

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Tiga jenis bahan utama digunakan dalam struktur adalah kayu, baja dan beton dengan pengembangan berupa gabungan antara bahan-bahan tersebut di atas. Diantara ketiga jenis bahan struktur di atas, beton merupakan bahan yang paling sering dipakai karena mempunyai banyak keuntungan, antara lain: murah, mudah dilaksanakan, tidak terlalu perlu perawatan, awet dan tahan api serta bahan-bahan penyusunnya sangat mudah didapatkan.[1]

Secara struktural beton mempunyai kekuatan yang cukup besar terutama dalam kuat desaknya, sehingga sangat bermanfaat untuk struktur-struktur dengan gaya-gaya desak dominan. Meski demikian, karena sifatnya yang getas (brittle) dan praktis tidak mampu menahan tegangan tarik, bahan tersebut punya keterbatasan dalam penggunaannya.[2] Sifat getas beton memungkinkan terjadinya keruntuhan yang mendadak akibat terlampauinya beban batas, terutama pada struktur yang menderita beban kejut yang bekerja secara tiba-tiba. Dalam praktek, kedua sifat kurang baik dari

beton tersebut memang dapat dihindari pengaruhnya dengan pemakaian tulangan baja yang ditempatkan secara benar.

Pada struktur yang didominasi tarik dan lentur lebih besar (balok misalnya) bagian tarik beton akan segera retak bila mendapat tegangan yang tidak begitu besar. Hal ini juga disebabkan adanya retak rambut yang merupakan sifat beton. Kondisi ini tidak membahayakan karena tegangan tarik telah didukung sepenuhnya oleh tulangan, namun akibat retak berarti telah terjadi kontak antara tulangan dengan udara, yang dapat menyebabkan korosi, sehingga luas tampang tulangan baja menjadi berkurang.

Untuk memperbaiki sifat kurang baik dari beton, dilakukan percobaan dengan cara penambahan berbagai bahan tambah, baik bahan tambah yang bersifat kimiawi maupun fisikal pada adukan beton. Salah satu bahan tambah yang bersifat fisikal adalah fiber. Ide dasarnya yaitu menulangi beton dengan fiber yang disebarkan secara merata ke dalam adukan beton dengan orientasi random, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini akibat pembebanan. [3]

Bahan fiber di Indonesia belum banyak dikenal dalam pemakaian untuk bangunan struktur maupun non struktur. Hal ini disebabkan, belum banyak tersediannya fiber-fiber pada pasar bahan konstruksi dan penggunaannya yang belum memasyarakat. Bahan-bahan lokal dapat juga dimodifikasi menjadi bahan fiber sebagai penelitian awal. Bahan fiber

yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu, mengingat bahwa bahan ini sangat banyak dijumpai di Indonesia dan relatif murah.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. mendapatkan harga kuat desak beton fiber serta mengetahui perbandingan kuat desak beton antara beton fiber dan beton non-fiber,
2. mendapatkan harga kuat lentur beton fiber serta mengetahui perbandingan kuat lentur beton antara beton fiber dan beton non-fiber.

## 1.3 Batasan Penelitian

Seperti yang telah dikemukakan bahwa, pengaruh penambahan fiber terhadap sifat struktural beton cukup banyak, namun dalam penelitian ini hanya diselidiki pengaruh penambahan fiber terhadap kuat desak dan kuat lentur dari beton fiber bambu. Bentuk geometri fiber dipilih lurus mempunyai panjang 10 cm.

Dari hasil data yang diperoleh, akan dibentuk beberapa macam hubungan antara kenaikan prosentase fiber, dengan umur beton. Dalam penelitian ini, sifat-sifat beton diselidiki untuk umur 7, 14 dan 28 hari. Pengujian laboratorium ini menggunakan benda uji balok prismaik ukuran  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ . Pengujian ini perlu dilakukan untuk

membuktikan bahwa peningkatan sifat struktural beton (kuat tekan) memang benar-benar dapat dimanfaatkan pada balok yang sesungguhnya. Selain itu pada pengujian ini akan diamati pula lendutan balok akibat pembebanan, untuk mengetahui pengaruh fiber terhadap keliatan (ductility) beton dan juga pengaruh penambahan fiber pada retak yang terjadi.

#### 1.4 Metode Penelitian

Metode penelitian ini berupa serangkaian percobaan di laboratorium terhadap unsur-unsur pembentuk beton yang mencakup pemeriksaan kadar air agregat, pemeriksaan berat volume agregat, analisa saringan, pemeriksaan kadar lumpur agregat dan analisa specific gravity.

Rencana kerja yang akan dilakukan adalah, analisa saringan untuk mendapatkan gradasi agregat yang dibutuhkan, perancangan campuran beton, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, serta pengujian tekan dan lentur beton pada umur 7,14 dan 28 hari.

#### 1.5 Sistematika Pembahasan

Penulisan tugas akhir ini, terdiri dari lima bab yang masing-masing bab adalah sebagai berikut :

1. bab pertama, membahas mengenai latar belakang mengapa penelitian ini dilakukan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode yang digunakan

dalam penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir,

2. bab kedua, membahas tentang tinjauan pustaka yang akan memberikan gambaran sifat dan jenis material penyusun beton serta metode yang digunakan dalam campuran beton,
3. bab ketiga, akan mengulas tentang perhitungan campuran beton, pelaksanaan penelitian di laboratorium sampai pada tahap pemeliharaan dan pengujian benda uji,
4. bab keempat, berisikan hasil-hasil dari pengujian yang telah dilakukan,
5. bab kelima, akan dibahas kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil penelitian.

## 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  $(3CaO.SiO_2) \longrightarrow C3S$
2. dicalcium silicate  $(2CaO.SiO_2) \longrightarrow C2S$
3. tricalcium aluminate  $(3CaO.Al_2O_3) \longrightarrow C3A$
4. tetracalcium aluminoferrite  $(4CaO.Al_2O_3Fe_2O_3) \rightarrow C4AF$

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.<sup>[7]</sup>

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/cm<sup>3</sup>. 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<sup>[10]</sup>.

## 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 :<sup>[11]</sup>

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

Dimana :

$\sigma_{28}$  = 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.

$\sigma_c$  = 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<sup>[4]</sup>.

Tabel 2.2 "Harga S untuk Berbagai Mutu Pekerjaan"

Isi Pekerjaan		Deviasi Standar		
Sebutan	Jml. Beton (m <sup>3</sup> )	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  $300 \text{ kg/m}^3$  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.

