

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum Beton

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen Portland, dan air (*PBI 1971 N.I.-2*). Sering dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras menjadi suatu massa seperti batuan dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c) pada usia 28 hari. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton ini sangat dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu selama perawatan. Berat sendiri beton yang besar sekitar 2400 kg/m³. (*Paulus, 1989:5*).

Beton merupakan campuran dari beberapa material, dimana bahan utamanya terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, air dengan atau tanpa bahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit (campuran) maka kualitas beton dipengaruhi oleh kualitas dari masing-masing material pembentuk. (*Kardiyono T, 2007*).

Pemakaian beton sangat luas karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan materi struktur yang lain. Secara lebih rinci keunggulan beton adalah :

1. Ketersediaan material dasar
2. Kemudahan untuk digunakan
3. Kemampuan beradaptasi
4. Ketahanan yang tinggi

Selain memiliki keunggulan seperti yang disebutkan diatas, beton juga memiliki kekurangan sebagai berikut :

1. Berat sendiri yang besar
2. Kekuatan tarik yang rendah
3. Cenderung mudah retak
4. Struktur beton sulit dipindahkan
5. Pemakaian kembali atau daurulang sulit, tidak ekonomis,

Bahan kombinasi beton bertulang dimungkinkan karena adanya beberapa sifat yang baik didalam kerjasama antara beton dan baja tulangan. Sifat yang terpenting adalah beton dan baja mempunyai tegangan lekat dan tegangan lentur yang cukup besar. Tegangan lekat timbul antara baja dan beton jika baja ingin berubah tempat terhadap beton. Gaya tarik dan tekan pada baja menimbulkan tegangan lekat ditempat kontak baja dan beton. Jika tegangan lekat melalui suatu nilai batas/baja berubah tempat atau bergeser, perubahan tempat ini menimbulkan tegangan luncur untuk menahan penggeseran (*Rooseno, 1954:36*).

Pada waktu komponen struktur beton bertulang berkerja menahan beban akan timbul tegangan lekat yang berupa shear interlock pada permukaan singgung antara batang tulangan dengan beton (*Istimawan, 1994:181*).

Suatu persyaratan dasar dalam kontruksi beton bertulang adalah adanya lekatan (bond) diantara tulangan dan beton sekelilingnya, ini berarti dibawah beban kerja tidak terjadi selip (slip) dari baja tulangan relatif terhadap beton sekeliling. Sekalipun terjadi pemisahan yang menyeluruh dari tulangan dan beton pada hampir keseluruhan panjang, suatu balok dapat saja terus memikul beban selama tulangan tidak terlepas pada ujung-ujungnya.

Percobaan pull-out dapat memberikan perbedaan yang baik antara efisiensi lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (*embedment length*), akan tetapi hasilnya belum memberikan tegangan lekat sesungguhnya pada struktur rangka. Pada percobaan ini beton mengalami tekan dan baja mengalami tarik, dimana beton dan baja disekelilingnya mengalami tegangan yang sama (*Nawy, 1990:398*).

2.2. Jenis-jenis Beton

Beton adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran antara agregat dan bahan pengikat. Beton banyak dipilih karena memiliki kekuatan yang kokoh, permukannya rata, serta bertekstur halus. Dengan kekuatan yang sama, biaya pembuatan kontruksi beton bahkan jauh lebih murah dari pada kontruksi besi dan baja.

Berdasarkan fungsi dan kegunaannya, jenis beton dapat dibedakan menjadi sepuluh macam, diantaranya yaitu beton mortar, beton ringan, beton non-pasir,

beton hampa, beton bertulang, beton pra-tegang, beton pra-cetak, beton massa, beton siklop, dan beton serat. Simak penjelasan mengenai karakteristik dari masing-masing beton.

1. Beton Mortar

Bahan baku pembuatan beton mortar terdiri atas mortar, pasir, dan air. Ada tiga ragam mortar yang sering digunakan antara lain semen, kapur, dan lumpur. Beton mortar semen yang dipasangi anyaman tulangan baja didalamnya dikenal sebagai ferro cement. Beton ini memiliki kekuatan tarik dan daktilitas yang baik.

2. Beton Ringan

Sesuai namanya, beton ringan dibuat dengan memakai agregat yang berbobot ringan. Beberapa orang juga kerap menambahkan zat adiktif yang bisa membentuk gelembung-gelembung udara didalam beton. Semakin banyak jumlah gelembung udara yang tersimpan pada beton, maka pori-porinya pun akan semakin bertambah sehingga ukurannya juga bakal kian membesar. Hasilnya, bobot beton tersebut lebih ringan dari pada beton lain yang memiliki ukuran sama persis. Beton ringan diaplikasikan pada dinding non-struktur.

3. Beton Non-pasir

Proses pembuatan beton non-pasir sama sekali tidak menggunakan pasir, melainkan hanya krikil, semen, dan air. Hal ini menyebabkan terbentuknya rongga udara di celah-celah krikil sehingga total berat jenisnya pun lebih rendah. Karena tidak memakai pasir, kebutuhan semen pada beton ini juga lebih sedikit. Penggunaan beton non-pasir misalnya pada struktur ringan, kolom dan dinding sederhana, bata beton, serta buis beton.

