

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah suatu komposisi yang terdiri dari empat bahan pokok, yaitu : [4,8]

1. semen,
2. agregat kasar dan halus,
3. air,
4. kadang-kadang ditambah dengan bahan tambahan.

Dalam percobaan ini bahan tambah yang digunakan adalah fiber yang ditambahkan pada campuran beton sehingga disebut beton fiber

Pengertian beton fiber menurut ACI comitte 544 (1982), Fiber Reinforced Concrete adalah didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus ataupun agregat kasar sehingga dengan adanya fiber tersebut akan memperbaiki sifat-sifat beton yang kurang baik.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasar pembentuknya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun

cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan.

2.1.1 Semen

Semen secara umum dapat digambarkan sebagai material dengan sifat lekat dan kohesif yang membuatnya dapat mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi satu kesatuan yang padat. Semen yang dipakai dalam pembuatan beton mempunyai sifat dapat terbentuk dan mengeras dalam air melalui reaksi kimia, sehingga disebut semen hidrolis.

Ada bermacam-macam tipe semen, yaitu : [5,6]

1. tipe I yaitu semen portland biasa,
2. tipe II yaitu semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat serta panas hidrasi tinggi,
3. tipe III yaitu semen dengan kekuatan awal tinggi,
4. tipe IV yaitu semen dengan panas hidrasi rendah,
5. tipe V yaitu semen tahan sulfat.

Semen portland untuk pertama kali diproduksi pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, yaitu dengan memanaskan suatu campuran calcareous seperti limestone atau chalk, material argillaceous, silica dan alumunium yang terdapat pada tanah liat atau shale sampai mencapai suatu suhu yang tinggi untuk menghasilkan gas asam karbon. Setelah meleleh kemudian didinginkan, kemudian ditambah sejumlah

gips maka akan dihasilkan semen portland.

Pencampuran dan peleburan bahan dasar semen dapat dilakukan baik dalam air maupun dalam kondisi kering yang dikenal sebagai proses basah dan proses kering. Bahan campuran utama dalam semen portland adalah : [7]

1. tricalcium silicate $(3CaO.SiO_2)$ —————> C3S
2. dicalcium silicate $(2CaO.SiO_2)$ —————> C2S
3. tricalcium aluminate $(3CaO.Al_2O_3)$ —————> C3A
4. tetracalcium aluminoferrite $(4CaO.Al_2O_3Fe_2O_3)$ —> C4AF

Bahan-bahan silikat C3S dan C2S adalah bahan terpenting yang berpengaruh terhadap kekuatan hidrasi dari pasta semen. Pasta semen adalah hasil dari reaksi antara semen dengan air, dimana dengan adanya air maka bahan-bahan silikat dan alumunium dari semen portland terhidrasi membentuk suatu massa yang kuat dan padat. Jadi jelaslah bahwa semen tidak mengeras karena pengeringan tetapi karena reaksi hidrasi kimia. Oleh karena itu beton harus tetap basah untuk menjamin pengerasan yang baik.

Waktu pengikatan adalah waktu yang dibutuhkan untuk perubahan bentuk semen dari cair menjadi padat yang keras. Pengikatan itu terutama disebabkan oleh hidrasi C3S dan C2S serta diikuti kenaikan temperatur dalam pasta semen. Pengikatan awal ditandai dengan kenaikan temperatur yang cepat sedangkan pengikatan akhir berhubungan dengan temperatur puncak. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah :

1. kehalusan semen, semakin halus butiran semen akan semakin cepat waktu pengikatannya,
2. jumlah air, pengikatan semen akan semakin cepat bila jumlah air berkurang,
3. temperatur, waktu pengikatan akan semakin cepat bila temperatur semakin tinggi,
4. penambahan zat kimia tertentu.

2.1.2 Agregat

Agregat dalam beton terdiri dari agregat kasar dan agregat halus menempati tiga perempat bagian dari keseluruhan komposisi beton, sebab agregat berperan penting dalam suatu campuran beton. Agregat tidak hanya membantu kekuatan dari beton tetapi juga berpengaruh besar terhadap ketahanan dan kekompakan struktural dari beton tersebut. Agregat alam terjadi dari proses pelapukan dan abrasi atau dengan cara pemecahan batu dari batuan asal yang besar. Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm,
2. kerikil, untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm,
3. pasir, untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm.

Bentuk dan kehalusan permukaan agregat akan mempengaruhi besarnya kekuatan beton, khususnya untuk beton mutu tinggi dimana kekuatan lentur lebih berpengaruh dari kekuatan desak. Permukaan yang lebih kasar mengakibatkan

gaya adhesi atau ikatan antara partikel dengan semen akan semakin kuat. Demikian pula, semakin luas permukaan dan lebih angular agregat menghasilkan ikatan yang lebih kuat.

2.1.3 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan pelaksanaan beton, maka untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan dengan kekuatan yang memenuhi syarat, harus diperhatikan perbandingan antara jumlah air dan semennya. Selain dari jumlahnya kualitas air harus diperhatikan juga karena kotoran yang ada di dalamnya akan mengganggu pengikatan semen dan dapat menyebabkan pengurangan kekuatan.