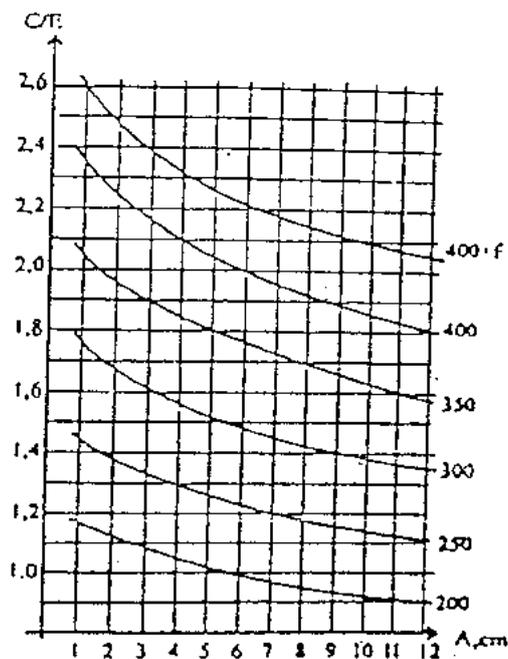
Tabel 2.3 " Koreksi Air "

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.

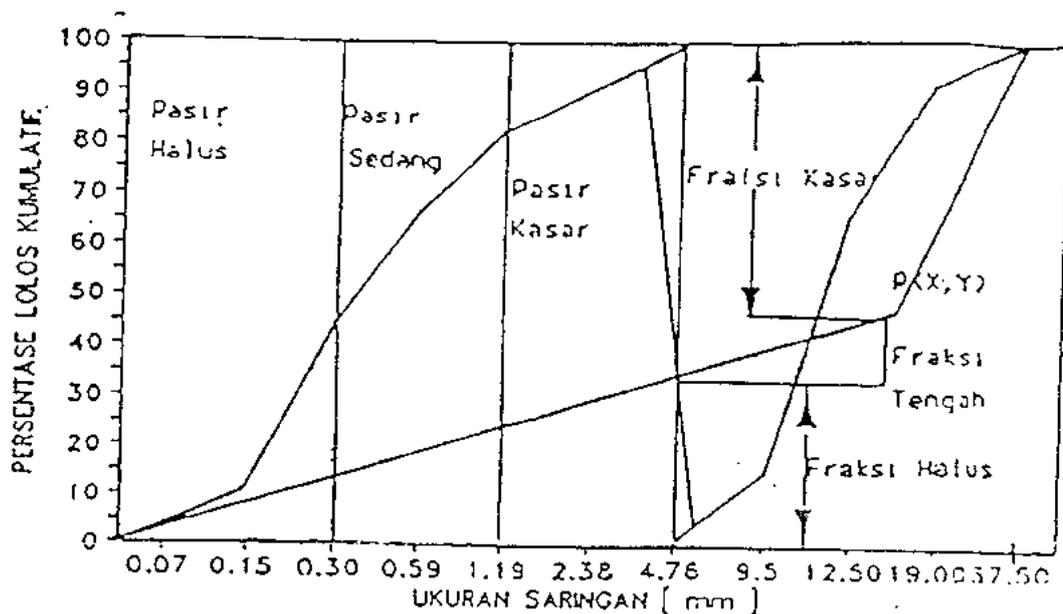


Gambar 2.1 "Kurva Rasio Semen - Air terhadap Slump"

#### 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.

$K_s$  = Angka koreksi yang diperlukan bila nilai dari modulus kehalusan agregat halus ( $M_{fs}$ ) 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 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )						
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  $\tau$ , yang maksudnya

menunjukkan bagian dari volume absolut beton yang diisi oleh bahan-bahan padat (semen, pasir, kerikil). Jadi koefisien kekompakan ( $\tau$ ) berarti jumlah volume absolut dari semen ditambah bahan butiran (agregat), sama dengan  $\tau \text{ m}^3$  untuk setiap satu meter kubik beton, atau  $1000 \tau$  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	$\geq 140$	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 $\tau$						
		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  $350 \text{ kg/m}^3$  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  $350 \text{ kg/m}^3$ , 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  $1000 \tau$  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° 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 kemampuan. 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 prismatik 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.

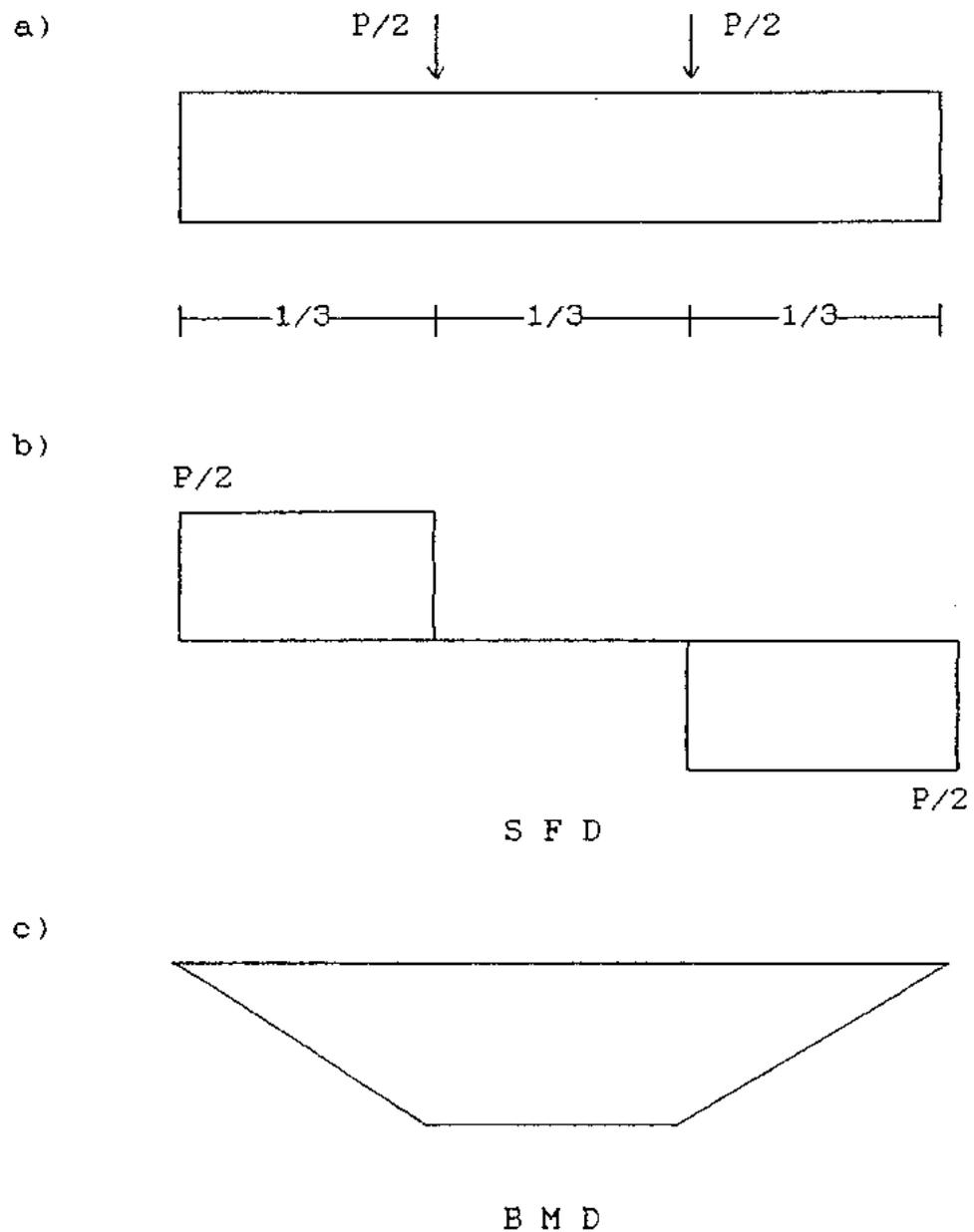
Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian kuat lentur beton dengan benda uji balok prisma berukuran  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$  dan pengujian kuat desak beton dengan benda uji patahan dari uji lentur dan dites pada umur 7, 14 dan 28 hari.