4. Beton Hampa

Disebut hampa karena dalam pembuatannya di lakukan penyedotan air pengencer adukan beton memakai alat vacuum khusus. Akibatnya beton pun hanya mengandung air yang telah bereaksi dengan semen saja sehingga memiliki kekuatan yang sangat tinggi. Tak heran, beton hampa banyak sekali dimanfaatkan dalam pendirian bangunan-bangunan pencakar langit.

5. Beton Bertulang

Beton bertulang tercipta dari peraduan adukan beton dan tulangan baja. Perlu diketahui, beton mempunyai sifat kuat terhadap gaya tekan, tetapi lemah dengan gaya tarik. Oleh karena itu, tulangan baja sengaja ditanamkan ke dalamnya agar kekuatan beton tersebut terhadap gaya tarik meningkat. Beton bertulang biasanya dipasang pada struktur bentang lebar seperti pelat lantai, kolom bangunan, jalan, jembatan, dan sebagainya.

6. Beton Pra-tegang

Pada dasarnya, pembuatan beton pra-tegang mirip sekali dengan beton bertulang. Perbedaannya tipis hanyalah terletak pada tulangan baja yang bakal dimasukan ke beton harus ditegangkan terlebih dahulu. Tujuannya supaya beton tidak mengalami keretakan walaupun menahan beban lenturan yang besar. Penerapan beton pra-tegang juga banyak dilakukan untuk menyangga struktur bangunan bentang lebar.

7. Beton Pra-cetak

Beton yang dicetak di luar area pengerjaan proyek pembangunan disebut beton pra-cetak. Beton ini memang sengaja dibuat ditempat lain agar kualitasnya lebih baik. Selain itu, pemilihan beton tersebut juga kerap didasari pada sempitnya lokasi proyek dan tidak adanya tenaga yang tersedia. Beton pra-cetak biasanya diproduksi oleh perusahaan-perusahaan yang bergerak dibidang pembangunan dan pengadaan material .

8. Beton Massa

Beton massa yaitu beton yang dibuat dalam jumlah yang cukup banyak. Penuangan beton ini juga sangat besar diatas kebutuhan rata-rata. Begitu pula dengan perbandingan antara volume dan luas permukaannya pun sangat tinggi. Pada umumnya, beton massa memiliki dimensi yang berukuran lebih dari 60 cm. Beton ini banyak diaplikasikan pada pembuatan pondasi besar, pilar bangunan, dan bendungan.

9. Beton Siklop

Beton siklop merupakan beton yang menggunakan agregat cukup besar sebagai bahan pengisi tambahanya. Ukuran penampang agregat tersebut berkisar antara 15-20 cm. Bahan ini lantas ditambahkan ke adukan beton normal sehingga dapat

meningkatkan kekuatannya. Beton siklop seringkali dibangun pada bendungan, jembatan, dan bangunan air lainnya.

10. Beton Serat

Secara prinsip, beton serat dibuat dengan menambahkan serat-serat tertentu kedalam adukan beton. Contoh-contoh serat yang lumrah dipakai diantaranya asbestos, plastik, kawat baja, hingga tumbuh-tumbuhan. Penambahan serat dimaksudkan untuk menaikkan daktilitas pada beton tersebut sehingga tidak mudah mengalami keretakan.

2.3. Material Penyusun Beton

2.3.1. Semen

Semen merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling *klinker* (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan *oxid* besi), dengan batu *gips* sebagai bahan tambahan dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (krikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan krikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

Semen jenis ini memiliki nama lain Portland yang merupakan semen bubuk yang berwarna abu kebiruan. Kegunaannya antara lain untuk penggunaan umum seperti rumah dan bangunan tinggi. Barbahan dasar batu kapur atau gamping yang diolah dengan suhu tinggi. Namun, terdapat 5 tipe yang berbeda diantaranya :

1. Jenis semen Portland Type I

Jenis semen portland type I mungkin yang paling familiar disekitar anda karena paling banyak digunakan oleh masyarakat luas dan beredar di pasaran,

jenis ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus untuk hidrasi panas dan kekuatan tekan awal.

2. Jenis semen Portland Type II

Kondisi letak geografis ternyata menyebabkan perbedaan kadar asam sulfat dalam air dan tanah dan juga tingkat hidrasi. Oleh karena itu, keadaan tersebut mempengaruhi kebutuhan semen yang berbeda.

Kegunaan Semen Portland Type II pada umumnya sebagai material bangunan yang letaknya dipinggir laut, tanah rawa, dermaga, saluran irigrasi, dan bendungan. Karakteristik Semen Portland Type II yaitu tahan terhadap asam sulfat antara 0,10% hingga 0,20 % dan hidrasi panas yang bersifat sedang.

3. Jenis Semen Portland Type III

Lain halnya dengan tipe I yang digunakan untuk konstruksi tanpa persyaratan khusus, kegunaan semen portland tipe III memenuhi syarat konstruksi bangunan dengan persyaratan khusus. Karakteristik semen portland type III diantaranya adalah memiliki daya tekan awal yang tinggi pada permulaan setelah proses pengikatan terjadi, lalu kemudian segera dilakukan penyelesaian secepatnya.

Jenis semen portland type III digunakan untuk pembuatan bangunan tingkat tinggi, jalan beton atau jalan raya bebas hambatan, hingga bandar udara dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan asam sulfat. Ketahanannya Portland Type III menyamai kekuatan umur 28 hari beton yang menggunakan Portland type I.

