

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Struktur Bangunan

2.1.1. Uraian Umum

Struktur suatu bangunan merupakan bagian utama dari suatu bangunan yang dirangkai menjadi satu kesatuan dalam menerima beban vertikal maupun horisontal yang berfungsi sebagai kerangka suatu bangunan. Struktur suatu bangunan terdiri dari pondasi, kolom, balok, *sloof* dan plat lantai yang menjadi satu kesatuan dan bekerja secara bersama-sama dalam mendukung beban yang diterima atau beban yang bekerja pada bangunan. Struktur bangunan sendiri dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Struktur bangunan bawah (*sub structure*)

Struktur bangunan bawah adalah struktur bangunan yang berada didalam tanah dan berfungsi untuk mendukung beban bangunan diatasnya untuk diteruskan ke lapisan tanah dibawahnya yang akan mendukung beban keseluruhan sehingga konstruksi tetap stabil. Pondasi sering disebut sebagai struktur bangunan bawah karena terletak dibagian paling bawah dari suatu bangunan atau struktur. Pondasi berhubungan langsung dengan tanah sebagai pendukung beban struktur yang paling akhir.

2. Struktur bangunan atas (*upper structure*)

Struktur bangunan atas adalah bagian bangunan yang terletak diatas permukaan tanah, yang terdiri dari kolom, balok dan plat lantai, yang berfungsi memberi bentuk permanen dan menahan beban-beban yang bekerja pada konstruksi bangunan.

Secara umum struktur bangunan dapat dikelompokkan menjadi (<http://www.pikiran-rakyat.co.id/cetak/2006/052006/29/0902.htm>) :

1. *Engineered building*

Engineered building adalah bangunan yang di dalam perencanaan maupun pelaksanaannya memerlukan tenaga yang ahli dibidangnya. Contohnya adalah gedung bertingkat, lapangan terbang, jembatan, jalan layang, fasilitas pembangkit tenaga listrik, bendungan, dan lain-lain.

2. *Non engineered building*

Non engineered building adalah bangunan yang direncanakan dan dilaksanakan tanpa bantuan tenaga ahli. Bangunan-bangunan ini pada umumnya dibuat secara spontan berdasarkan kebiasaan tradisional setempat dan pelaksanaannya mengikuti cara-cara masa lalu.

Non engineered building dibagi menjadi dua kategori yaitu :

- a. Bangunan tradisional dan bangunan rumah tinggal sederhana.
- b. Bangunan komersil yang dibangun tanpa bantuan dari ahli bangunan.

Pada *engineered building*, perancangan didasarkan pada pertimbangan bahwa struktur bangunan harus dirancang sedemikian rupa, agar pada saat terjadi gempa yang kuat, korban jiwa dan kerugian dapat diminimalkan. Pada *non engineered building*, lebih diorientasikan pada kriteria penyelamatan korban jiwa.

Agar memenuhi kriteria keseimbangan antara biaya dan resiko yang dapat diterima, *engineered building* maupun *non engineered building* harus memenuhi beberapa kriteria perancangan sebagai berikut :

1. Struktur bangunan harus tetap utuh dan tidak boleh mengalami kerusakan yang berarti, pada saat terjadi gempa sedang. Pada kondisi ini struktur diharapkan akan berespon didalam kondisi elastis.
2. Komponen non struktural dari struktur bangunan diperkenankan mengalami kerusakan, tetapi komponen struktural harus tetap utuh pada saat terjadi gempa sedang.
3. Pada saat terjadi gempa kuat, komponen struktural dan non struktural dari sistem struktur diperbolehkan mengalami kerusakan, tetapi struktur bangunan secara keseluruhan tidak boleh runtuh.

2.1.2. Dasar-dasar Perencanaan Struktur

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan biasanya didahului dengan membuat beberapa asumsi-asumsi dan perhitungan tertentu misalnya besaran gaya-gaya yang bekerja dan mutu bahan yang akan digunakan yang pada akhirnya harus diuji kebenarannya. Karena struktur bangunan harus dapat menjamin keselamatan para penghuninya, baik