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 :

$$M = P/2 \cdot 1/3 \dots\dots\dots(2.6)$$

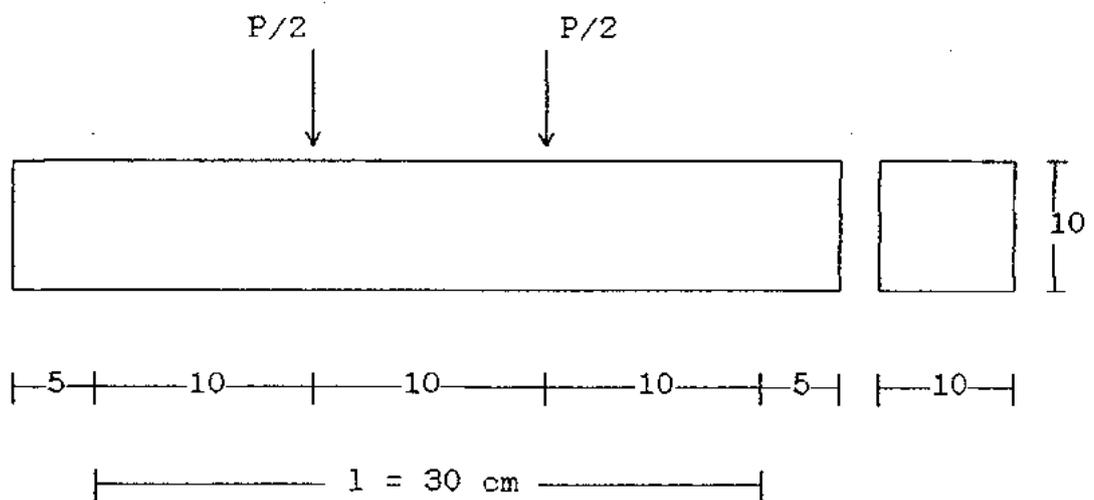
Tegangan lentur pada balok berhubungan dengan tahanan momen ( $W$ ). Dengan tahanan momen pada balok tampang persegi adalah :

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

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

# BAB III

## PELAKSANAAN PENELITIAN DI LABORATORIUM

### 3.1 Perencanaan Campuran Beton

Untuk melakukan perhitungan komposisi material yang dibutuhkan dalam campuran beton, maka terlebih dahulu harus dilakukan pengujian terhadap material-material yang akan digunakan. Data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut :

MHB pasir	:	2,42
Ukuran maximum kerikil	:	38 mm
Bj Pasir	:	2,75
Bj Kerikil	:	2,56
Bj semen	:	3,15
Prosentase kelembaban pasir	:	5,26%
Prosentase kelembaban kerikil	:	2,56%
Absorbsi pasir	:	0,97%
Absorbsi kerikil	:	5,82%

#### A. Penentuan Rasio Semen-Air (C/E)

Penentuan komposisi dari semen dan air yang

diperlukan dengan menggunakan metode Dreux berdasarkan persamaan 2.1 adalah sebagai berikut :

$$\sigma_{28} = G \sigma_c (C/E - 0,5) \dots\dots\dots(1)$$

$$\sigma_{28} = \sigma_{bk} + K.S \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

G = Koefisien granular, dimana untuk pemadatan normal G = 0,5 (dari tabel 2.1)

$\sigma_c = 500 \text{ kg/cm}^2$  (kekuatan semen berdasarkan standar pabrik)

K = 1,64 (tetapan statistic yang nilainya tergantung pada besar prosentase hasil uji yang berkekuatan lebih dari  $f^c$ , dalam hal ini diambil 5 %)

S = 50 (standar deviasi, tabel 2.2)

maka :

$$\sigma_{28} \text{ (kubus)} = 300 + 1,64 \cdot 50 = 382 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{28} \text{ (silinder)} = 0,83 \times 382 = 317,06 \text{ kg/cm}^2$$

maka persamaan (1) menjadi :

$$317,06 = 0,5 \cdot 500 (C/E - 0,5)$$

$$C/E = 1,76824$$

## B. Penentuan Jumlah Semen

Berdasarkan kurva hubungan antara C/E terhadap slump pada gambar 2.1 dan bila ditentukan slump rencana 9 cm, didapat harga C =  $382 \text{ kg/m}^3$ .

beton.

### C. Penentuan Komposisi Agregat

Untuk mengetahui komposisi agregat kasar yang dibutuhkan, dilakukan dengan cara memplotkan hasil analisa saringan ke dalam kurva analisa granular agregat kemudian dibuat kurva patokan sesuai persamaan 2.2 sebagai berikut :