4. Jenis Semen Type IV

Karakteristik semen portland tipe IV adalah jenis semen yang dalam penggunaannya membutuhkan panas hidrasi rendah. Jenis semen portland type IV diminimalkan pada fase pengerasan sehingga tidak terjadi keretakan. Kegunaan Portlanf Type IV digunakan untuk dam hingga lapangan udara.

5. Jenis Semen Portland Type V

Karakteristik semen portland type V untuk konstruksi bangunan yang membutuhkan daya tahan tinggi terhadap kadar asam sulfat tingkat tinggi lebih

dari 0,20 %. Kegunaan semen portland type V dirancang untuk memenuhi kebutuhan diwilayah dengan kadar asam sulfat tinggi seperti misalnya rawa-rawa, air laut atau pantai, serta kawasan tambang. Jenis bangunan yang membutuhkan jenis ini diantaranya bendungan, pelabuhan, kontruksi dalam air, hingga pembangkit tenaga nuklir.

Tabel 2.1 komposisi oksida utama pembentuk semen

Oksida	Komposisi (%)
CaO	60-65
SiO ₂	17-25
Al ₂ O ₃	3-8
Fe ₂ O ₃	0,5-6
MgO	0,5-4
SO ₃	1-2
K ₂ O, Na ₂ O	0,5-1

2.3.2. Agregat

Agregat merupakan material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku besi, yang dipakai secara bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

Fungsi agregat adalah sebagai material pengisi dan biasanya menempati sekitar 75 % dari isi total beton, karena itu pengaruhnya besar terhadap sifat dan daya tahan beton. Misalnya ketahanan beton terhadap pengaruh pembekuan-pencairan, keadaan basah-kering, pemanasan-pendinginan dan abrasi-kerusakan akibat reaksi kimia. Mengingat bahwa agregat menempati jumlah yang cukup besar dari volume beton dan sangat mempengaruhi sifat beton, maka perlu kiranya

material ini diberi perhatian yang lebih detail. Disamping itu dapat mengurangi penyusutan akibat pengerasan beto dan juga mempengaruhi koefisien pemuaian akibat panas.

Keutamaan agregat dalam peranannya didalam beton :

1. Menghemat penggunaan semen portland
2. Menghasilkan kekuatan besar pada beton
3. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton
4. Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat

1. Agregat Kasar (krikil, batu pecah)

Agregat kasar (*coarse Aggregate*) biasa juga disebut krikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan butirannya berukuran antara 4,76 mm-150 mm.

Ketentuan agregat kasar antara lain :

1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang kasar dan tidak berpori. Agregat kasar yang butirannya pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butir-butir pipihnya tidak melampaui 20 % berat agregat seluruhnya.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % dalam berat keringnya. Bila melampaui harus dicuci.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat yang relatif alkali.
4. Agregat kasar untuk beton dapat berupa krikil alami dari batu pecah.
5. Agregat kasar harus lewat tes kekerasan dengan bejana penguji Rudeloff dengan beban uji 20 ton.
6. Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan betang tembaga maksimum 5 %.
7. Angka kehalusan (Fineness Modulus) untuk Coarse Aggregate antara 6-7,5.

2. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini berukuran 0,063 mm-4,76 mm yang meliputi pasir kasar (Coarse Sand) dan pasir halus (Fine Sand). Untuk beton penahan radiasi,

serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus. Menurut PBI, agregat halus memenuhi syarat :

1. Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras, dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperatur, seperti terik matahari, hujan dan lain-lain.
2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % berat kering, apabila kadar lumpur lebih besar dari 5 %, maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton atau bisa juga digunakan langsung tetapi kekuatan beton berkurang 5 %.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik (zat hidup) terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dari ABRAMS-HARDER dengan larutan NaOH 3 %.
4. Agregat kehalusan (Fineness Modulus) untuk Fine Sand antara 2,2-3,2.
5. Agregat kehalusan (Fineness Modulus) untuk Coarse Sand antara 3,2-4,5.
6. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beranekaragam besarnya.

Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan tersebut juga dapat dipakai, asal saja kekuatan tekan adukan agregat pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama, tetapi dicuci terlebih dahulu dalam larutan NaOH 3% yang kemudian dicuci bersih dengan air pada umur yang sama.

Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beranekaragam dan apabila diayak dengan ayakan susunan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Sisa diatas ayakan 4 mm minimum beratnya 2%
2. Sisa diatas ayakan 1mm minimum beratnya 10%
3. Sisa diatas ayakan 0,025 beratnya berkisar antara 80% sampai 95%

2.3.3. Air

Air yang dipakai untuk membuat campuran beton dan perawatan beton setelah mengeras harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Air tawar yang dapat diminum
2. Air yang bersih dan tidak mengandung minyak, asam, alkali, garam, zat organis atau bahan yang lain yang dapat merusak beton atau tulangan.