pada kondisi normal maupun pada kondisi saat terjadi bencana. Oleh karena itu struktur bangunan harus mampu mendukung beban tetap, yang terdiri dari beban mati dan beban hidup, serta beban sementara yaitu beban gempa, angin, hujan, dan lain sebagainya. Dalam hal ini yang paling dominan adalah beban gempa, sehingga beban sementara yang biasanya diperhitungkan adalah beban gempa. Pembuktian asumsi-asumsi yang dibuat membutuhkan pengujian-pengujian dan percobaan-percobaan yang dapat berupa *Quality Control* dan *Quality Assurance*. *Quality Control* (QC) adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengukur dan mengontrol kualitas selama pelaksanaan proyek. Baik kualitas material yang dipergunakan maupun kualitas tenaga kerja yang terlibat didalam pelaksanaan proyek tersebut. *Quality Assurance* (QA) adalah sistem pengawasan terhadap kualitas pelaksanaan proyek yang dilakukan oleh personalia yang tidak terlibat secara langsung dalam proses pelaksanaan proyek.

2.1.3. Bagian-bagian dari Struktur Bangunan

1. Pondasi

Pondasi merupakan elemen yang sangat vital dari suatu bangunan karena pondasi mendukung seluruh beban bangunan dan kemudian meneruskannya ke tanah yang mendukung dibawahnya. Secara umum pondasi dapat digolongkan menjadi pondasi dangkal dan pondasi dalam.

2. Sloof

Struktur kolom yang berada pada bagian bawah akan mengalami pergeseran atau pergerakan horisontal akibat beban horisontal (beban angin dan beban gempa). Untuk menghindari pergerakan horisontal tersebut maka kolom harus diikat dengan *sloof*, dimana fungsi dari *sloof* adalah untuk mengikat antara kolom yang satu dengan kolom yang lain.

3. Kolom

Kolom adalah bagian vertikal dari portal dan merupakan bagian yang penting karena memikul semua beban yang bekerja dan berat sendiri yang kemudian diteruskan ke pondasi. Kolom merupakan struktur utama dari bangunan portal yang berfungsi untuk memikul beban vertikal, beban horisontal, maupun momen, baik yang berasal dari beban tetap, maupun beban sementara. Dimensi kolom dirancang bervariasi menurut beban yang diterimanya.

4. Balok

Balok adalah bagian horisontal dari portal.

5. Plat Lantai

Plat lantai pada bangunan memiliki fungsi antara lain :

- a. Memisahkan ruangan dalam bangunan secara vertikal.
- b. Menahan beban di atasnya, seperti dinding, partisi, atau sekat lainnya dan beban hidup.
- c. Menyalurkan beban kebalok dibawahnya.

6. Tangga

Tangga adalah suatu konstruksi yang diperlukan untuk lalu lintas (mobilisasi) pada arah vertikal.

7. Rangka Atap

Rangka atap berfungsi untuk memikul beban-beban yang bekerja pada atap. Sementara atap berfungsi untuk melindungi bangunan beserta isinya dari pengaruh panas dan hujan.

2.2. Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang, satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan.

Seperti substansi-substansi mirip batuan lainnya, beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kuat tarik yang sangat rendah. Beton bertulang adalah suatu kombinasi antara beton dan baja dimana tulangan baja berfungsi menyediakan kuat tarik yang tidak dimiliki oleh beton.

Beton bertulang bisa dikatakan sebagai bahan konstruksi yang paling penting, karena beton bertulang digunakan hampir pada semua struktur, baik besar maupun kecil.

Untuk dapat mengoptimalkan kegunaannya, perlu diketahui dengan baik kelebihan dan kelemahan beton bertulang. Kelebihan-kelebihan beton bertulang antara lain (Jack C. McCormac, 2002) :

1. Beton memiliki kuat tekan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kebanyakan bahan lain.
2. Beton bertulang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap api dan air, bahkan merupakan bahan struktur terbaik untuk bangunan yang banyak bersentuhan dengan air. Pada peristiwa kebakaran dengan intensitas rata-rata, batang-batang struktur dengan ketebalan penutup beton yang memadai sebagai pelindung tulangan hanya mengalami kerusakan pada permukaannya saja tanpa mengalami keruntuhan.
3. Struktur beton bertulang sangat kokoh.
4. Beton bertulang tidak memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi.
5. Dibandingkan dengan bahan lain, beton memiliki usia layan yang sangat panjang. Dalam kondisi-kondisi normal, struktur beton bertulang dapat digunakan sampai kapan pun tanpa kehilangan kemampuannya untuk menahan beban.
6. Beton biasanya merupakan satu-satunya bahan yang ekonomis untuk pondasi tapak, dinding *basement*, dan tiang tumpuan jembatan.
7. Salah satu ciri khas beton adalah kemampuannya untuk dicetak menjadi bentuk yang sangat beragam, mulai dari plat, balok, dan kolom yang sederhana.
8. Bahan bakunya relatif mudah didapatkan.