Ukuran agregat maksimum 38 mm

Absis titik patah :  $X = (D-5)/2$

$$X = (38-5)/2 = 16,5$$

Ordinat titik patah:  $Y = 50 - \sqrt{D + K + K_s}$

Dimana :

$$K = -1,2 \text{ (dari tabel 2.4)}$$

$$K_s = 6 Mfs - 15$$

$$= 6 \cdot 2,42 - 15 = -0,48$$

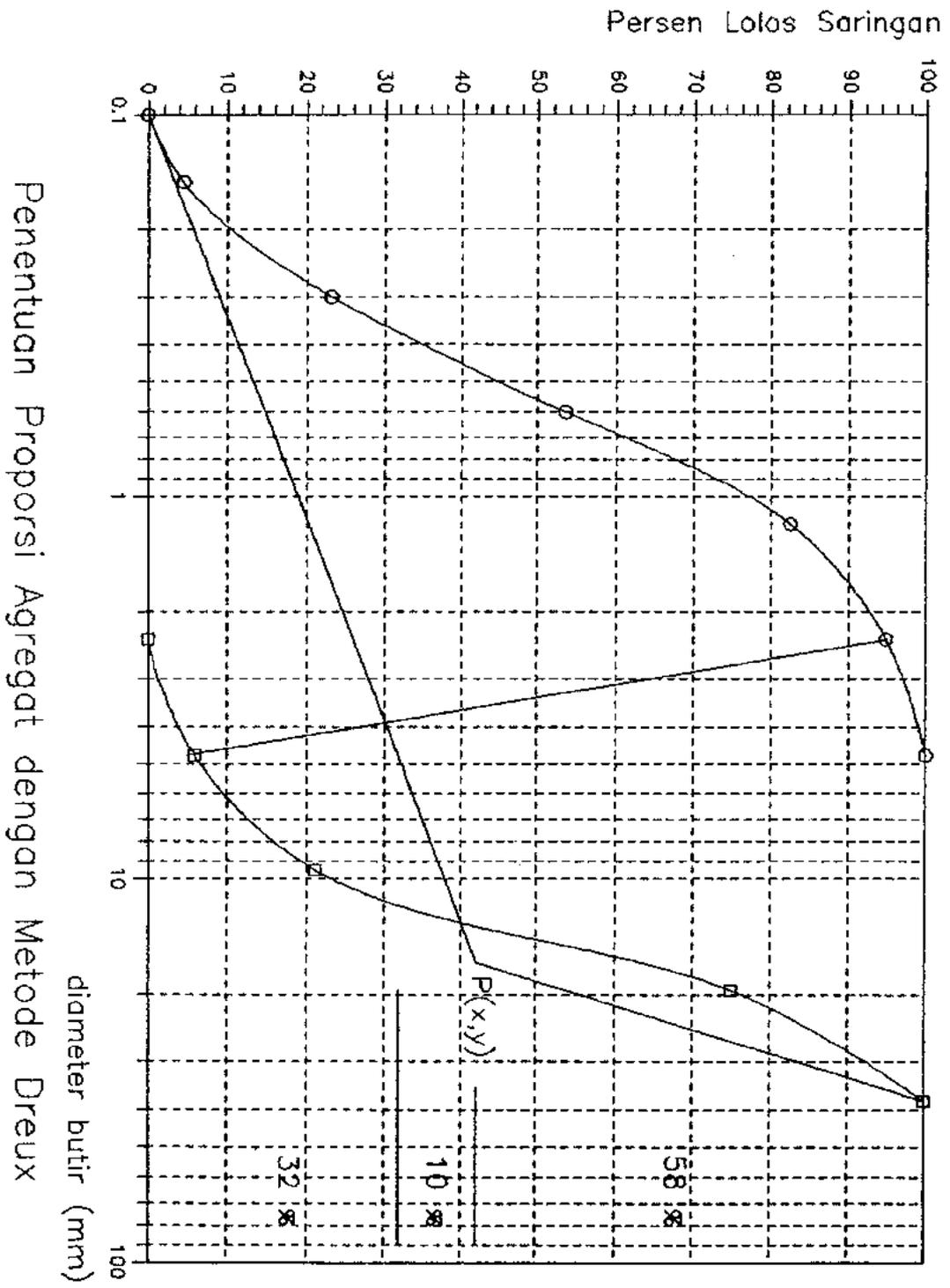
maka :

$$\begin{aligned} \text{Ordinat titik patah: } Y &= 50 - \sqrt{38 - 1,2 - 0,48} \\ &= 42,16 \% \end{aligned}$$

Setelah kurva patokan diperoleh, maka ditarik garis lurus yang menghubungkan titik 95 % pada kurva pasir dan titik 5 % pada kurva kerikil. Dari perpotongan garis tersebut dengan kurva patokan serta titik patah, maka didapat prosentase masing-masing Agregat sebagai berikut:

Pasir = 32 % (halus)  
Kerikil 1/2 = 10 % (tengah)  
Kerikil 2/3 = 58 % (kasar)

Penentuan proporsi masing-masing agregat dengan menggunakan metode Dreux dapat dilihat pada gambar 3.1.



#### D. Koreksi Kekompakan

Koefisien kekompakan ( $\tau$ ) untuk beton plastis dan ukuran agregat maksimal 38 mm dengan pemadatan normal, maka dari tabel 2.6 didapat  $\tau = 0,820$  karena menggunakan agregat halus dan agregat kasar maka nilai kekompakan tersebut, harus dikoreksi sebesar 0.01.

Untuk komposisi semen dalam campuran yang tidak sama dengan  $350 \text{ kg/m}^3$  harus dikoreksi sebesar  $(C-350)/5000$  dimana, C = Jumlah semen yang digunakan maka nilai koefisien kekompakan ( $\tau$ ) adalah :

$$\tau = 0,820 - 0,01 + (382-350)/5000 = 0,826$$

$$\text{Volume Absolut semen} = 382/3.15 = 121,2698 \text{ l/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absolut agregat} &= 0,820 \times 1000 - 121,2698 \\ &= 707,7302 \text{ l/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

Yang terdiri dari:

$$\text{- Pasir} = 0,32 \times 707,7302 = 226,4737 \text{ l/m}^3$$

$$\text{- Kerikil} = 0,68 \times 707,7302 = 481,2565 \text{ l/m}^3$$

Maka berat semen, pasir, kerikil dan air adalah sebagai berikut :

$$\text{- Semen} = 382 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Pasir} = 2,75 \times 226,4737 = 622,8027 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Kerikil} = 2,56 \times 481,2565 = 1232,0166 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Air sebelum dikoreksi} = 382/1,76824$$

$$= 216,0340 \text{ kg/m}^3$$

#### E. Koreksi Jumlah Air

Karena diameter maksimal agregat 38 mm berdasarkan tabel 2.3 maka nilai koreksi kadar air = - 4 %

- jumlah air tetap =  $216,0340 \text{ kg/m}^3$
- jumlah air bebas =  $216,0340 (1-0,04)$   
=  $207,3927 \text{ kg/m}^3$

#### F. Komposisi akhir untuk $1 \text{ m}^3$ beton

Jumlah masing-masing bahan yang diperlukan untuk pembuatan  $1 \text{ m}^3$  beton adalah sebagai berikut :

- Semen = 382 kg
- Pasir = 622,8027 kg
- Kerikil = 1232,0166 kg
- Air = 207,3927 kg

Kebutuhan untuk setiap 10 benda uji ukuran  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$