3. Air yang di gunakan 20%

2.4. Karakteristik Beton

Karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh beton antara lain adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah;
2. Beton tidak dapat dipergunakan pada elemen kontruksi yang memikul momen lengkung atau tarik;
3. Beton sangat lemah dalam menerima gaya tarik, sehingga akan terjadi retak yang makin-lama makin besar;
4. Proses kimia pengikatan semen dengan air menghasilkan panas dan dikenal dengan proses hidrasi;
5. Air berfungsi juga sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan antar butiran sehingga beton dapat dipadatkan dengan mudah;
6. Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan akan menyebabkan butiran semen berjarak semakain jauh sehingga kekuatan beton akan berkurang;
7. Dengan perkiraan komposisi (mix desain) dibuat rekayasa untuk memeriksa dan mengetahui perbandingan campur agar dihasilkan kekuatan beton yang tinggi;
8. Selama peroses pengerasan campuran beton, kelembaban beton harus dipertahankan untuk mendapat hasil yang direncanakan;
9. Setelah 28 hari, beton akan mencapai kekuatan penuh dan elem kontruksi akan mampu memikul beban luar yang bekerja padanya;
10. Untuk menjaga keretakan yang lebih lanjut pada suatu penampang balok, maka dipasang tulangan baja pada daerah yang tertarik;
11. Pada beton bertulang memanfaatkan sifat beton kuat dalam menerima gaya tekan serta tulangan baja yang kuat menerima gaya tarik;
12. Dari segi biaya, beton menawarkan kemampuan tinggi dan harga yang relative rendah;
13. Beton hampir tidak memerlukan perawatan dan masa kontruksinya mencapai 50 tahun serta elemen kontruksinya yang mempunyai kekuatan tinggi serta aman terhadap bahaya kebakaran;

14. Salah satu kekurangan yang besar adalah berat sendiri konstruksi;
15. Kelemahan lainnya adalah perubahan volume sebagai fungsi waktu berupa susut dan rangkai.

2.5. Sifat Beton

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun kuat tarik yang lemah. Untuk kuat tekan, di Indonesia sering digunakan satuan kg/cm^2 dengan simbol K untuk benda uji kubus dan f_c untuk benda uji silinder. Kuat hancur dari beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor :

1. Jenis dan kualitas semen
2. Jenis dan lekak lekul bidang permukaan agregat. Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat tekan dan kuat tarik lebih besar dari pada penggunaan kerikil halus dari sungai.
3. Perawatan. Kehilangan kekuatan sampai dengan sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji.
4. Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
5. Umur. Pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah dengan umurnya.

2.6. Perawatan Beton

Perawatan beton adalah proses mengatur laju dan tingkat kehilangan kelembapan dari beton selama hidrasi semen berlangsung. Reaksi kimia yang terjadi pada pengikatan dan pengerasan beton tergantung pada pengadaan airnya. Air harus tersedia dalam jumlah yang memadai untuk hidrasi penuh selama pencampuran, perlu ada jaminan masih ada air yang tertahan atau jenuh untuk melanjutkan reaksi kimia didalam beton tersebut.

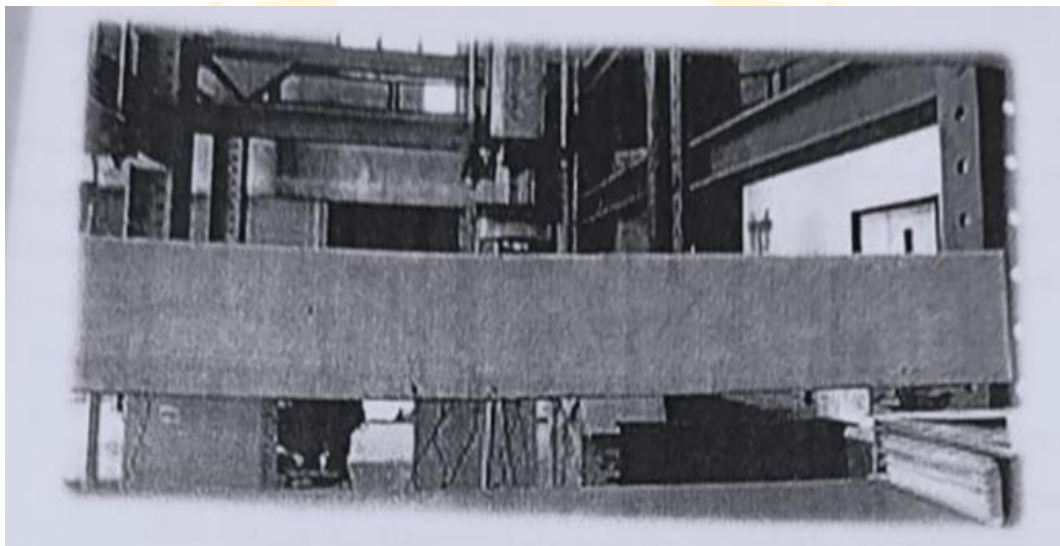
Tujuan dari perawatan beton yaitu menahan kelembapan didalam beton pada waktu semen berhidrasi, karena hal tersebut akan tercapai kekuatan struktur yang diinginkan dan tingkat kekedapan yang diisyaratkan untuk ketahanan, stabilitas volume dan pencairan serta abrasi terhadap beton.

Beton yang telah dibuat menjadi struktur harus dirawat selama usia strukturnya. Tindakan perawatan ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya usia ekonomi struktur tersebut, dan salah satu sifat yang penting dari beton adalah keawetan, yakni mampu menahan serangan kimia dan fisika serta mekanis. Keawetan beton yang baik didapatkan jika perencanaan, pelaksanaan dan terutama pada perawatan dilakukan dengan baik.

2.7. Pengertian Umum Balok

Balok adalah bagian dari struktual sebuah bangunan yang kaku dan dirancang untuk menanggung dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang.