9. Keahlian tukang yang diperlukan untuk membangun konstruksi beton bertulang lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan lain seperti baja struktur.

Kekurangan-kekurangan beton bertulang antara lain (Jack C. McCormac, 2002) :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang sangat rendah, sehingga memerlukan penggunaan tulangan tarik.
2. Beton bertulang memerlukan bekisting untuk menahan beton tetap ditempatnya sampai beton tersebut mengeras. Selain itu, penopang atau penyangga sementara mungkin diperlukan untuk menjaga agar bekisting tetap berada pada tempatnya sampai bagian-bagian beton ini cukup kuat untuk menahan beratnya sendiri. Sedangkan biaya bekisting sendiri cukup mahal, berkisar antara sepertiga sampai dua pertiga dari total biaya suatu struktur beton bertulang.
3. Rendahnya kekuatan per satuan berat dari beton mengakibatkan beton bertulang menjadi berat. Ini akan sangat berpengaruh pada struktur-struktur bentang panjang dimana berat beban mati beton yang besar akan sangat mempengaruhi momen lentur.
4. Rendahnya kekuatan per satuan volume mengakibatkan beton akan berukuran relatif besar.
5. Sifat-sifat beton sangat bervariasi karena bervariasinya proporsi campuran dan pengadukannya. Selain itu penuangan dan perawatan

beton tidak bisa ditangani setelah seperti yang dilakukan pada proses produksi material lain seperti baja struktur.

2.2.1. Kuat Tekan Beton

Karena sifat utama dari bahan beton sangat kuat menerima beban tekan, maka untuk mengetahui mutu beton, pada umumnya ditinjau terhadap kuat beton tersebut. Mutu beton dibedakan dalam 3 (tiga) hal, yaitu :

1. Beton dengan f_c kurang dari 10 MPa, digunakan untuk beton non struktur.
2. Beton dengan $f_c = 10$ MPa ke atas dan kurang dari 20 MPa biasanya digunakan untuk beton struktur.
3. Khusus struktur bangunan tahan gempa dipakai mutu beton f_c minimal 20 MPa.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton yaitu :

1. Faktor air semen.
2. Faktor-faktor sifat agregat.
3. Jenis semen.
4. Umur beton.
5. Perbandingan campuran beton.

Pengolahan beton merupakan faktor yang perlu diperhatikan, agar mutu beton tersebut sesuai dengan yang disyaratkan. Pengolahan beton ini meliputi (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1996) :

1. Pengadukan beton

Merupakan proses pencampuran antara bahan-bahan dasar beton yaitu semen, air, pasir dan kerikil dalam perbandingan yang baik.

2. Pengangkutan beton

Adukan beton yang sudah dibuat harus diangkut ketempat penuangan sebelum semen mulai berhidrasi (bereaksi dengan air).

3. Penuangan beton

Setelah penuangan beton harus segera dipadatkan sebelum semen dan air mulai bereaksi (lebih kurang satu jam).

4. Pemadatan

Pada prinsipnya pemadatan dilakukan agar sesedikit mungkin terjadi pori/rongga didalam beton.

5. Perataan

Merupakan pekerjaan sesudah adukan beton selesai dipadatkan, yaitu berupa perataan permukaan dari beton segar yang telah dipadatkan.

6. Perawatan beton

Merupakan pekerjaan menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Bila tidak, akan terjadi beton yang kurang kuat dan juga dapat muncul retak-retak pada beton.

Kuat tekan beton akan menurun apabila terjadi kerusakan pada beton.

2.2.2. Macam-macam Kerusakan Struktur Beton

Macam kerusakan struktur beton :

1. Retak (*crack*)

Crack adalah retak pada permukaan beton karena mengalami penyusutan, lendutan akibat beban hidup (*live load*) / beban mati (*dead load*), akibat gempa bumi maupun perbedaan temperatur yang tinggi pada waktu proses pengeringan, *crack* dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) macam yaitu :

- a. Retak kecil dengan lebar retakan kurang dari 0,5 mm.