Hal-hal yang penting dalam pemilihan air antara lain kejernihannya, harus diamati pula apakah air itu mengandung bahan-bahan perusak, misalnya fosfat, minyak, asam, alkali, bahan-bahan organis atau garam-garam. [7]

Air selain digunakan untuk reaksi pengikatan beton, digunakan pula sebagai perawatan sesudah beton dituang, yaitu dengan membasahinya terus menerus atau merendamnya. Air yang digunakan dalam pembuatan dan perawatan beton harus memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan, misalnya tingkat keasamannya (pH) tidak boleh melebihi 6 dan juga tidak boleh terlalu sedikit mengandung kapur.

2.1.4 Bambu

Tanaman bambu (Gramineae) mempunyai manfaat yang sangat besar dalam kehidupan masyarakat di Indonesia. Di hutan banyak dijumpai tanaman bambu sebagai tanaman yang tumbuh alami atau sebagai tanaman budidaya. Bambu dapat tumbuh dari dataran rendah sampai pegunungan, dari ketinggian 0 m sampai 1500 m di atas permukaan laut.

Bambu amat digemari karena mempunyai sifat-sifat: [9] batangnya lurus, kuat, mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi namun relatif ringan, mudah dikembangbiakkan, membutuhkan waktu relatif pendek untuk mencapai kedewasaan, tersedia dalam jumlah yang banyak dan mempunyai variasi ukuran besar. Bambu tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit dan persyaratan tumbuhnya tidak memerlukan tempat yang subur, cukup yang tanahnya tidak terlalu kering, curah hujannya minimal 1000 mm/th, tidak berbatu-batu, tanah gembur dan mendapat sinar matahari langsung. Tanaman bambu tumbuh sangat cepat, pertumbuhan tunas mencapai 50 mm sehari semalam pada musim penghujan. Tinggi maksimum dicapai pada enam bulan pertama, sedang dua tahun berikutnya terjadi proses pendewasaan. Bambu dianggap dewasa apabila telah mencapai umur tiga tahun.

Dalam penelitian beton fiber ini, fiber yang digunakan adalah dari bambu yang dicampurkan pada saat pembuatan beton dan diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat beton. Dalam hal ini, bambu dipilih karena bambu mampu

menahan tarik yang cukup besar sehingga bambu sebagai alternatif fiber dari bahan alamiah yang lebih menguntungkan, dibandingkan dengan tumbuhan lain.

2.1.4.1 Sifat Fisika Bambu

Pada dasarnya sifat fisika bambu didasarkan pada faktor inheren pada struktur bambu tersebut. Faktor tersebut adalah banyaknya zat dinding sel yang ada dalam sepotong bambu, susunan dan arah mikrofibril dalam sel-sel dan jaringan-jaringan serta susunan kimia zat dinding sel. Karena secara anatomi dan kimiawi bambu hampir sama dengan kayu, maka faktor-faktor yang berpengaruh pada kayu kemungkinan akan berpengaruh terhadap sifat-sifat bambu. Kandungan air bambu, seperti halnya kayu, merupakan zat hidroskopis, artinya mempunyai afinitas terhadap air, dalam bentuk uap maupun cairan. Kandungan air dalam batang bambu bervariasi baik pada arah melintang maupun arah memanjang, tergantung pada umur, waktu penebangan serta jenis bambu. Pada umur 1 tahun bambu mempunyai kadar air yang tinggi yaitu 120 - 130 % baik pada tangkai maupun ujungnya. Kandungan air pada bagian dalam lebih tinggi dibandingkan bagian luar bambu. Kandungan air rata-rata bambu ori (50,211 %), bambu ampel (56,072 %), bambu petung (63,094 %), bambu wulung (68,140 %), bambu legi (8,494 %), bambu apus (89,017 %) sedang pada posisi ujung kandungan air 58,647 %, posisi tengah 68,842

% dan pada posisi pangkal 79,978 %[10].

Berat jenis bambu yaitu perbandingan berat bambu terhadap volume air yang sama dengan volume bambu itu, berkisar antara 0,50 - 0,9 gram/cm³. Berat jenis bagian tepi lebih besar dari bagian dalam, sedang dalam arah memanjang meningkat berat jenisnya dari bagian pangkal ke ujung. Berat jenis mempunyai hubungan terbalik dengan kadar air. Semakin tinggi berat jenis bambu, semakin kecil kandungan air bambu. Rata - rata berat jenis bambu apus (0,59), bambu legi (0,613), bambu wulung (0,685), bambu petung (0,7177), bambu ori (0,744), bambu ampel (0,769). Sedangkan pada posisi pangkal berat jenis (0,664), posisi tengah (0,686), posisi ujung (0,709)[10].

2.1.4.2 Sifat Mekanika Bambu

Sifat mekanika bambu dalam hal ini adalah meliputi[10]:

1. kekuatan lengkung statik (lentur) bambu yang diartikan sebagai ukuran kemampuan bahan untuk menahan beban yang bekerja tegak lurus sumbu memanjang fiber bambu ditengah-tengah bahan yang ditumpu pada kedua ujungnya. Tegangan patah terjadi pada saat bahan menerima beban maksimum dan pada saat tersebut bahan patah, sifat ini dinyatakan dengan besaran *Modulus of Rupture*. Dalam hal ini, perilaku bambu dalam hal keleng-

kungan dipengaruhi oleh kandungan air, buku-buku batang, posisi contoh uji didalam batang, bentuk serta ukuran contoh uji. Modulus patah rata-rata dari bambu pada posisi pangkal $76,175 \text{ N/mm}^2$, posisi ujung $93,929 \text{ N/mm}^2$,