Balok beton bertulang merupakan elemen penting dalam suatu struktur bangunan. Hal ini karena balok beton bertulang merupakan bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas. Keruntuhan yang terjadi pad suatu balok dapat memicu terjadinya keruntuhan total struktur. Oleh sebab itu, seiring perkembangan jaman perkuatan struktur balok bertulang sudah mengalami kemajuan. Hal ini terbukti dari penemuan-penemuan seperti chemical contruction yaitu ilmu kimia yang menunjang disiplin ilmu sipil.



Gambar 2.1 Balok Beton

2.8. Pengujian Beton

Beton merupakan material bangunan yang banyak diaplikasikan pada berbagai proyek konstruksi seperti pembuatan jalan beton, pembangunan gedung bertingkat, hingga pembangunan jembatan. Beton dalam bangunan sendiri secara umum dikelompokkan menjadi beton bertulang dan tidak bertulang.

Beton bertulang merupakan jenis beton yang diberikan tulangan berupa besi untuk menambah daya elastisitas beton. Sedangkan beton tidak bertulang tidak menggunakan tulangan besi tersebut, kedua jenis beton ini harus mempunyai berkualitas baik agar bangunan yang dibuat kokoh dan tahan lama.

2.8.1. Berbagai Macam Metode Pengujian Beton

Mengingat vitalnya material beton dalam bangunan ini, tentu bahan atau agregat penyusun beton seperti pasir, semen, air, kerikil, dll juga harus berkualitas baik. Selain penggunaan bahan penyusun yang baik, umumnya akan dilakukan pengujian beton untuk mengetahui kekuatan beton tersebut. Pengujian beton dilakukan dengan mengukur tingkat kekerasan beton dengan berbagai metode. Berikut berbagai macam metode pengujian beton :

1. Uji Kuat Tekan Beton (Compression test)

Uji kuat tekan beton dilakukan untuk mengukur kekuatan beton dengan cara memberikan tekanan pada sampel beton hingga beton mengalami kehancuran. Berikut adalah cara melakukan uji kuat tekan beton :

1. Persiapkan silinder dengan tinggi 30 cm dan berdiameter 15 cm, beri pelumas seperlunya pada sisi bagian dalam untuk memudahkan pelepasan beton. Silinder ini nantinya akan digunakan sebagai cetakan beton.
2. Masukkan adukan beton yang nantinya akan diaplikasikan pada bangunan ke dalam cetakan dan bagi menjadi 3 lapisan yang sama.
3. Lakukan penusukkan pada tiap lapisannya hingga 25 kali.
4. Ratakan bagian atas adukan, berilah label yang menunjukkan waktu pembuatan beton (tanggal dan jam).
5. Adukan beton dibiarkan selama 24 jam, setelah itu rendam dalam air selama waktu tertentu barulah dibawa ke laboratorium pengujian.
6. Siapkan mesin compressor yang digunakan untuk pengujian, mesin ini akan memberikan tekanan pada beton untuk pengujian.

7. Lakukan pengujian pada hari yang berbeda dan catat setiap hasilnya.

2. Slump test

Slump test adalah pengujian beton yang dilakukan untuk mengetahui kadar air beton untuk mengetahui mutu beton. Salah satu cara pengujian ini adalah dengan menggunakan kerucut abraham dengan cara :

1. Siapkan alat pengujian dengan ukuran diameter bawahnya 20 cm dan atasnya 10 cm dengan tinggi 30 cm. Alat ini nantinya akan digunakan sebagai penyokong.
2. Letakkan kerucut abraham pada bidang yang tidak menyerap air serta rata dan datar.
3. Masukkan adukan beton ke dalam kerucut dengan dilakukan penekanan pada penyokongnya.
4. Pastikan beton dimasukkan dalam 3 lapisan dengan tebal yang sama serta dilakukan penusukkan sebanyak 25 kali. Penusukkan dilakukan menggunakan tongkat baja yang berdiameter 16 mm dan panjang 600 mm yang ujungnya bulat. Hal ini agar beton yang masuk ke dalam kerucut nantinya lebih padat.
5. Bersihkan adukan yang berceceran kemudian ratakan permukaannya dengan cara menarik kerucut dengan hati-hati secara vertikal.
6. Tunggu beberapa waktu dan buka kerucut.
7. Ukurlah penurunan puncak kerucut dari tinggi awalnya.
8. Pengujian slump test ini akan menguji kekentalan beton atau dengan kata lain kadar air beton.
9. Hasil adukan beton yang tidak memenuhi syarat dalam pengujian tidak boleh digunakan pada bangunan.

Tabel 2.2 Nilai *slump* untuk berbagai macam struktur

No	Uraian	Nilai maksimum	Minimum (mm)
1	Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	80	25

2	Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan kontruksi dibawah tanah	80	25
3	Pelat, balok, kolom dan dinding	100	25
4	Perkerasan jalan	80	25
5	Pembetonan massal	50	25

3. Uji Core Drill

Uji core drill merupakan pengujian yang dilakukan dengan mengambil sampel dari beton yang sudah dibuat. Pengambilan ini dilakukan menggunakan alat core drill seperti nama pengujiannya. Namun pastikan pengujian ini dilakukan jangan sampai merusak struktur dari beton tersebut. Sampel beton tersebut kemudian akan diuji crusing test di laboratorium.

Dapat dikatakan bahwa pengujian ini sangat akurat karena memang beton yang diambil adalah beton yang sudah jadi pada bangunan. Akan tetapi pengujian ini juga mempunyai resiko yang tinggi karena bila pengambilan sampel terlalu dalam akan mengenai tulangan beton. Hal ini tentu akan sangat membahayakan struktur beton dan bila terjadi dapat mengurangi kekuatan struktur beton.