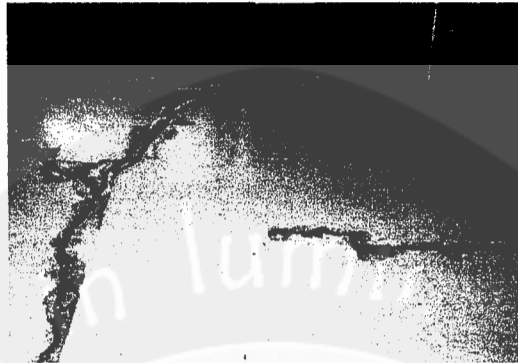
Gambar 2.1. Retak Kecil

- b. Retak sedang dengan lebar retakan antara 0,5 mm sampai 1,2 mm.



Gambar 2.2. Retak Sedang

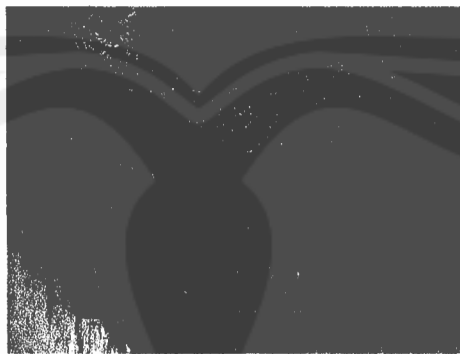
- c. Retak besar dengan lebar retakan lebih dari 1,2 mm.



Gambar 2.3. Retak Besar

2. Pengelupasan (*spalling*)

Pengelupasan (*spalling*) pada struktur yaitu terkelupasnya selimut beton besar atau kecil sehingga tulangan pada beton tersebut terlihat, hal ini apabila dibiarkan dengan bertambahnya waktu, tulangan akan berkarat / korosi dan akhirnya patah (Crane, 1985 dan Roomfield, 1997).

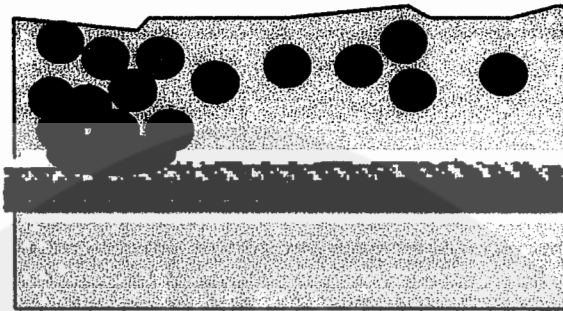


Gambar 2.4. Pengelupasan

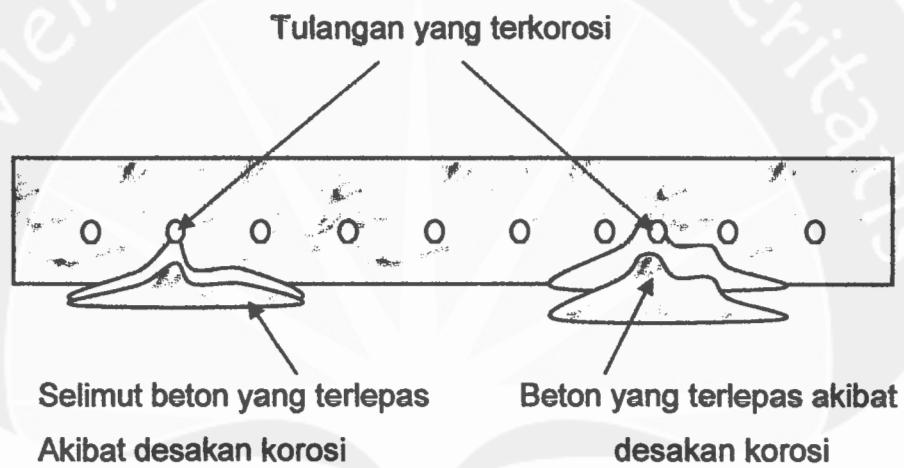
3. Korosi pada beton

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektro kimia dengan lingkungannya. Korosi atau pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam yang pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang mengalami kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen. (Kennet dan Chamberlain, 1991)