2. kekuatan geser sejajar fiber bambu, yang dapat diartikan sebagai kemampuan bambu menahan gaya-gaya yang cenderung menyebabkan sebagian bambu bergeser dengan bagian lain yang berdekatan. Hal-hal yang berpengaruh terhadap kekuatan geser sejajar fiber tersebut adalah :

- a. kandungan air,
- b. ukuran contoh uji,
- c. posisi contoh uji di dalam batang,

kekuatan geser sejajar serat rata-rata pada bambu adalah pada posisi pangkal $7,005 \text{ N/mm}^2$, posisi tengah $7,859 \text{ N/mm}^2$ dan posisi ujung $8,238 \text{ N/mm}^2$,

3. kekuatan tarik sejajar fiber bambu. Kekuatan tarik sejajar fiber bambu adalah ukuran kekuatan tarik maksimum bambu yang diakibatkan oleh gaya yang cenderung untuk memisahkan bambu dengan gaya tarik. Kekuatan tarik sejajar fiber bambu ini tergantung pada jenis bambu tersebut. Pada jenis bambu apus umumnya mempunyai kekuatan tarik yang paling tinggi yaitu $250,829 \text{ N/mm}^2$

bila dibandingkan dengan jenis yang lain^[10].

2.2 Metode Perancangan Campuran Beton

Ada beberapa metode perancangan campuran beton yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan campuran beton, agar beton yang dihasilkan memenuhi syarat perancangan. Metode tersebut antara lain : Metode Dreux, Metode Texas, Metode British dan Tata Cara Pembuatan Beton Normal (Metode SNI).

Dari beberapa metode perancangan campuran beton tersebut, dipilih Metode Dreux yang akan digunakan dalam penelitian ini. Karena berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan terhadap metode-metode tersebut, ternyata Metode Dreux memberikan kecenderungan hasil yang lebih baik dengan pemakaian semen yang minimum dan mampu menghasilkan kekuatan desak yang disyaratkan.

2.2.1 Metode Dreux

Metode Dreux dikembangkan sebagai hasil penelitian yang telah dilakukan oleh seorang berkebangsaan Perancis yang bernama Profesor Dreux.

Berdasarkan penelitian, Profesor Dreux mencetuskan formula sebagai dasar perhitungan campuran beton yaitu korelasi antara kekuatan beton dengan kekuatan semen, kekompakan butiran, jumlah air dan jumlah semen yang digunakan. Formula tersebut adalah :^[11]

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c (C/E - 0,5) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

σ_{28} = Kekuatan desak rata-rata beton pada umur 28 hari yang didasarkan atas benda uji berbentuk silinder diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm.

G = Faktor kekompakan butiran (faktor granular), yaitu suatu besaran yang menunjukkan besarnya volume yang diisi oleh agregat kasar.

σ_c = Kekuatan semen berdasarkan data yang diperoleh dari pabrik pembuat semen atau informasi dari lembaga penelitian bahan.

C = Berat semen per kubik beton.

E = Berat air per kubik beton.

Besarnya faktor granular butiran (G) pada formula diatas, dipengaruhi kualitas butiran serta besarnya diameter maksimal agregat kasar yang digunakan pada perancangan beton. Besarnya nilai faktor granular (G) secara lengkap dapat dilihat pada tabel 2.1. [11]

Tabel 2.1 "Klasifikasi Agregat Kasar Dalam Campuran Beton"

Kualitas Butiran	Diameter Agregat Kasar (mm)		
	Halus $D \leq 16$	Pertengahan 25 - 40	Kasar $D \geq 63$
Baik sekali	0,55	0,60	0,65
Normal	0,45	0,50	0,55
Bisa dipakai	0,35	0,40	0,45

Pada umumnya kekuatan beton dinyatakan sebagai

kekuatan tekan karakteristik, yaitu kekuatan beton yang dinyatakan dengan memperhitungkan suatu prosentase kegagalan, terhadap kekuatan rata-ratanya berdasarkan distribusi normal.

Oleh karena itu, prosentase kegagalan yang diperbolehkan pada kekuatan desak beton pada peraturan di Indonesia diambil sebesar 5% (kekuatan desak beton yang kurang dari kekuatan karakteristiknya hanya diijinkan sebesar 5%), maka dapat ditulis suatu hubungan antara kekuatan karakteristik dengan kekuatan rata-ratanya, yaitu :

$$\sigma_{bk} = \sigma_{rata-rata} - 1,64 \cdot S \dots\dots\dots(2.2a)$$

Atau

$$\sigma_{rata-rata} = \sigma_{bk} + 1,64 \cdot S \dots\dots\dots(2.2b)$$

Dimana S = deviasi standar

Besarnya harga deviasi standar dalam perancangan campuran beton berdasarkan Peraturan Beton Indonesia pasal 4.5 ayat (1) adalah seperti pada tabel 2.2^[4].

Tabel 2.2 "Harga S untuk Berbagai Mutu Pekerjaan"

Isi Pekerjaan		Deviasi Standar		
Sebutan	Jml. Beton (m ³)	baik sekali	baik	dapat diterima
kecil	< 1000	45<s<55	55<s<65	65<s<85
sedang	1000-3000	35<s<45	45<s<55	55<s<75
besar	> 3000	25<s<35	35<s<45	45<s<65

Jadi, berdasarkan hubungan antara kekuatan desak

karakteristik dan kekuatan desak rencana, maka dapat direncanakan suatu komposisi campuran beton untuk kekuatan karakteristik tertentu, dengan mengambil besaran standar deviasi berdasarkan tabel 2.2.