4. Hammer test

Hammet test beton dilakukan pada beton yang sudah dibuat untuk mengukur kekuatan maupun tegangan karakteristik beton. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat hammer test pada bagian bangunan seperti kolom, balok hingga plat lantai. Sebelum pengujian dilakukan, pastikan permukaan bagian bangunan yang diuji memiliki permukaan yang rata. Bila belum rata maka lakukan perataan menggunakan gerinda agar tingkat akurasi pengujian semakin tinggi / baik. Lakukan pengujian pada beberapa titik, umumnya dilakukan hingga 20 titik. Hasil pengujian ini kemudian akan dianalisa menggunakan standar deviasi agar dapat mengetahui mutu beton.

5. Pengujian Ultrasonik atau Ultrasonic non Destructive

Pengujian ini merupakan jenis pengujian baru yang kini banyak digunakan. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat ukur kekerasan yang menerapkan prinsip gelombang ultrasonik. Di Indonesia sendiri pengujian jenis ini telah dikenal sejak tahun 1980 silam. Pengujian ini dilakukan dengan merambatkan

gelombang ultrasonik pada beton untuk mengetahui kekuatan beton. Pengujian ini sendiri kini banyak diminati karena mempunyai keunggulan :

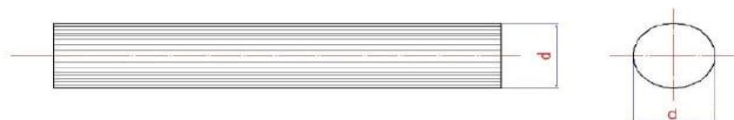
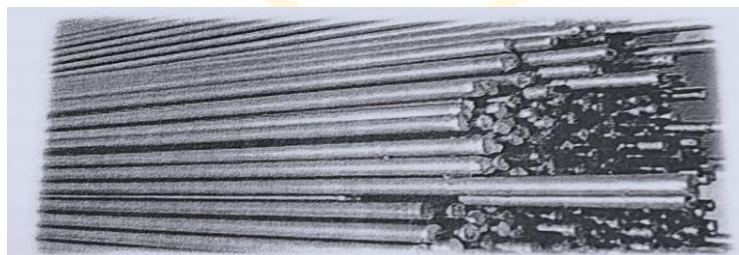
1. Dapat mendeteksi keretakan beton beserta kedalamannya.
2. Dapat menguji homogenitas beton
3. Menguji kekuatan dan kualitas beton tanpa merusaknya.
4. Mendeteksi kerusakan permukaan beton dan perubahannya dari masa ke masa.
5. Dapat digunakan untuk mengukur modulus Elastisitas beton.
6. Bisa dikatakan sebagai pengujian yang paling mudah untuk dilakukan

2.9. Pengertian Umum Besi Beton (*REBAR*)

Besi beton adalah rangka besi yang digunakan untuk memperkuat struktur beton pada bangunan. Besi beton yang disebut juga concrete steel atau rebar dalam bahasa Inggris ini menambah daya lentur pada beton. Sehingga tahan terhadap beban statis mau pun beban dinamis. Tanpa besi beton maka beton bangunan akan lebih mudah retak saat akibat guncangan-guncangan kecil saat kendaraan atau Besi Tulangan Beton (*BTB*) terdiri dari dua jenis :

2.9.1 Besi Beton Polos (*plain rebar*)

Besi beton ini memiliki permukaan yang mulus dan licin. Penampangnya pun berbentuk bundar mulus. Besi beton kurang memiliki daya ikat dengan coran beton. Besi beton polos biasanya digunakan untuk membungkus dan mengikat beberapa batang besi beton ulir dalam satu konstruksi beton

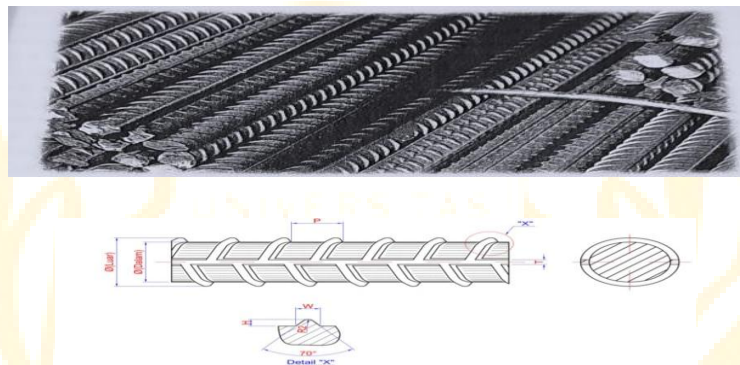


Keterangan gambar:
d : diameter

Gambar 2.2. Besi Beton Polos

2.9.2 Besi Beton Ulir (*deformed rebar*)

Besi beton ulir memiliki tonjolan-tonjolan seperti sirip pada sepanjang permukaannya, sehingga memiliki daya ikat tinggi dengan coran beton. Bentuk sirip-sirip ini berbeda untuk setiap produsennya. Besi beton ulir kurang lentur dan sulit di bengkokkan sehingga sulit pemasangannya.