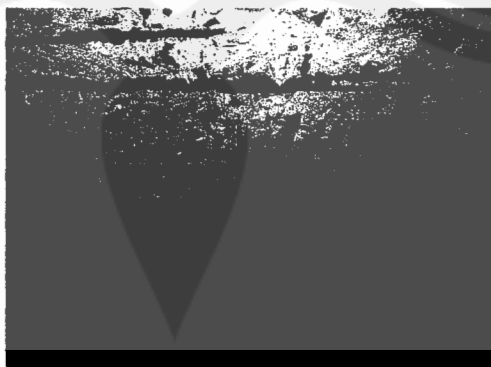
Masuknya ion-ion *chloride* ke dalam beton akan menurunkan kadar pH dari beton itu sehingga mengakibatkan hilangnya lapisan pasif yang sudah terbentuk pada permukaan besi tulangan. Dengan hilangnya lapisan pasif tersebut maka besi tulangan yang ada akan menjadi elektroda-elektroda, dimana kumpulan dari ion-ion *chloride* yang terkonsentrasi pada suatu tempat menjadikan daerah tersebut menjadi anoda sedangkan daerah sekelilingnya menjadi katoda (Gambar 2.5). Proses selanjutnya yang terjadi adalah terjadinya aliran elektron dari anoda menuju katoda yang mana akan membentuk sel-sel karat. Terbentuknya sel-sel karat ini akan mengakibatkan membesarnya volume besi tulangan dimana membesarnya diameter besi tulangan ini akan mendesak selimut beton sehingga menyebabkan terjadinya retak atau *spalling* pada beton (Gambar 2.6).



Gambar 2.5. Masuknya Ion-ion *Chloride* ke dalam Beton



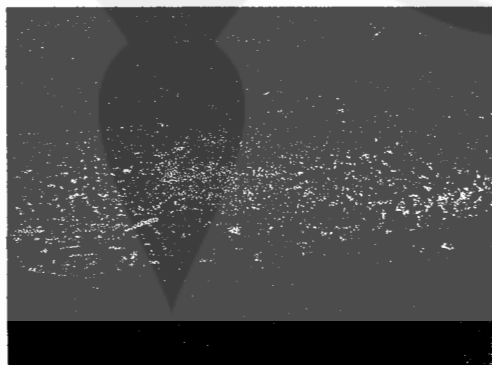
Gambar 2.6. *Spalling* pada Beton



Gambar 2.7. Korosi pada Beton

4. Struktur mengalami kebakaran

Sebenarnya beton merupakan bahan bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif lebih baik dibandingkan dengan material lain seperti baja, terlebih lagi kayu. Hal ini disebabkan karena beton merupakan material dengan daya hantar panas yang rendah, sehingga dapat menghalangi rembetan panas ke bagian dalam struktur beton tersebut. Oleh karena itu selimut beton biasanya dirancang dengan ketebalan yang cukup yang dimaksudkan untuk melindungi tulangan dari suhu yang tinggi di luar jika terjadi kebakaran, karena seperti diketahui bahwa tulangan baja akan mengalami penurunan kekuatan / tegangan leleh yang cukup drastis pada suhu yang tinggi. Pada struktur beton yang mengalami kebakaran (Gambar 2.8), kekuatan beton akan dipengaruhi oleh perubahan temperatur, tingkat dan lama pemanasan, jenis dan perilaku pembebanan, jenis dan ukuran agregat, dan faktor air semen.



Gambar 2.8. Beton yang Terbakar

5. Kerusakan struktur akibat gempa

Gempa sangat berpengaruh sekali pada konstruksi bangunan. Pengaruh gempa akan menimbulkan kekuatan beban atau muatan bagi konstruksi bangunan yang telah dibangun. Gempa bagi suatu konstruksi bangunan dapat bekerja kearah horisontal juga dapat bekerja kearah vertikal, ditambah dengan beban yang bergerak, beban mati dan muatan angin, sehingga akan timbul momen yang harus dapat ditahan oleh konstruksi bangunan tadi. Jika konstruksi bangunan tidak dapat menahan gaya tersebut seringkali terjadi keretakan / kerusakan pada pertemuan kolom dengan balok struktur beton bertulang (Gambar 2.9).