Dari formula yang diungkapkan oleh Prof. Dreux terlihat bahwa kekuatan beton tidak tergantung pada jumlah semen yang dipakai, dengan syarat perbandingan jumlah semen dan air (C/E) tetap. [11]

Mengingat perancangan campuran beton harus dapat dilaksanakan dengan konsentrasi dan persyaratan yang ditentukan serta jumlah semen yang tidak boleh kurang dari jumlah semen minimum, maka formula tersebut berlaku untuk:

1. rasio antara jumlah semen terhadap jumlah air (C/E) berkisar antara 1,5 - 2,5,
2. jumlah semen tidak boleh kurang dari 300 kg/m³ beton.

Untuk menjamin bahwa campuran beton dapat dikerjakan, maka adukan beton akan direncanakan dengan memperhitungkan agar kekuatannya tetap, hal ini dapat ditempuh dengan cara yang ekonomis, misalnya:

1. menambah air, tetapi harus juga menambah semen agar rasio jumlah semen terhadap air (C/E) tetap,
2. tidak menambah air, tetapi dengan menambahkan additive.

Dengan ditetapkannya jumlah semen dari grafik hubungan antara slump dan rasio jumlah semen terhadap air, maka jumlah air yang diperlukan pada perancangan campuran beton dapat ditentukan. Penentuan jumlah air yang digunakan didasarkan pada anggapan bahwa, agregat yang digunakan pada tahap perancangan campuran beton berada pada kondisi kering udara. Jadi apabila agregat yang digunakan mengandung jumlah air dengan kadar yang melebihi kering udara, maka harus dilakukan koreksi jumlah air yang diperlukan dengan memperhitungkan tingkat kelembaban dan absorpsinya.

Sebelum melakukan koreksi kadar air dan absorpsi dari agregat yang digunakan, jumlah air yang diperoleh dari rasio jumlah semen terhadap air (C/E) harus terlebih dahulu dilakukan koreksi kadar air, dengan menggunakan nilai-nilai hubungan antara diameter maksimal agregat kasar dengan koreksi kadar air (E1), yang nilainya dapat dilihat pada tabel 2.3.

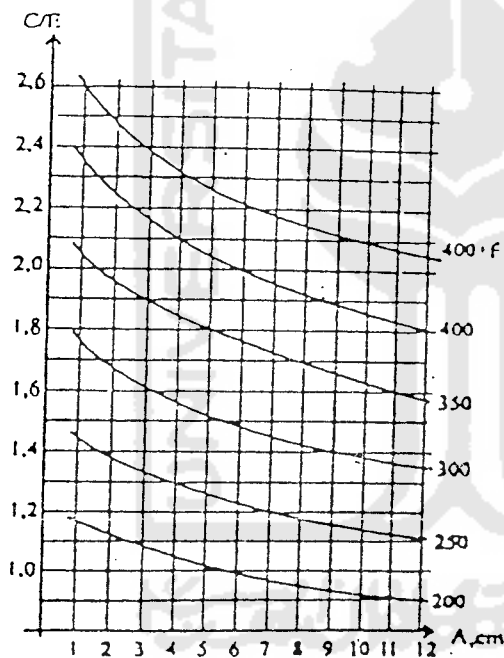
Tabel 2.3 " Koreksi Air "

D (mm)	5	10	16	25	40	63	100
Koreksi (%)	+15	+9	+4	0	-4	-8	-12

Perlu juga diketahui bahwa grafik yang menjadi dasar bagi penentuan jumlah semen per kubikasi beton berlaku untuk agregat alam. Sehingga bila agregat kasar yang menjadi salah satu material penyusun beton merupakan

batu pecah, maka harga slump yang digunakan pada grafik merupakan harga slump rencana yang telah dikurangi kira-kira 2 cm.

Setelah nilai slump ditentukan, maka akan dapat diketahui jumlah semen yang dibutuhkan dalam campuran beton yaitu dengan menggunakan kurva seperti pada gambar 2.1.