Gambar 2.3. Besi Beton Ulir

Biasanya besi beton memiliki panjang standar 12 meter. Diameter besi beton yang umum digunakan adalah 8 mm dan 10 mm. Namun yang terjadi di lapangan, besi beton yang memiliki penampang yang sedikit lebih kecil dari yang tertera pada tulisan marking pada permukaan besi beton. Jika masih dalam batas toleransi 0,1 mm, maka besi beton tersebut masih masuk kedalam standar SNI.

Jumlah penggunaan dan ukuran diameter besi beton adalah berbanding lurus dengan dimensi coran beton. Hal ini distandarisasi dalam *SNI 2052:2014* tentang Baja Tulangan Beton yang dipakai pada kontruksi beton. Semakin besar dimensi kontruksi beton, makin besar pula diameter dan jumlah besi beton yang dipergunakan. Besi atau yang lebih dikenal sebagai beton bertulang. Beton bertulang yang mengandung batang tulangan dan direncanakan berdasarkan anggapan bahwa bahan tersebut berkerja sama dalam memikul gaya-gaya.

Beton bertulang bersifat unik dimana dua jenis bahan yaitu besi tulangan dan beton dipakai secara bersamaan. Tulangan menyediakan gaya tarik yang tidak dimiliki beton dan mampu menahan gaya tekan.

Tulangan polos (*BJTD*) jarang digunakan kecuali untuk membungkus tulangan longitudinal (sengkang atau spiral) yang diberi kait pada ujungnya terutama pada kolom.

Besi ulir atau besi tulangan beton sirip adalah batang besi dengan bentuk permukaan khusus berbentuk sirip melintang (puntir/sirip ikan) atau rusuk memanjang (sirip teratur/bambu) dengan pola tertentu, atau batang tulangan yang dipilin pada proses produksinya.

Tulangan ulir, yang diberi ulir melalui proses rol pada permukaannya (polanya berbeda tergantung dari pabrik pembuatannya) untuk mendapatkan ikatan (*bonding*) yang lebih baik antara tulangan dan beton yang digunakan pada hampir semua aplikasi dibandingkan dengan tulangan polos dengan luas penampang sama. Bentuk ulir berupa sirip meningkatkan daya lekat guna menahan gerakan dari batang secara relatif terhadap beton.

Tabel 2.3 besi baja tulangan sirip (ulir)

no	penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Tinggi sirip (H)		Jarak sirip melintang (P) maks	Lebar sirip membujur (T) maks	Berat nominal per meter
				Min	maks			
		Mm	mm ²	Mm	mm	Mm	m	kg/m
1	S6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222

2	S8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0.395
3	S10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	S19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226
7	S22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	S25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,865
13	S50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978

1	S57	57	2552	2,9	5,7	39,9	44,6	20,031
5								

2.9.3. Fungsi Besi Beton

Sejak tahun 1950 konstruksi besi beton mulai digunakan sebagai elemen utama dalam pembangunan gedung tinggi. Karena pengetahuan manusia tentang perilaku beton bertulang yang terbatas, terutama mengenai nonlinearitas material beton itu sendiri, pada awal abad ke-20 kebanyakan gedung tinggi di Amerika menggunakan baja profil sebagai elemen struktur utamanya, baru pada 1950-an konstruksi beton mulai ikut berperan dalam konstruksi gedung tinggi.

Di Indonesia sendiri, besi beton lebih sering digunakan untuk pembangunan gedung, karena bahan ini lebih mudah didapat sehingga dirasakan lebih ekonomis dibandingkan konstruksi lainnya. Besi beton atau beton bertulang boleh jadi merupakan bahan konstruksi yang paling penting karena digunakan dalam berbagai bentuk untuk hampir semua struktur baik besar maupun kecil seperti bangunan, jembatan, perkerasan jalan, bendungan, dinding pebahan tanah, terowongan, jembatan yang dilintasi lembah (viaduct), drainase, fasilitas irigasi, tangki dan sebagainya.

Khusus untuk bangunan gedung bertingkat tinggi, besi beton digunakan untuk struktur kolom, balok, dinding, plat, besi poer dan sloof. Sukses beton bertulang sebagai bahan konstruksi yang universal karena banyaknya kelebihan yang dimilikinya.

2.9.4. Kelebihan Besi Beton

1. Memiliki kuat tekanan yang relatif lebih tinggi dibandingkan kebanyakan bahan lain.
2. Memiliki ketahanan yang tinggi terhadap api dan air, bahkan memiliki 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. Tidak memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi di bandingkan dengan bahan lainnya.
5. Memiliki usia yang sangat panjang. Dalam kondisi-kondisi normal, struktur beton bertulang dapat digunakan sampai kapanpun tanpa kehilangan kemampuannya untuk menahan beban. Ini dapat dijelaskan dari kenyataan bahwa kekuatannya tidak berkurang dengan berjalannya waktu bahkan semakin lama semakin bertambah dalam hitungan tahun, karena lamanya proses pematangan semen.
6. Merupakan satu-satunya bahan yang ekonomis untuk pondasi tapak, dinding basement, tiang tumpuan jembatan, dan bangunan-bangunan semacam itu.
7. Dapat ditarik menjadi bentuk yang sangat beragam mulai dari plat, balok dan kolom yang sederhana sampai menjadi atap kubah dan cangkang besar.
8. Keahlian buruh yang dibutuhkan untuk membangun konstruksi beton bertulang lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan lain seperti baja struktur.