Gambar 2.9. Kerusakan Beton Akibat Gempa

2.2.3. Perbaikan Kerusakan Beton

Perbaikan struktur beton pada umumnya bertujuan mengembalikan dan menaikkan kekuatan unsur atau seluruh struktur agar dapat menghadapi beban di masa yang akan datang. Tujuan lain ialah untuk memenuhi peraturan yang terbaru. Akibat gempa, kolom yang dirancang

dengan peraturan lama sering rusak karena tidak mampu menahan beban geser. Kolom yang dirancang berdasarkan peraturan lama mungkin mempunyai kuat geser yang lebih rendah dibandingkan dengan kuat lenturnya sehingga akan rusak geser terlebih dahulu yang pada umumnya bersifat getas dan runtuh dengan mendadak. (Andreas Triwiyono, Hrc Priyosulistiyono dkk, 2007)

Kerusakan yang terjadi harus dapat diperbaiki dengan cepat sehingga bangunan segera dapat berfungsi kembali. Bangunan-bangunan pusat pelayanan utama yang penting bagi usaha penyelamatan setelah suatu gempa terjadi, seperti rumah sakit, bangunan penyimpanan air, bangunan pembangkit tenaga listrik, tidak boleh mengalami kerusakan yang berat sehingga tidak dapat berfungsi.

Untuk perbaikan beton perlu dipilih bahan perbaikan yang memenuhi sifat bahan (Suhendro, 2001) yaitu :

1. Stabilitas bentuk
2. Koefisien muai panas
3. Modulus elastisitas
4. Permeabilitas

Sistem atau metode perbaikan beton harus dipilih / disesuaikan berdasarkan tingkat kerusakannya. Macam metode perbaikan beton antara lain (http://eprints.ums.ac.id/621/01/_7_AbdulRochman.pdf, 2006) :

1. *Coating*

Coating adalah melapisi permukaan beton dengan cara mengoleskan atau menyemprotkan bahan yang bersifat plastik dan cair. Lapisan ini digunakan untuk menyelimuti beton terhadap lingkungan yang merusak beton.

2. *Injection*

Injection adalah memasukkan bahan yang bersifat encer kedalam celah atau retakan pada beton, kemudian diinjeksikan dengan tekanan, sampai terlihat pada lubang atau celah lain telah terisi atau mengalir keluar.

3. *Shotcrete*

Shotcrete adalah menembakkan mortar atau beton dengan ukuran agregat yang kecil, pada permukaan beton yang akan diperbaiki. *Shotcrete* dapat digunakan untuk perbaikan permukaan yang vertikal maupun horisontal dari bawah.

4. *Prepacked concrete*

Prepacked concrete adalah mengupas beton, kemudian dibersihkan dan diisi dengan beton segar, beton baru ini dibuat dengan cara mengisi ruang kosong dengan agregat sampai penuh. Kemudian diinjeksikan dengan mortar yang sifat susutnya kecil dan mempunyai ikatan yang baik dengan beton lama. Sebelum pelaksanaan harus diketahui seberapa besar tingkat korosi baja tulangan.

5. *Jacketing*

Jacketing adalah penebalan beton dengan menggunakan bahan selubung, dapat berupa baja, karet, atau beton komposit. *Jacketing* pada konstruksi beton bertulang dapat dilaksanakan apabila dapat dipastikan bahwa konstruksi beton bertulang yang lama (*existing*) harus dapat mendukung penambahan beban yang baru akibat adanya *jacketing*. Sistem *jacketing* untuk menambah kekuatan beton adalah sistem yang paling murah dan mudah. Penebalan dapat dilakukan pada kolom, balok ataupun plat lantai.

6. Penambahan tulangan

Penambahan tulangan untuk memperkuat elemen struktur seperti plat, balok dan kolom yang sudah rusak cukup parah, agar dapat berfungsi lagi sebagai pemikul beban dengan mempertimbangkan tingkat kerusakan tulangan baja.

2.3. Manajemen Proyek

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, ada suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi ini tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung (Ervianto, 2002). Sehingga diperlukan adanya suatu manajemen proyek yang baik.

Manajemen proyek adalah suatu metoda untuk memenuhi kebutuhan pelaksanaan proyek konstruksi. Metoda ini menyatukan perencanaan, desain, dan tahap konstruksi sebagai suatu pekerjaan yang terpadu. Pekerjaan ini dilakukan oleh suatu tim yang disebut dengan tim Manajemen Proyek (Gambar 2.10).