Dari data tersebut dapat diketahui komposisi masing-masing material penyusun beton untuk setiap 10 buah benda uji ukuran  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$  sebagai berikut :

- Air =  $0,04 \times 207,3927 = 8,2957 \times 1,1$   
= 9,1253 kg

- Semen =  $0,04 \times 382 = 15,28 \times 1,1$   
= 16,808 kg
- Pasir =  $0,04 \times 622,8027 = 24,9121 \times 1,1$   
= 27,4033 kg
- Kerikil =  $0,04 \times 1232,0166 = 49,2807 \times 1,1$   
= 54,2087 kg

Tabel 3.1 "Komposisi Penyusun beton"

Serat (%)	Semen (kg)	Serat (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	A i r (kg)
0	15,28	0	24,9121	49,2807	8,2957
	16,8	0	27,4033	54,2087	9,1253
2,0	15,28	0,32	24,9121	49,2807	8,2957
	16,8	0,352	27,4033	54,2087	9,1253
2,25	15,28	0,36	24,9121	49,2807	8,2957
	16,8	0,396	27,4033	54,2087	9,1253
2,50	15,28	0,40	24,9121	49,2807	8,2957
	16,8	0,44	27,4033	54,2087	9,1253
2,75	15,28	0,44	24,9121	49,2807	8,2957
	16,8	0,484	27,5218	54,2087	9,1253
3,00	15,28	0,48	24,9121	49,2807	8,2957
	16,8	0,528	27,5218	54,2087	9,1253

Dalam pelaksanaannya berat masing-masing material penyusun beton dibulatkan untuk memudahkan pengukuran (penimbangan).

### 3.2 Pelaksanaan Penelitian

Beton yang akan dirancang dengan komposisi material tertentu, apabila pelaksanaannya tidak dilakukan dengan



baik, maka kekuatan rencana beton tersebut sulit untuk dicapai. Oleh karena itu, perlu diperhatikan prosedur pelaksanaan perancangan beton seperti yang diuraikan berikut ini :

### 3.2.1 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir, kerikil, semen, fiber bambu dan air. Tahap persiapan bahan yang paling awal adalah, pembuatan fiber dari bambu dalam keadaan kering dan cukup tua, agar diperoleh kekuatan tarik yang bagus, kemudian fiber bambu tersebut dipotong sepanjang 10 cm. Untuk bahan yang lainnya kecuali air, diperoleh dari luar karena tidak tersedia di laboratorium.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini seperti tercantum pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 "Alat Yang Digunakan"

No	Alat	Kegunaan
1	Mixer listrik	Pencampur bahan
2	Mesin siever	Pengayak mekanik
3	Mesin tes desak	Tes desak beton
4	Mesin tes lentur	Tes lentur beton
5	Oven	Pengering agregat
6	Gelas ukur	Menakar air
7	Saringan	Analisa saringan
8	Timbangan	Menimbang bahan
9	Mistar dan kaliper	Pengukur benda uji
10	Ayakan	Menyaring agregat
11	Bak penampung	Menampung beton segar
12	Kerucut Abrams	Pengujian slump
13	Sekop kecil	Mengaduk agregat
14	Talam agregat	Wadah agregat
15	Cetakan	Cetakan benda uji

### 3.2.2 Proses Pembuatan dan Rawatan Beton

#### 1. bahan disiapkan serta rencana campuran beton

telah dibuat, maka langkah selanjutnya adalah dilakukan penimbangan bahan-bahan sesuai dengan proporsi yang diperlukan. Terlebih dahulu kerikil yang akan dipakai dicuci dari segala kotoran dan debu. Kerikil direndam ke dalam air bersih selama 24 jam. Demikian juga fiber bambu direndam selama 24 jam kemudian diangin-anginkan agar diperoleh keadaan jenuh kering permukaan (SSD),

#### 2. masukkan bahan-bahan agregat kasar dan sebagian air dari jumlah air yang dibutuhkan ke dalam mixer yang sedang berputar, setelah beberapa saat tambahkan agregat halus, semen dan air sedikit demi sedikit,

hingga campuran rata,

3. setelah benar-benar tercampur dengan baik, maka ke dalam adukan tersebut ditaburkan fiber sedikit demi sedikit agar fiber tercampur dengan rata. Kemudian dilakukan penambahan air sedikit demi sedikit sesuai yang dibutuhkan sambil diaduk,
4. untuk mengetahui kelecakan adukan beton, maka dilakukan pengukuran slump dengan kerucut Abrams berdiameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm, yang dilengkapi tongkat penumbuk dari baja berdiameter 16 mm. Pelaksanaan percobaan slump dilakukan dengan cara kerucut didesak ke bawah pada penyokong-penyokong kakinya sambil diisi adukan beton, dibuat tiga lapis adukan dan tiap lapis ditumbuk sebanyak 25 kali. Bagian atas kerucut adukan diratakan kemudian didiamkan 0,5 menit, kemudian kerucut Abrams diangkat perlahan-lahan dan tegak lurus kemudian diletakkan di samping adukan tadi. Diukur antara puncak kerucut dengan puncak adukan tersebut, selisih tinggi tersebut dinamakan slump,
5. masukkan adukan tadi ke dalam cetakan beton yang telah dibersihkan dan diolesi oli, dengan tiga lapis adukan serta tiap lapis ditumbuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali. Setelah selesai pemadatan sisi cetakan diketuk-ketuk dengan menggunakan palu kayu sehingga terjadi pemadatan yang sempurna dan gelembung

udara yang terperangkap akan keluar, serta pada permukaan atas adukan dalam cetakan ditekan dengan menggunakan sekop. Adukan yang telah dicetak didiamkan selama satu malam dan diletakkan di tempat yang terlindung dari sinar matahari,

6. cetakkan beton dibuka kunci-kuncinya serta prisma beton dikeluarkan kemudian direndam dalam bak air. Hal ini dimaksudkan sebagai rawatan beton (curing) selama belum dilakukan pengujian beton sesuai dengan umur yang dikehendaki.

### 3.3 Pengujian Benda Uji

Pengujian prisma beton dilakukan pada beton umur 7, 14, dan 28 hari, dengan pengujian desak dan lentur beton.

#### 3.3.1 Pengujian Kuat Lentur.

Pelaksanaan pengujian kuat lentur beton dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. sebelum diadakan pengujian benda uji ditimbang dan diukur panjang, lebar serta tingginya, kemudian diberi tanda dengan spidol sebagai titik perletakkan serta titik pembebanan pada benda uji, kemudian diletakkan pada tumpuan sesuai dengan tanda yang telah diberikan serta titik pembebanannya,
2. benda uji siap diuji. Mesin uji dihidupkan dan

akan melakukan pembebanan secara perlahan-lahan dan dinaikkan secara berangsur-angsur sehingga pada batas kekuatan maksimum benda uji akan mengalami patah atau retak, maka pembebanan telah mencapai kuat lentur yang maksimal, kemudian dimatikan,

3. hasil pengujian dicatat beban maksimalnya, sesuai dengan jarum penunjuk pembebanan pada mesin uji tersebut.