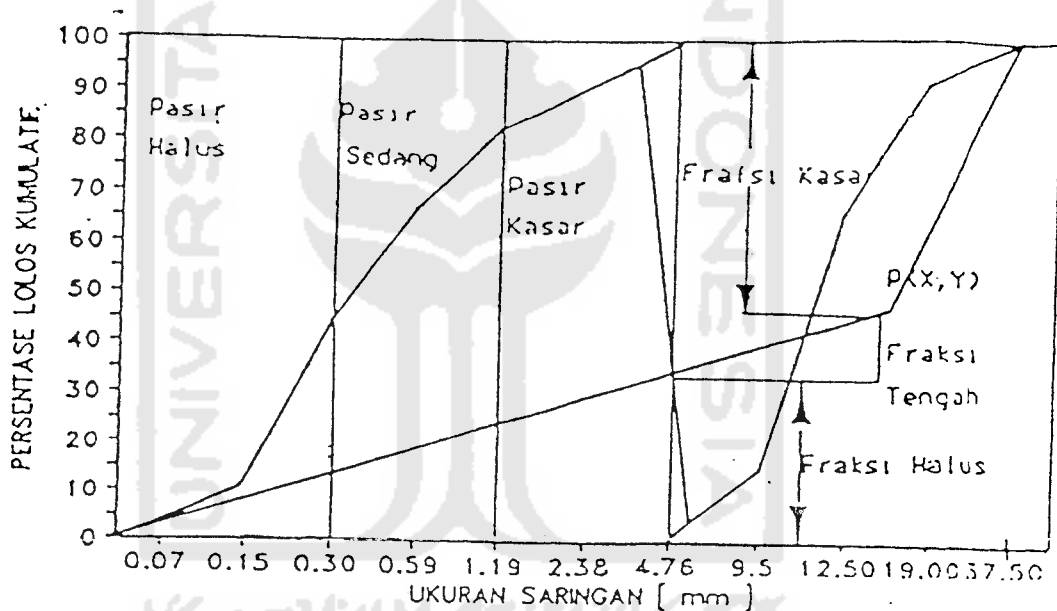


Gambar 2.1 "Kurva Rasio Semen - Air terhadap Slump"

2.2.1.1 Menentukan Kurva Patokan

Untuk dapat menentukan kurva patokan yang menjadi dasar penentuan besarnya prosentase dari agregat yang

dibutuhkan, terlebih dahulu diperlukan data analisa hasil saringan dari agregat yang digunakan dalam campuran beton. Kurva ini dibuat menurut data yang diperoleh dengan sumbu ordinat yang merupakan prosentase lolos saringan dan absis yang merupakan ukuran dari saringan yang digunakan.



Gambar 2.2 "Analisa Granulometri Agregat"

Secara umum gambaran tentang distribusi agregat yang digunakan berupa garis cembung seperti yang terlihat pada gambar 2.2, dipihak lain campuran antara agregat halus dan agregat kasar yang merupakan salah satu komponen penyusun beton, merupakan bentuk kurva yang cekung, untuk tujuan ini terlebih dahulu harus dicari kurva patokan (reference), yaitu kurva yang sedapat mungkin

harus didekati (berhimpit) dengan granulometri gabungan antara kedua agregat tersebut. Kurva patokan ini bilinear yang menghubungkan titik 0 % pada diameter 0,1 mm dengan menggunakan saringan bundar dan titik 100 % pada diameter maksimal (D) dengan titik patah (P).

1. Menentukan titik X

Titik X merupakan absis yang dinyatakan dengan besarnya diameter yang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

a. jika diameter agregat yang digunakan pada perencanaan campuran beton (D) = 25 mm, maka besarnya nilai absis (X) diambil setengah dari diameter maksimum agregat,

$$X = D/2 \dots\dots\dots(2.3a)$$

b. jika diameter maksimal agregat (D) lebih dari 25 mm maka besaran nilai absis (X) diambil sebagai rata-rata antara diameter 5 mm dan diameter agregat maksimum yang digunakan,

$$X = (D-5)/2 \dots\dots\dots(2.3b)$$

2. Menentukan titik Y

Titik Y merupakan ordinat yang dinyatakan dalam prosentase.

$$Y = 50 - \sqrt{D + K + K_s} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

D = Diameter agregat maksimal yang digunakan

K = Besaran koreksi yang tergantung pada kualitas semen per kubikasi beton, jenis agregat dan cara pemadatannya.

Ks = Angka koreksi yang diperlukan bila nilai dari modulus kehalusan agregat halus (Mfs) tidak sama dengan 2,5. Besarnya angka koreksi tersebut dapat dinyatakan sebagai

$$K_s = 6.M_{fs} - 15$$

Untuk lebih jelas dalam menentukan ordinat titik patah sehubungan dengan faktor-faktor koreksi yang diperlukannya, maka dapat dilihat pada tabel 2.4. [11]

Tabel 2.4 "Harga K Untuk Berbagai Pemadatan dan Dosis Semen"

Pemadatan	Lemah		Normal		Kuat	
	Alam	Pecah	Alam	Pecah	Alam	Pecah
Dosis semen (kg/m ³)						
400 + fluid	-2	0	-4	-2	-6	-4
400	0	+ 2	-2	0	-4	-2
350	+2	+ 4	0	+2	-2	0
300	+4	+ 6	+2	+4	+2	+4
250	+6	+ 8	+4	+6	+2	+4
200	+8	+10	+6	+8	+4	+6

2.2.1.2 Menentukan Perbandingan Antara Agregat Halus dan Agregat Kasar

Untuk menentukan besarnya perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar pada suatu beton, yang fraksi

agregat kasarnya tersedia secara alami (tidak diolah), maka besarnya perbandingan antara masing-masing agregat dapat ditentukan secara langsung, dengan cara menarik garis lurus yang menghubungkan titik 95 % lolos pada kurva gradasi agregat halus dengan titik 5 % lolos pada kurva gradasi kasar. Besarnya nilai ordinat titik potong antara garis lurus terdapat pada kurva patokan (kurva reference) yang sebelumnya telah ditentukan, menunjukkan besarnya prosentase agregat halus yang diperlukan dalam komposisi campuran beton. Sedangkan besarnya prosentase agregat kasar adalah selisih antara 100 % dengan prosentase agregat halus yang telah ditentukan.

Untuk menentukan perbandingan agregat halus dan agregat kasar yang diolah, terlebih dahulu agregat dipisahkan, fraksi agregat kasar antara diameter 5 mm sampai absis titik patah P dan antara absis titik patah tersebut dengan diameter maksimum agregat yang digunakan pada perancangan campuran beton. Dengan demikian, susunan agregat gabungan akan lebih mendekati kurva patokan, yang pada akhirnya akan meningkatkan kekompakan beton yang dihasilkan.