Gambar 2.10. Manajemen Proyek

Didalam tim ini, termasuk didalamnya semua pihak yang terlibat didalam pelaksanaan suatu proyek, yaitu :

1. *Owner* / pemilik proyek

Owner adalah orang atau badan hukum yang memberikan pekerjaan bangunan dan membayar seluruh biaya pelaksanaan pekerjaan bangunan tersebut sesuai dengan rencana kerja yang telah disetujui.

2. Konsultan Perencana

Konsultan perencana adalah orang atau badan hukum yang membuat perencanaan bangunan secara lengkap baik bidang arsitektur, sipil, maupun bidang lain yang melekat erat dan membentuk sebuah sistem bangunan.

3. Konsultan Pengawas

Konsultan pengawas adalah orang atau badan hukum yang bertindak untuk dan atas nama pemberi tugas dalam melaksanakan pengawasan pembangunan dari suatu proyek mulai dari tahap awal pelaksanaan proyek sampai dengan tahap akhir pelaksanaan proyek, dan bertanggung jawab atas semua hasil pekerjaan serta terciptanya kesesuaian antara pelaksanaan di lapangan dengan rencana yang telah dibuat sebelumnya.

4. Pelaksana / Kontraktor

Kontraktor adalah perusahaan perseorangan atau badan hukum yang menerima pekerjaan dan menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan biaya yang telah ditetapkan berdasarkan gambar rencana, peraturan dan syarat-syarat yang telah ditetapkan. Kontraktor juga wajib menyediakan alat keselamatan kerja, membuat laporan hasil pekerjaan harian, mingguan dan bulanan. Setelah pelaksanaan selesai kontraktor menyerahkan pekerjaan yang telah diselesaikan sesuai aturan yang berlaku. Menurut sifat pekerjaannya kontraktor dibagi menjadi dua :

a. Kontraktor Utama

Kontraktor utama adalah kontraktor yang bertanggung jawab penuh atas selesainya seluruh pekerjaan, dan sekaligus sebagai koordinator dari seluruh sub kontraktor yang ada pada proyek tersebut.

b. Sub Kontraktor

Sub kontraktor adalah kontraktor yang ditunjuk oleh kontraktor utama, yang hanya mengerjakan sebagian pekerjaan dari proyek tersebut dan mendapat persetujuan secara tertulis dari pemberi tugas. Sub kontraktor tidak bertanggung jawab secara langsung kepada pemberi tugas. Sub kontraktor hanya bertanggung jawab kepada kontraktor utama.

2.4. Perencanaan dan Pengendalian Proyek

Setiap proyek konstruksi selalu dimulai dengan proses perencanaan. Agar proses perencanaan ini berjalan dengan baik, maka harus ditentukan lebih dulu sasaran utamanya. Perencanaan sebaiknya mencakup penentuan berbagai cara yang tepat dengan mempertimbangkan semua kendala yang mungkin timbul. Perkiraan jenis dan jumlah sumber daya yang dibutuhkan dalam suatu proyek konstruksi menjadi sangat penting untuk mencapai keberhasilan proyek sesuai dengan tujuannya. Kontribusi sumber daya dalam perencanaan memungkinkan perumusan suatu rencana yang akan memberikan gambaran secara menyeluruh tentang metoda konstruksi yang akan digunakan dalam mencapai tujuan.

Pengendalian proyek adalah sistem yang mengatur agar semua yang terlibat dalam proyek berfungsi secara optimal, sehingga pelaksanaan dapat tepat waktu sesuai dengan jadwal proyek (*time*

schedule), serta membuat hubungan terkoordinasi dengan baik agar dapat menghasilkan bangunan dengan kualitas yang sesuai dengan yang direncanakan (Mockler, 1972).

Pengendalian proyek ini sangat penting khususnya untuk mengantisipasi permasalahan yang timbul dilapangan sehingga pelaksanaan proyek tidak terganggu dan berjalan sesuai dengan rencana.

Hal tersebut dapat dicapai dengan pengawasan yang efisien, membuat laporan kegiatan dan mengadakan rapat koordinasi untuk membahas masalah-masalah yang timbul dilapangan, serta mencari cara pemecahan masalah tersebut.

2.5. Durasi Proyek

Durasi proyek adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek, mulai dari kegiatan awal sampai kegiatan akhir. Dalam pelaksanaan suatu proyek seringkali diperlukan adanya percepatan durasi proyek, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor.