### 3.3.2 Pengujian Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan setelah pengujian lentur, karena benda uji desak diambil dari hasil patahan benda uji lentur. Langkah pengujian desak beton adalah sebagai berikut :

1. benda uji diletakkan di dalam adaptor,
2. kemudian adaptor tersebut diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak beton,
3. mesin uji desak dihidupkan, pembebanan akan diberikan secara berangsur-angsur sehingga benda uji tersebut hancur pada pembebanan yang maksimal, kemudian mesin dimatikan dan besar beban dicatat sesuai jarum penunjuk pembebanan.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji prisma berukuran  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$  dengan mengikuti prosedur yang berlaku, diharapkan benda uji tersebut dapat mewakili sifat-sifat beton yang diteliti dalam percobaan ini. Hasil dari penelitian beton fiber dengan fiber alami dari bambu adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak Beton Non-Fiber

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	$\sigma_{lt}$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{ds}$ kg/cm <sup>2</sup>
1	7	10,25	10,12	9,350	910	151	26,0063	152,1489
2	7	10,11	10,12	9,350	1097,5	224	31,7990	225,7043
3	7	10,22	10,21	9,550	902,5	200	25,4136	199,7453
1	14	10,15	10,13	9,383	880	265	25,3466	266,7527
2	14	10,20	10,20	9,405	1270	258	35,9025	257,9241
3	14	10,11	10,30	9,560	1290	303	36,0816	299,9700
1	28	10,06	10,09	9,265	1235	260	36,1750	262,7572
2	28	10,03	10,10	9,319	1255	323	36,7978	326,1021
3	28	10,09	10,19	9,372	1230	287	35,2198	287,1972

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak  
Beton Fiber 2 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	$\sigma_{lt}$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{ds}$ kg/cm <sup>2</sup>
1	7	10,17	10,14	9,209	1095	261	31,4151	262,4672
2	7	10,03	10,20	9,220	1125	244	32,3424	243,9282
3	7	10,13	10,13	9,465	640	222	18,4703	223,4683
1	14	10,11	10,27	9,362	1360	212	38,2620	210,4931
2	14	10,05	10,10	9,357	1280	309	37,4561	311,9676
3	14	10,16	10,23	9,272	980	267	27,6505	266,1387
1	28	10,15	10,33	9,041	1495	277	41,4091	273,4336
2	28	10,14	10,30	9,420	1170	290	32,6283	287,1000
3	28	10,10	10,30	9,372	1385	345	38,7771	341,5500

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak  
Beton Fiber 2,25 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	$\sigma_{lt}$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{ds}$ kg/cm <sup>2</sup>
1	7	10,05	10,22	9,150	800	170	22,8635	169,6174
2	7	10,06	10,21	9,011	1050	216	30,0373	215,7250
3	7	10,08	10,33	9,375	997,5	231	27,8210	228,0258
1	14	10,08	10,20	9,295	930	282	26,6038	281,9171
2	14	10,01	10,14	9,272	1090	220	31,7715	221,2367
3	14	10,11	10,14	9,279	1280	260	36,9406	261,4615
1	28	10,05	10,21	9,041	1230	300	35,2216	299,7453
2	28	10,08	10,12	9,152	1130	281	32,8381	283,2888
3	28	10,19	10,06	9,039	1320	272	38,3995	275,7042

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak  
Beton Fiber 2,5 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	$\sigma_t$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{ds}$ kg/cm <sup>2</sup>
1	7	10,14	10,14	9,068	710	175	20,4299	175,9837
2	7	10,12	10,14	9,262	905	177	26,0924	177,9950
3	7	10,16	10,18	9,258	1080	189	30,7720	189,3156
1	14	10,02	10,13	9,123	1020	193	29,7601	194,2765
2	14	10,13	10,10	9,097	1075	205	31,2088	206,9688
3	14	10,11	10,24	9,194	1140	214	32,2608	213,1014
1	28	10,14	10,05	9,093	1258	292	36,8528	296,2710
2	28	10,08	10,18	9,171	1080	255	31,0162	255,4258
3	28	10,08	10,27	9,157	1309	240	36,9345	238,2941

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak  
Beton Fiber 2,75 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	$\sigma_t$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{ds}$ kg/cm <sup>2</sup>
1	7	10,12	10,18	9,120	875	170	25,0296	170,2839
2	7	10,18	10,12	9,010	925	175	26,6167	176,3315
3	7	10,16	10,20	9,241	1030	218	29,2324	217,9359
1	14	10,08	10,43	9,452	1032	222	28,2547	217,0407
2	14	10,20	10,18	9,458	1110	234	31,4927	234,3908
3	14	10,15	10,03	9,160	1049	204	30,8262	207,3966
1	28	10,06	10,34	9,452	1385	382	38,6307	376,7170
2	28	10,22	10,26	9,075	985	292	27,4670	290,2070
3	28	10,08	10,38	9,350	1125	231	31,0755	226,9275

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak Beton Fiber 3 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	$\sigma_{lt}$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{ds}$ kg/cm <sup>2</sup>
1	7	10,11	10,19	9,342	720	167	20,5757	167,1147
2	7	10,19	10,04	9,378	1105	286	32,2732	290,4723
3	7	10,08	10,51	9,501	880	218	23,7105	211,5077
1	14	10,09	10,64	9,117	1102	195	28,9298	186,8811
2	14	10,26	10,21	9,232	1089	266	30,5614	265,6613
3	14	10,04	10,31	9,297	1041	257	29,2708	254,1832
1	28	10,22	10,03	9,445	1199	307	34,9781	312,1116
2	28	10,11	10,22	9,455	1118	255	31,7706	254,4261
3	28	10,27	10,02	9,292	1106	290	32,1853	295,1228

#### 4.2 Pembahasan

Pada dasarnya sifat beton yang getas (brittle) akan dikurangi dengan adanya penambahan fiber secara orientasi random. Sehingga sifat beton yang kurang menguntungkan tersebut berkurang dan sifat kelenturan beton akan meningkat pada penambahan fiber yang optimum. Hal tersebut merupakan salah satu tujuan dari penelitian beton fiber ini.

