2006):

a. Properti mekanikal baja (*Steel mechanical properties*):

- Baja Mutu Tinggi G550 (sertifikat bahan harus dilampirkan)
- Tegangan Leleh Minimum (*Minimum yield strength*): 550 MPa
- Modulus Elastisitas: $2,1 \times 10^5$ MPa
- Modulus Geser: 8×10^4 MPa

b. Lapisan pelindung terhadap karat (*Protective Coating*):

Rangka batang harus mempunyai lapisan tahan karat seng dan aluminium (Zinc-Aluminium/AZ): Tangguh, dengan komposisi sebagai berikut:

- 55 % Aluminium (Al)
- 43,5 % Seng (Zinc)
- 1,5 % Silicon (Si)
- Ketebalan Pelapisan: 100 gr/m² (AZ 100)

c. Geometri profil rangka atap:

Profil yang digunakan untuk rangka atap adalah profil lip-channel.

- a. C75.100 (tinggi profil 75 mm dan tebal 1,00 mm), berat 1,29 kg/m' untuk rangka batang utama (*top chord dan bottom chord*)
- b. C75.75 (tinggi profil 75 mm dan tebal 0,75 mm), berat 0,97 kg/m' untuk rangka batang pengisi (*web*)
- c. Reng TS 40 (*batten*)

Profil yang digunakan untuk reng adalah profil *top hat* (U terbalik) dengan spesifikasi:

- a. tinggi profil 40 mm
- b. tebal 0,55 mm
- c. berat 0,66 kg/m'
- d. sisi kanan kiri sepanjang profil dilipat ke dalam selebar 5 mm.

Jika pada desain bentuk atap terdapat pertemuan 2 bidang atap dengan membentuk sudut tertentu, maka pada pertemuan sisi dalam harus menggunakan talang (*valley gutter*) untuk mengalirkan air hujan. Talang yang dimaksud disini adalah talang jurai.

Alat penyambung antar elemen rangka atap yang digunakan untuk fabrikasi dan instalasi adalah baut menakik sendiri (*self drilling screw*) dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Kelas Ketahanan Korosi Minimum: Class 2 (*Minimum Corrosion Rating*)
- b. Ukuran baut untuk struktur rangka atap (*truss fastener*) adalah type 12-14x20, dengan ketentuan sebagai berikut:

- Diameter ulir: 12 Gauge (5,5 mm)
 - Jumlah ulir per inchi (*threads per inch/TPI*) : 14 TPI
 - Panjang: 20 mm
 - Ukuran kepala baut: 5/16" (8 mm hex. socket)
 - Material: AISI 1022 *Heat treated Carbon steel*
 - Kuat geser rata-rata (*Shear, Average*): 8.8 kN
 - Kuat tarik minimum (*Tensile, min*): 15.3 kN
 - Kuat torsi minimum (*Torque, min*): 13.2 kNm
- c. Ukuran baut untuk struktur reng (*batten fastener*) adalah type 10-16x16, dengan ketentuan sebagai berikut:
- Diameter ulir: 10 Gauge (4,87 mm)
 - Jumlah ulir per inchi (*threads per inch/TPI*): 16 TPI
 - Panjang: 16 mm
 - Ukuran kepala baut: 5/16" (8 mm hex. socket)
 - Material: AISI 1022 *Heat treated carbon steel*
 - Kuat geser rata-rata (*Shear, Average*): 6.8 kN
 - Kuat tarik minimum (*Tensile, min*): 11.9 kN
 - Kuat torsi minimum (*Torque, min*): 8.4 kNm

Pemasangan jumlah baut harus sesuai dengan detail sambungan pada gambar kerja. Pemasangan baut harus menggunakan alat bor listrik minimum 560 watt dengan kemampuan putaran alat minimal 2000 rpm.

2.6. Teknologi Prefabrikasi

Kemajuan zaman dan era pasar bebas akan menyebabkan banyak perubahan di berbagai bidang. Beberapa perubahan di masa mendatang yang akan dialami industri konstruksi diantaranya adalah meningkatnya pembuatan komponen-komponen konstruksi yang dilakukan di luar lokasi proyek dan meningkatnya penggunaan bahan bangunan berteknologi tinggi atau yang merupakan temuan baru (Sulistijo, 2001). Saat ini sudah banyak bermunculan penggunaan komponen-komponen konstruksi yang dilakukan di luar lokasi proyek untuk dipasang. Sebagai contoh digunakannya rangka atap kayu *prefabrikasi* dengan merek Pryda.

Pertimbangan penggunaan teknologi baru oleh masyarakat tidak lepas dari faktor-faktor yang ada pada *triple constraint*. Faktor biaya, mutu dan waktu merupakan faktor utama yang menjadi pertimbangan ketika akan memilih penggunaan suatu teknologi baru atautkah menggunakan metoda konvensional. Penelitian yang dilakukan oleh Bhaskara Ksatria yang membahas tentang analisis faktor yang mempengaruhi penggunaan teknologi baru rangka atap kayu *prefabrikasi* Pryda memberikan kesimpulan bahwa faktor biaya menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan teknologi baru tersebut. Peringkat dari ketiga faktor tersebut adalah biaya, mutu dan yang terakhir adalah waktu. Faktor biaya menjadi faktor terpenting karena biaya dianggap masih kompetitif terhadap metoda konvensional. Meskipun pada beberapa kasus biaya awal proyek lebih mahal namun biaya proyek secara keseluruhan maupun *cycle cost* lebih murah. Peringkat kedua adalah faktor mutu, masyarakat belum begitu mempercayai

keunggulan mutu suatu bahan bangunan berteknologi baru dibandingkan dengan konvensional. Peringkat terakhir adalah faktor waktu, waktu belumlah penting pertimbangan biaya dan mutu walaupun sebenarnya keunggulan yang ditonjolkan dari teknologi *prefabrikasi* adalah dari segi waktu.