Penentuan perbandingan agregat dengan menggunakan agregat kasar yang diolah akan terdapat tiga fraksi dengan pengelompokan sebagai berikut:

1. fraksi halus yaitu fraksi yang memiliki diameter butiran antara 0,075 mm hingga 5 mm. Prosentase

fraksi ini antara 0 sampai ordinat titik potong antara garis lurus yang ditarik pada 95 % lolos agregat halus dan 5 % lolos agregat kasar dengan kurva patokan,

2. fraksi tengah (kerikil halus), yaitu fraksi agregat yang berdiameter antara 5 mm sampai absis titik patah P. Besarnya prosentase fraksi ini antara ordinat titik potong dan garis penghubung 95 % lolos agregat halus dan 5 % lolos agregat kasar dengan kurva patokan sampai ordinat titik patah P dari kurva bilinier,
3. fraksi kasar, yaitu fraksi agregat yang berdiameter antara absis titik patah P dan diameter maksimum (D) dengan prosentase antara ordinat titik patah P sampai 100 %.

2.2.1.3 Menentukan Proporsi Agregat Halus dan Kasar Untuk Setiap Kubikasi Beton

Dengan menggunakan kurva hubungan antara slump dan rasio jumlah semen terhadap air, yang diperoleh dari rumus Prof. Dreux, berdasarkan kekuatan semen dan kuat desak beton yang direncanakan, maka jumlah semen dan air untuk campuran per meter kubik beton dapat diketahui.

Sedangkan jumlah pasir dan kerikil yang digunakan dalam campuran, sangat tergantung dengan kekompakan butiran yang dinyatakan dengan τ , yang maksudnya

menunjukkan bagian dari volume absolut beton yang diisi oleh bahan-bahan padat (semen, pasir, kerikil). Jadi koefisien kekompakan (τ) berarti jumlah volume absolut dari semen ditambah bahan butiran (agregat), sama dengan $\tau \text{ m}^3$ untuk setiap satu meter kubik beton, atau 1000τ untuk 1000 liter volume absolut beton.

Untuk dapat menentukan besarnya bagian dari volume absolut beton yang diisi oleh agregat dapat dilihat besarnya koefisien kekompakan dari tabel hubungan antara plastisitas beton, cara pemadatan yang digunakan, serta diameter maksimum agregat kasarnya. Oleh karena itu, sebelum tabel yang dinyatakan hubungan tersebut digunakan, harus didefinisikan terlebih dahulu plastisitas beton berdasarkan besarnya slump.

Klasifikasi plastisitas beton yang ditunjukkan oleh besarnya slump, serta jenis pemadatannya guna menentukan koefisien kekompakan, dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 "Klasifikasi Beton Berdasarkan Slump"

Plastisitas beton	Slump (mm)	Pemadatan
Sangat Kental	0-20	Penggetaran sangat kuat (dengan mesin)
Kental	30-50	Penggetaran yang baik
Plastis	60-90	Penggetaran normal
Lembek	100-130	Tusukan
Encer	≥ 140	Tusukan Lemah

Setelah plastisitas beton, cara pemadatan dan diameter agregat diketahui, maka penentuan koefisien

kekompakan dapat dilakukan dengan berpedoman pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 "Koefisien Kekompakan Beton"

Sifat Beton	Cara Pematatan	Cara Koefisien Kekompakan τ						
		D=5	D=10	D=16	D=25	D=40	D=63	D=100
Lembek	Tusukan	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	P Lemah	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	P Normal	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Plastis	Tusukan	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	P Lemah	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	P Normal	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
	P Kuat	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Kental	P Lemah	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	P Normal	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	P Kuat	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

Dari tabel diatas terlihat bahwa besarnya koefisien kekompakan untuk menentukan proporsi agregat dalam campuran beton sangat tergantung pada diameter maksimal agregat yang digunakan dan cara pematatannya.

Angka-angka pada tabel tersebut berlaku untuk agregat alam dengan jumlah semen 350 kg/m^3 beton, oleh karena itu apabila pada saat perancangan campuran syarat tersebut tidak dapat dipenuhi maka harus dilakukan koreksi sebagai berikut:

1. untuk campuran yang menggunakan agregat halus alam dengan batu pecah, besarnya koreksi 0,01,
2. untuk campuran yang kedua agregatnya dipecah, besarnya koreksi 0,03,
3. untuk campuran beton yang menggunakan semen

tidak sama dengan 350 kg/m^3 , maka besarnya koreksi $(C-350)/500$, dimana C merupakan jumlah semen yang digunakan setiap kubikasi beton,

4. untuk campuran beton dengan agregat ringan besarnya koreksi $-0,03$.

Dengan demikian untuk setiap 1000 liter volume absolut beton terdapat 1000 liter volume absolut (semen + pasir + kerikil). Sementara itu di dalam campuran beton terkandung C kg semen yang mempunyai volume absolut sebesar berat semen yang diperlukan pada campuran beton dibagi dengan berat jenis semen yang digunakan pada campuran tersebut, sehingga volume absolut agregat yang digunakan adalah 1000 dikurangi dengan besarnya volume absolut semen.