Pada pengujian ini, benda uji akan mengalami retakan-retakan yang akan ditahan oleh fiber. Retak yang terjadi ditahan oleh fiber pada beton dengan dua cara, yaitu oleh adanya lekatan antara fiber dengan pasta semen, atau oleh kekuatan dari bahan fibernya itu sendiri. Pada patahan hasil pengujian menunjukkan bahwa banyak terjadi fiber yang tercabut dari pasta semen beton, walaupun ada yang terjadi patah pada fiber tersebut.

#### 4.2.1 Workability

Dalam percobaan ini, kami menetapkan nilai slump sebesar 9 cm pada masing-masing benda uji. Pada adukan beton normal cara pengadukan lebih mudah, atau dengan kata lain kelecakan sangat baik dengan nilai slump yang tinggi, namun seiring dengan adanya penambahan fiber pada adukan beton maka semakin rendah nilai slumpnya, yang berarti kelecakan beton semakin berkurang.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, adanya penambahan fiber pada beton dapat menurunkan kelecakan dan prosesnya menimbulkan kesulitan pada pengecoran beton. Bila penambahan fiber terlalu banyak sehingga melebihi batas tertentu dalam proses pengadukan, akan terjadi *balling effect* (penggumpalan fiber) yang cukup berarti. Hal tersebut terjadi karena fiber yang ditambahkan mempunyai aspek rasio yang tinggi, namun dalam penelitian yang dilakukan, dengan penambahan fiber bambu 2%; 2.25%; 2.5%; 2.75%; 3% tersebut, belum terjadi penggumpalan, yang berarti aspek rasio masih rendah. Sedangkan berat fiber yang menyebabkan adukan mulai sulit dikerjakan dapat diketahui dengan rumus berikut : [12]

$$FW_{cr} = 75 \cdot \frac{(\pi \cdot r_f) \cdot d}{r_c \cdot l} \cdot K \dots \dots \dots (4.1)$$

Dengan  $FW_{cr}$  = konsentrasi kritis fiber

$r_c$  = berat jenis adukan

$r_f$  = berat jenis fiber

$d/l$  = nilai banding diameter dan panjang  
fiber

$$K = \frac{W_m}{W_m + W_a}$$

$W_m$  = berat fraksi mortar (bagian adukan  
dengan partikel < 5 mm)

$W_a$  = berat fraksi agregat (bagian adukan  
dengan partikel > 5 mm)

#### 4.2.2 Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton diketahui dengan melakukan pengujian prisma beton  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ , yang diletakkan pada dua rol perletakan dan dikenakan dua buah gaya pada sisi atas prisma sejarak  $1/3$  panjang bentang antara dua tumpuan tersebut.

Retakan pada pengujian lentur harus terjadi ditengah bentang, yaitu terjadi diantara kedua buah gaya yang dikenakan pada benda uji. Sehingga bila retakan yang terjadi bukan pada daerah  $1/3$  bagian tengah bentang, maka hasil pengujian tersebut tidak dapat dipergunakan, karena terjadi tidak pada momen maksimum. Terlihat pada pengujian lentur, letak patah yang terjadi seluruhnya pada  $1/3$  bagian tengah bentang, maka hal ini telah sesuai dengan yang diharapkan. Penambahan fiber yang terjadi untuk mencapai kuat lentur yang maksimum tercapai pada

penambahan fiber 2% terhadap berat semen pada adukan, hal ini dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Penambahan Fiber pada Berbagai Umur Beton.

Bf %	Kuat Lentur $\sigma$ lt (kg/cm <sup>2</sup> )					
	7 hari	%	14 hari	%	28 hari	%
0	28,9027	100,0	35,9921	100,0	36,4864	100,0
2	31,8788	110,3	37,9563	105,5	40,0931	109,9
2,25	28,9292	101,1	34,3561	95,5	36,8106	100,9
2,5	28,4322	98,4	31,7348	88,2	34,9345	95,8
2,75	27,9246	96,6	30,1912	83,9	34,8531	95,5
3	27,9919	96,8	29,5873	82,2	32,9780	90,4

Dari hasil pengujian kuat lentur tersebut, terlihat suatu kenaikan yang besar pada kandungan fiber 2 %. Dalam hal ini, penurunan kuat lentur yang terjadi pada kandungan fiber 2,25 % sampai 3 % disebabkan karena semakin sulitnya *Fiber Dispersion* (penyebaran fiber) akibat semakin tingginya konsentrasi fiber dalam beton dan panjangnya ukuran fiber. Kemungkinan lain adalah semakin sulitnya pengerjaan beton, sehingga akan diperoleh beton yang distribusi fibernya tidak merata.

Terlihat pada proses pengujian, bahwa beton fiber yang telah mengalami retak pertama, masih mempunyai kemampuan meningkatkan kuat lentur, meskipun tidak begitu besar, karena retakan yang terjadi akan ditahan oleh fiber pada beton tersebut. Akibatnya pada batas kemampuan lentur yang maksimum, beton tersebut tidak akan mengalami keruntuhan secara total. Sedangkan pada beton non-fiber,

pada pengujian lentur begitu terjadi retakan pertama langsung terjadi keruntuhan. Beton fiber dengan ukuran fiber yang lebih panjang (10 cm) mampu lebih lama menahan lentur sebelum mengalami keruntuhan bila dibandingkan dengan pemakaian fiber yang lebih pendek. Hal ini disebabkan karena lebih panjangnya permukaan fiber yang dapat menahan lentur. Akan tetapi penggunaan fiber dengan ukuran yang lebih panjang tidak menyebabkan penambahan kuat lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran fiber yang lebih pendek<sup>[13]</sup>.

#### 4.2.3 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan masing-masing bahan susun dan lekatan pasta semen pada agregat. Kuat desak beton secara umum memang cukup besar dan sifat inilah yang paling menonjol pada beton.

Kuat desak beton dengan benda uji berbentuk kubus dengan sisi 10 cm agar dapat disetarakan dengan benda uji kubus bersisi 15 cm harus dikalikan faktor konversi sebesar 1,15. Hasil kuat desak beton dengan penambahan fiber bambu panjang 10 cm ke dalam adukan setelah dikalikan dengan faktor konversi sebesar 1,15 dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton dengan Penambahan Fiber pada Berbagai Umur Beton

bf	Kuat Desak $\sigma_{ds}$ (kg/cm <sup>2</sup> )					
	7 hari	%	14 hari	%	28 hari	%
0	244,6430	100,0	325,8656	100,0	352,6472	100,0
2	291,1770	119,0	332,4112	102,0	361,4738	102,5
2,25	255,1567	104,3	312,4427	95,9	329,1830	93,3
2,5	211,2036	86,3	241,5404	74,1	317,2257	89,9
2,75	226,7038	92,7	259,5732	79,7	383,4813	108,7
3	288,6385	118,0	298,9106	91,7	349,1598	99,0