Percepatan durasi proyek dapat timbul karena faktor teknis dan faktor non teknis. Salah satu contoh faktor teknis yang menyebabkan perlunya percepatan durasi proyek adalah kelalaian kontraktor dalam mengalokasikan sumber daya yang tersedia sehingga mengakibatkan mulurnya waktu pelaksanaan satu atau beberapa kegiatan yang mempengaruhi waktu pelaksanaan seluruh kegiatan proyek. Sehingga untuk menghindari *liquidated damages* serta untuk mengejar waktu yang

tersisa, kontraktor perlu menyusun ulang penjadwalan proyek tersebut. Contoh lain adalah keinginan *owner* untuk mengejar nilai ekonomi dan pemasaran dari obyek proyek. Hal ini biasanya terjadi pada proyek konstruksi infrastruktur yang bersifat komersial atau untuk prasarana umum. Sementara untuk faktor non teknis misalnya kondisi cuaca yang buruk yang mengakibatkan *force majeure*, dan sebagainya. Akibat adanya percepatan durasi, maka secara otomatis timbul biaya ekstra yang keluar untuk menunjang terlaksananya percepatan tersebut. Biaya ekstra ini dapat disebabkan oleh adanya penambahan sumber daya, perubahan jam kerja, perubahan metode pelaksanaan, dan lain-lain.

Durasi suatu kegiatan dalam proyek konstruksi dapat dipercepat, yaitu dengan (Erviyanto, 1997) :

1. Mengadakan shift pekerjaan.
2. Memperpanjang waktu kerja (lembur).
3. Menggunakan alat bantu yang lebih produktif.
4. Menambah jumlah pekerja.
5. Menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya.
6. Menggunakan metoda konstruksi lain yang lebih cepat.

2.6. Rencana Pelaksanaan Pekerjaan

Pelaksanaan pekerjaan suatu proyek dilaksanakan menurut rencana kerja dan syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh pemberi tugas. Maka dari itu, kontraktor yang telah ditunjuk harus segera membuat

rencana pelaksanaan pekerjaan yang akurat sehingga kelancaran dan ketepatan waktu pelaksanaan proyek dapat dipenuhi.

Rencana pelaksanaan proyek meliputi unsur-unsur biaya, waktu, tenaga kerja, bahan dan alat. Semua unsur-unsur tersebut harus diperhatikan agar didapat :

1. Rencana anggaran dan biaya.
2. Rencana waktu pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*).
3. Rencana jumlah dan jenis tenaga kerja.
4. Rencana mendatangkan bahan dan peralatan.

2.6.1. Rencana Anggaran dan Biaya

Dalam proyek pembangunan gedung, pelaksana bidang manajemen proyek mempunyai tanggung jawab untuk membuat rencana anggaran dan biaya yang sesuai dengan kondisi lapangan yang akan dijadikan dasar dalam pelaksanaan pekerjaan.

2.6.2. Rencana Waktu Pelaksanaan Pekerjaan (*time schedule*)

Dalam *time schedule* terdapat pembagian waktu terperinci yang disediakan untuk masing-masing bagian pekerjaan. Mulai dari bagian-bagian pekerjaan permulaan sampai dengan bagian-bagian pekerjaan akhir. Maksud dan tujuan penyusunan *time schedule* ini supaya seluruh pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan jangka waktu yang telah direncanakan dan pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan dengan lancar.

Ketepatan waktu dalam menyelesaikan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan *time schedule* sangat penting bagi pemberi tugas dan

kontraktor karena hal ini menyangkut efisiensi dan efektifitas suatu pelaksanaan pekerjaan.

2.6.3. Rencana Jumlah dan Jenis Tenaga Kerja

Dalam perencanaan ini terdapat perincian mengenai jumlah dan jenis tenaga kerja yang dibutuhkan. Agar pemanfaatan tenaga kerja ekonomis dan efisien maka penyediaan dan penempatan tenaga kerja harus direncanakan dengan baik.

2.6.4. Rencana Mendatangkan Bahan dan Peralatan

Rencana pendatangan bahan dan peralatan perlu direncanakan dengan baik agar bahan-bahan dan peralatan yang dibutuhkan tidak mengalami keterlambatan ketika akan digunakan. Hal ini perlu diperhatikan dengan baik, karena keterlambatan dapat mengakibatkan terganggunya kelancaran pekerjaan, namun bila terlalu cepat didatangkan dapat mengganggu pekerjaan karena lahan kerja dapat terganggu oleh penumpukan bahan.