2.9.5. Kekurangan Besi Beton

1. Mudah korosi.
2. Jika dasar tanah tidak begitu baik, maka penggunaan besi beton akan lebih sulit digunakan.
3. Kualitas besi beton tergantung pada pabrik pembuatannya, sehingga kadang-kadang butuh ketelitian ekstra untuk memilih besi beton berkualitas dengan standart SNI.
4. Meski mampu menahan daya tekan, namun besi beton memiliki performas yang tidak begitu baik terhadap daya tarik. Itu sebabnya diperlukan struktur tulangan tarik pada konstruksi bangunan.
5. Pembuatan besi beton cenderung rumit karena harus memastikan hal-hal seperti proporsi campuran dan cara pengadukannya.

6. Meski biaya penyediaan besi beton cenderung murah, namun biaya bekisting bisa dihitung sebesar sepertiga atau dua pertiga dari total biaya struktur beton .

2.10. Pengujian Besi Tulangan Tes Tarik (*Pull Out Test*)

1. Kekuatan suatu struktur desain material sangat dipengaruhi oleh sifat fisik materialnya, oleh karena itu diperlukan pengujian untuk mengetahuisifat-sifat tersebut. Salah satunya adalah pengujian tarik (*Tensile test*). Dalam dunia manufaktur pengetahuan tentang sifat-sifat fisik suatu sebab sangat penting khususnya dalam mendesain dan menentukan proses manufakturnya.
2. Pengujian tarik merupakan jenis pengujian material yang paling banyak dilakukan karena mampu memberikan informasi representative dari perilaku mekanik material. Pengujian tarik sangat simpel, relative murah dan sangat memenuhi standar.
3. Pada dasarnya percobaan tarik ini di lakukan untuk menentukan respons material pada saat dikenakan beban atau deformasi dari luar (gaya-gaya yang diberikan dari luar yang dapat menyebabkan suatu material mengalami perubahan struktur, yang terjadi dalam kisi kristal material tersbut).
4. Dalam hal ini akan ditentukan seberapa jauh perilaku inheren, yaitu yang lebih merupakan ketergantungan atas fenomena atomik maupun mikroskopi dan bukan dipengaruhi bentuk dan ukuran benda uji. Prinsip pengujian ini yaitu sampel atau benda uji dengan ukuran dan bentuk tertentu diberi bebangaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara continue pada kedua ujung spesimen tarik hingga putus, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang di alami benda uji, tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah tangangan membujur rata-rata dari penguji tarik.
5. Pada specimen panjang bagian tengahnya biasanya lebih kecil luas penampanangnya dibandingkan kedua ujungnya dan patahan terjadi pada bagian tengah. Panjang ukur (*gauge length*) adalah daerah dibagian tengah dimana elongasi diukur atau alat extensometer

diletakan untuk pengukuran data yang diukur secara manual, yakni diameter spesimen (*Ilham Fajar2016*).

2.10.1 Beban Struktur Atas

Struktur atas adalah bagian dari struktur bangunan gedung yang berada diatas muka tanah (SNI 1726-2012: pasal 7.1). Pada penulisan tugas akhir ini, bagian struktur yang ditinjau adalah struktur atas gedung yang meliputi: pelat, balok, kolom dan tangga.

1. Plat

Pelat adalah elemen struktur yang fungsinya menyalurkan beban kepada elemen pendukung seperti balok dan kolom. Pelat yang difungsikan sebagai pelat lantai dan atap tidak terlalu berbeda, hanya pelat atap langsung terpengaruh cuaca. Menurut McCormac dan Nilson (2010), elemen – elemen pelat tersebut dapat dirancang sebagai pelat satu arah atau pelat dua arah.

2. Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi untuk menopang lantai di atasnya serta sebagai penyalur momen ke kolom – kolom yang menopangnya. Balok yang bertumpu langsung pada kolom disebut dengan balok induk, sedangkan yang bertumpu pada balok induk disebut balok anak. Tulangan rangkap pada perancangan balok pada umumnya ditujukan untuk meningkatkan daktilitas tampang, pengendalian defleksi jangka panjang akibat adanya rangkap dan susut (MacGregor, 2005). Berdasarkan besarnya regangan pada tulangan baja yang tertarik, penampang balok dapat dibagi menjadi dua kondisi awal keruntuhan, yaitu:

1. keruntuhan tarik, yang diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik.
2. keruntuhan tekan, yang diawali dengan hancurnya beton yang tertekan.

Kondisi balanced terjadi apabila keruntuhan diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik sekaligus juga hancurnya beton yang tertekan.

3. Kolom

Kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan susunan tulangannya, posisi beban pada penampangnya, dan panjang kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateralnya. Menurut Nawy (2003) bentuk dan

- susunan tulangan pada kolom dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu:
- a. kolom segiempat atau bujursangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang.
 - b. kolom bundar dengan tulangan memanjang dan tulangan lateral berupa sengkang atau spiral.
 - c. kolom komposit yang terdiri a tas beton dan profil baja struktural didalamnya.

Berdasarkan besarnya regangan pada tulangan baja yang tertarik, penampang kolom dapat dibagi menjadi dua kondisi awal keruntuhan, yaitu:

1. keruntuhan tarik, yang diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik,
 2. keruntuhan tekan, yang diawali dengan hancurnya beton yang tertekan.
- Kondisi balanced terjadi apabila keruntuhan diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik sekaligus juga hancurnya beton yang tertek