Pada pelaksanaan pengujian kuat desak beton terlihat bahwa pada beton non-fiber akan hancur dengan beban yang maksimum, yaitu benda uji akan pecah dan pecahan beton akan saling terlepas. Namun pada beton fiber, pada pengujian tersebut akan terjadi banyak retakan-retakan namun tidak terjadi kehancuran. Hal tersebut terjadi karena retakan tersebut ditahan oleh fiber. Ketika beton terdesak, beton akan terkekang oleh fiber sehingga beton tidak mengalami pemuaian yang besar, akibatnya beton tidak hancur secara mendadak.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan<sup>[13]</sup>, kuat desak beton meningkat dengan adanya penambahan fiber sampai prosentase fiber terbesar yang masih aman. Sedangkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan prosentase fiber tidak selalu diikuti dengan kenaikan kuat desak beton, dapat dilihat pada tabel 4.8. Hal ini dimungkinkan karena kurang baiknya pemadatan pada pembuatan benda uji. Kemungkinan lain disebabkan karena panjangnya

ukuran fiber sehingga kelecakan adukan berkurang, akibatnya terjadi rongga pada beton yang mengurangi kuat desak beton tersebut.

#### 4.2.4 Pengaruh Ukuran Fiber

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan sebelumnya [13,14], dapat diambil suatu perbandingan prosentase kenaikan kuat desak dan lentur beton fiber umur 28 hari, dengan penambahan fiber sebesar 2% dari berat semen dan dengan ukuran fiber yang berbeda, terhadap beton non-fiber. Prosentase penambahan fiber ini diambil sebagai dasar perbandingan karena dari ketiga penelitian tersebut terdapat persamaan berat fiber, yaitu 2% dari berat semen. Hasil perbandingan prosentase kenaikan kuat desak dan lentur beton tersebut, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.9 Perbandingan Prosentase Kenaikan Kuat Lentur Beton Fiber

Bf	Data I	Data II	Data III
2%	36,4 %	25 %	9,9 %

Tabel 4.10 Perbandingan Prosentase Kenaikan Kuat Desak Beton Fiber

Bf	Data I	Data II	Data III
2%	19,0 %	3,3 %	2,5 %

Data I : Hasil Penelitian Yusron Effendi RZ dan Edy

Suwarno

Data II : Hasil Penelitian Efendi dan Mokh. Ikin Solihin

Data III : Hasil Penelitian yang Dilakukan

Dari data pada tabel diatas terlihat bahwa, semakin panjang ukuran fiber yang digunakan, prosentase kenaikan kuat desak dan lenturnya semakin kecil. Hal ini dimungkinkan karena ukuran fiber dengan panjang 10 cm yang digunakan, kurang sesuai untuk cetakan benda uji berukuran  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa, panjang fiber harus disesuaikan dengan ukuran cetakan benda uji. Kemungkinan lain dapat disebabkan karena semakin panjangnya fiber, maka semakin kurangnya kelecakan adukan beton, dibandingkan dengan penggunaan fiber dengan ukuran lebih pendek, hal ini dapat mempengaruhi kekuatan beton.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Penambahan fiber alami dari fiber bambu apus pada adukan beton, dengan panjang fiber 10 cm, berpengaruh terhadap sifat beton terutama pada kuat lentur beton. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan pembuatan benda uji dari adukan beton berukuran 10 x 10 x 40 cm<sup>3</sup> serta penambahan fiber terhadap berat semen sebesar 2%, 2,25%, 2,5%, 2,75%, 3,0%, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. dengan adanya penambahan fiber dari fiber bambu apus, menunjukkan bahwa adanya penambahan kuat lentur beton pada umur 28 hari, sebesar 9,9% dari kuat lentur beton non-fiber. Hal ini tercapai pada kandungan fiber 2%, maka kandungan fiber tersebut telah mencapai angka yang optimum (lihat tabel 4.7),
2. dengan ukuran fiber 10 cm dan penambahan fiber terhadap berat semen, tidak menyebabkan perubahan tegangan desak secara teratur, pada kandungan fiber 2,75% beton umur 28 hari terjadi penambahan kuat desak

sebesar 8,7%, hal ini dapat dilihat pada tabel 4.8,

3. dengan penambahan fiber pada adukan, dapat menahan retakan-retakan yang terjadi pada saat beton menahan beban lentur yang maksimum, sehingga tidak terjadi keruntuhan total yang berlangsung secara tiba-tiba seperti halnya pada beton non-fiber dan kemampuan fiber dengan ukuran 10 cm dalam menahan runtuh lebih lama jika dibandingkan dengan fiber berukuran lebih pendek,
4. kenaikan prosentase fiber tidak selalu diikuti dengan kenaikan kuat desak beton fiber, dikarenakan panjangnya ukuran fiber dapat mengurangi kelecakan adukan beton,
5. penurunan kekuatan beton fiber dengan panjang 10 cm dapat disebabkan karena ukuran benda uji 10 x 10 x 40 cm<sup>3</sup> terlalu kecil (tidak sesuai),
6. kuat desak beton yang disyaratkan tidak dapat dicapai disebabkan oleh keadaan agregat yang kurang bersih (banyak mengandung lumpur) sehingga lekatan dengan pasta semennya tidak cukup kuat.

## 5.2 Saran

Dengan adanya penambahan fiber pada adukan yang telah diadakan penelitian tersebut, maka kami dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kuat

- lentur dan kuat desak beton fiber dari bambu dengan ukuran panjang dan tebal fiber yang lebih bervariasi.
2. perlu diadakan penelitian beton fiber dengan fiber alami selain dari bambu, seperti ijuk, sabut kelapa dan fiber alami lainnya, serta pengkajian lebih lanjut tentang bahan tersebut di dalam beton, apakah terjadi pelapukan fiber dan apabila hal ini terjadi maka beton fiber alami tidak dapat digunakan sebagai beton struktur,
  3. dalam hal kelecakan adukan beton fiber, maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang pengerjaan beton bila ditambahkan juga bahan tambah (*Admixture*) sehingga pengaruh dari *workability* dapat diketahui,
  4. tinggi retak saat mencapai beban ultimit perlu diamati dengan lebih teliti lagi dan jumlah benda uji yang mencukupi sangat dianjurkan,
  5. perlu diadakan penelitian pada penggunaan fiber yang panjang dengan benda uji yang lebih besar (penyesuaian antara ukuran fiber yang digunakan dengan ukuran benda uji yang akan dibuat),
  6. keadaan agregat penyusun beton harus benar-benar diperhatikan, keadaan yang benar-benar bersih (tidak mengandung banyak lumpur) akan dapat meningkatkan kekuatan beton.