Karena agregat yang tersedia di alam dalam kondisi tidak kering permukaan, maka perlu adanya koreksi untuk kadar air didalam agregat berikut berat masing-masing agregat seperti pada rumus berikut :

$$1. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) * C / 100 \dots\dots\dots (2.5a)$$

$$2. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) * D / 100 \dots\dots\dots (2.5b)$$

$$3. \text{ Air} = B + (C_k - C_a) * C / 100 - (D_k - D_a) * D / 100 \dots\dots\dots (2.5c)$$

Dimana :

$$B = \text{Jumlah air} \quad (\text{kg/m}^2)$$

$$C = \text{Jumlah agregat halus} \quad (\text{kg/m}^2)$$

$$D = \text{Jumlah agregat kasar} \quad (\text{kg/m}^2)$$

$$C_a = \text{Absorpsi air pada agregat halus} \quad (\%)$$

Da = Absorpsi air pada agregat kasar (%)

Ck = Kandungan air pada agregat halus (%)

Dk = Kandungan air pada agregat kasar (%)

Dengan telah diperolehnya prosentase masing-masing agregat serta proporsinya untuk setiap kubikasi beton melalui kurva seperti pada gambar 2.2, maka berat agregat halus dan kasar yang diperlukan di dalam perancangan campuran beton dapat dihitung setelah dilakukan koreksi untuk masing-masing agregat.

2.3 Metode Perawatan

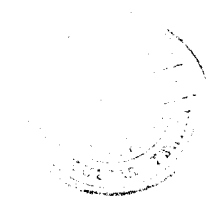
Untuk memperoleh hasil pengujian yang diharapkan, maka setelah beton dikeluarkan dari cetakan harus segera dilakukan perawatan dengan menggunakan salah satu metode berikut ini :

1. beton dibasahi terus menerus dengan air,
2. beton direndam dalam air lingkungan bersuhu sekitar $23-17^{\circ}$ Celcius,
3. beton dilindungi dengan karung basah, film plastik, atau kertas perawatan tahan air.

Sehari sebelum pengujian, beton tersebut diangkat dari dalam air dan ditiriskan.

2.4 Metode Pengujian Kuat Desak

Kuat desak dipengaruhi oleh kuat ikat pasta semen,



homoginitas campuran, perbandingan campuran dan kemampatan. Kuat ikat pasta semen ditentukan oleh mutu bahan ikat dan kualitas air. Dengan digunakannya mutu bahan ikat yang tinggi dan kualitas air yang memenuhi syarat, maka akan dihasilkan beton dengan kuat desak yang tinggi.

Homoginitas campuran dalam adukan beton yaitu saling mengisi antar bahan-bahan pembentuk beton secara merata, sehingga diperoleh beton yang mampat dan tidak terjadi pengelompokan bahan pembentuk beton yang menyebabkan rongga-rongga.

Perbandingan jumlah bahan pembentuk beton pada campuran yang proporsional dapat menghasilkan beton yang lebih mampat dan homogen, yaitu apabila bahan-bahan tersebut saling mengisi.

Kemampatan beton dapat dipengaruhi oleh penggunaan jumlah bahan pembentuk beton yang proporsional dan pengadukan yang merata, sehingga terjadi pencampuran yang baik dan homogen. Makin mampat beton maka makin sedikit rongga atau keropos sehingga menghasilkan kuat desak yang tinggi.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian kuat lentur beton dengan benda uji balok prisma berukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ dan pengujian kuat desak beton dengan benda uji patahan dari uji lentur dan dites pada umur 7, 14 dan 28 hari.

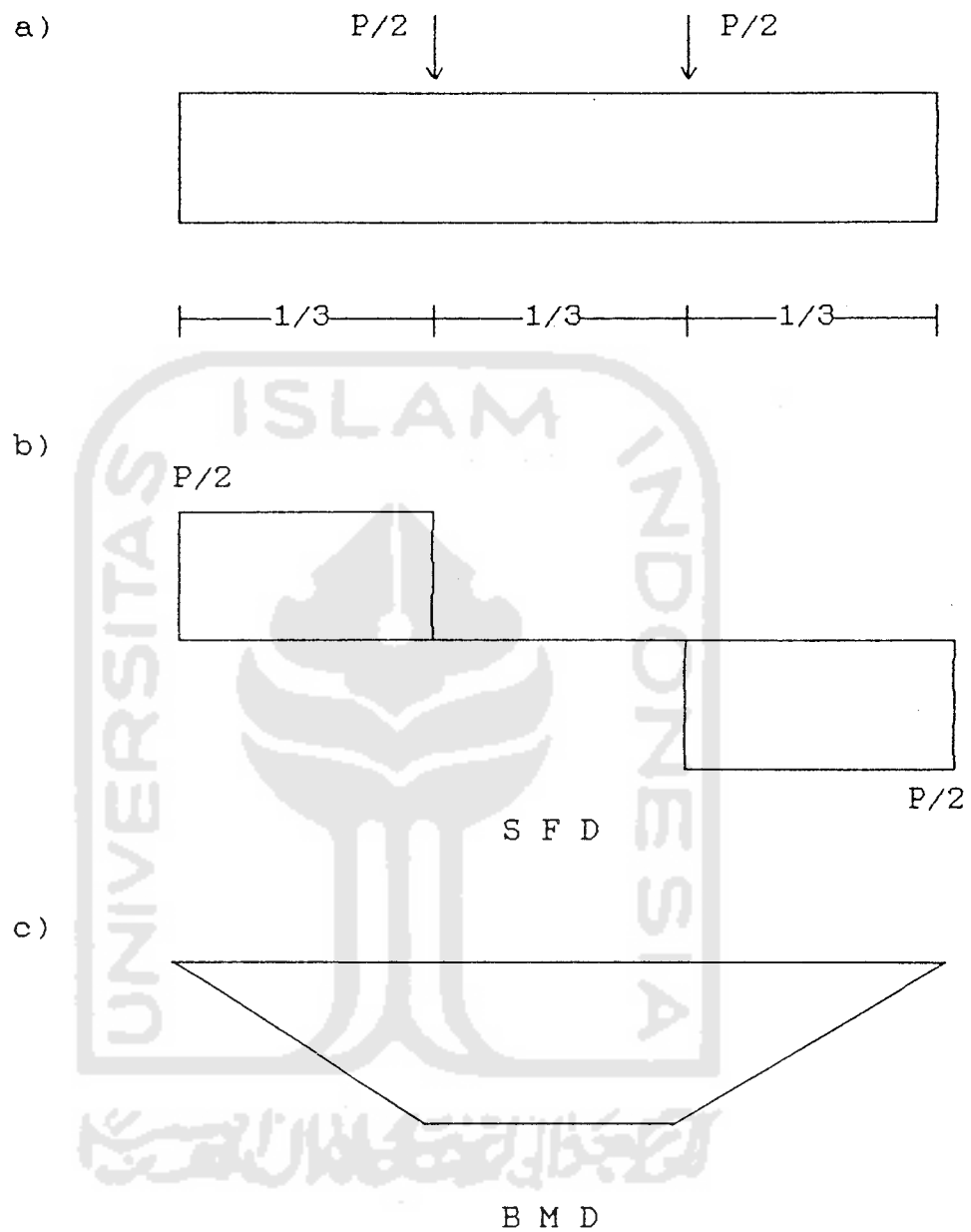
Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian kuat lentur beton dengan benda uji balok prisma berukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ dan pengujian kuat desak beton dengan benda uji patahan dari uji lentur dan dites pada umur 7, 14 dan 28 hari.

Kuat desak beton dapat diketahui dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang didesak, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$\sigma_c = P / A \dots\dots\dots(2.5)$$

2.5 Metode Pengujian Kuat Lentur beton

Lentur murni adalah lenturan dari sebuah balok dengan suatu momen lentur (bending moment) konstan, yang dalam hal ini gaya lintangnya sama dengan nol. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Balok dengan daerah pusat dalam keadaan lentur murni

(a). Balok dengan dua buah gaya simetris ($P/2$).

(b). Diagram gaya lintang.

(c). Diagram momen.

Terlihat diantara beban $P/2$ tidak terdapat gaya lintang dan hanya bekerja suatu momen lentur (M) konstan yang besarnya :

$$M = P/2 \cdot l/3 \dots\dots\dots(2.6)$$

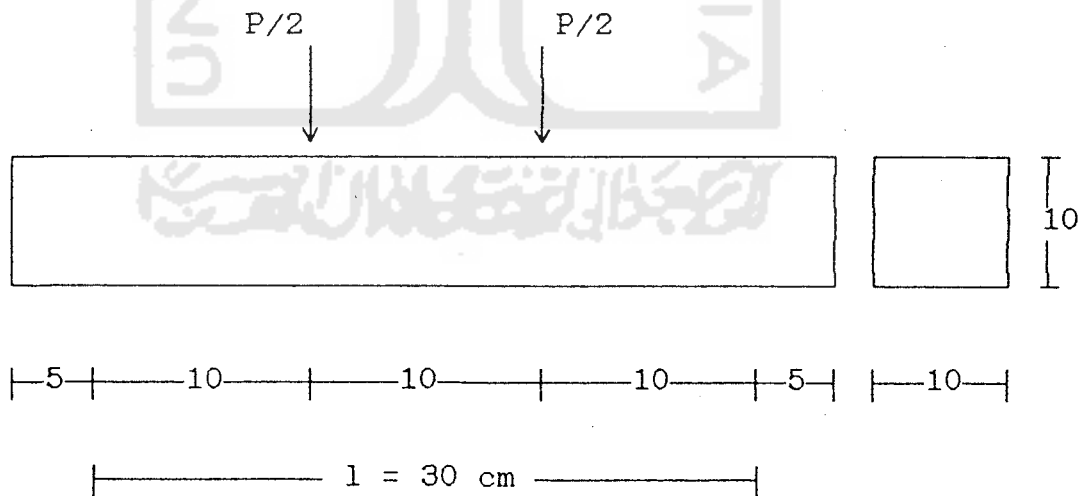
Tegangan lentur pada balok berhubungan dengan tahanan momen (W). Dengan tahanan momen pada balok tampang persegi adalah :

$$W = 1/6 \cdot b \cdot h^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

Kekuatan lentur atau tegangan lentur dapat diperoleh dengan rumus :

$$\sigma_{lt} = M/W \dots\dots\dots(2.8)$$

Benda uji yang digunakan pada percobaan ini adalah prisma beton dengan luas tampang $10 \times 10 \text{ cm}^2$ dengan panjang 40 cm



Gambar 2.4 Pengujian lentur prisma beton.

Dengan substitusi persamaan pada momen lentur (M) dan tahanan momen (W) diperoleh tegangan lentur :

$$\sigma_{lt} = P.l/(bh^2)$$

Dimana, P = gaya

b = lebar tampang balok

h = tinggi tampang balok

l = jarak tumpuan

