

tambah yang disebut *superplasticizer* dari PT. Sika Nusa Pratama jenis *viscocrete-10*.

Superplasticizer (viscocrete-10) sebagai bahan tambah, dapat digolongkan sebagai bahan tambah untuk mengurangi kadar air beton tanpa kehilangan *workabilitas* (kemudahan pengerjaan beton). Penggunaan bahan tambah membutuhkan pengontrolan yang ketat terhadap penakaran bahan tambah terutama *superplasticizer*, sebab penggunaan dosis yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya *bleeding* pada beton dan terjadi pemisahan butir (*segregation*).

Ada beberapa metode untuk merencanakan komposisi campuran beton antara lain *Road Note No.4*; *American Concrete Institute (ACI)*; *The British Mix Design Method/Department of Environment (DOE)*; *Trial and Error Method of mix design*; Perencanaan campuran di laboratorium; dan *Trial Mixer*. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode DOE. Komposisi campuran beton yang diperoleh dengan metode tersebut dapat ditingkatkan lagi kuat tekan betonnya dengan mengurangi jumlah kandungan air. Pengaruh dari pengurangan air terhadap campuran beton adalah berkurangnya atau menurunnya *workabilitas* suatu beton, oleh karena itu diperlukan adanya tambahan *superplasticizer (viscocrete-10)* untuk menjaga dan mempertahankan *workabilitas* beton tersebut. Hubungan antara pengurangan kandungan jumlah air dan penambahan *superplasticizer (viscocrete-10)* inilah yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja beton dalam menahan kuat desak, tarik maupun lentur dibandingkan dengan beton biasa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas maka dapat diambil rumusan masalah, yaitu : Berapa besar peningkatan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur yang dapat dicapai oleh beton ketika kandungan air dikurangi secara gradual setiap 5% dari keadaan normal dan ditambahkan dengan

superplasticizer (viscocrete-10) pada umur 7 dan 28 hari, dengan menjaga tidak terjadinya *bleeding* dan *segregasi*.

Dalam hal ini pengurangan kandungan air dibatasi sampai dengan 25% saja. Jadi pengujiannya dimulai dari pengurangan air sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Kesemuanya itu dilakukan uji kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur pada umur 7 dan 28 hari.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengurangan air dan penambahan *superplasticizer (viscocrete-10)* terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton pada umur 7 dan 28 hari dengan kuat tekan rencana 25 MPa.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan kinerja beton segar dan beton keras yang lebih baik.
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik beton akibat pengurangan jumlah kandungan air dan penambahan *superplasticizer (viscocrete-10)*, serta kaitannya dengan mutu beton dan pengerjaan beton itu sendiri.
3. Memberikan informasi tentang perbandingan mutu beton dari variasi sampel beton dengan pengurangan kandungan air sebesar 5% dari kondisi 100% - 75% dan penambahan *superplasticizer (viscocrete-10)* pada umur 7 dan 28 hari dengan kuat tekan beton 25 MPa.
4. Memberikan acuan dalam pembuatan beton dengan modifikasi jumlah air dan *superplasticizer (viscocrete-10)*.

4. Bahan warna : memberi warna permukaan.

Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan adalah *superplasticizer* (SP). Penambahan *superplasticizer* pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang lebih besar. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton 'mengalir' tanpa terjadi segregasi. Alternatif lain, bahan ini dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton, karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama (L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986).

2.2 Pengaruh Superplasticizer (Penelitian Terdahulu)

2.2.1 Fitria Hariany dan Asna Luthfah (2003)

Dalam penelitian "Tinjauan Pemakaian *Superplasticizer* pada Beton Mutu Tinggi terhadap Kuat Desak dan Kadar Optimum", adukan beton dibuat dengan dosis *superplasticizer* yang telah ditentukan, yaitu dengan variasi konsentrasi 0,4%; 0,6%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6% terhadap berat semen. Perawatan beton dilakukan dengan cara merendam beton dalam selama 7 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan untuk pemeriksaan kuat desak adalah kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm sebanyak 10 sampel setiap variasinya. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Kao Mighty 150's*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar optimum pemakaian *superplasticizer* pada perencanaan campuran beton mutu K-500 tercapai dosis 1,219% dengan kuat desak beton sebesar 54,264 MPa. Pengaruh penambahan dosis *superplasticizer* terhadap kuat desak beton menunjukkan hubungan yang signifikan dengan nilai korelasi $r = 0,722$. Pada umur 28 hari terjadi peningkatan kekuatan sebesar 54% pada penambahan 1,4% *superplasticizer*.

2.2.2 Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati (2004)

Dalam penelitian “Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Mutu Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah”, menggunakan bahan tambah *superplasticizer Sikament-502* dan penggunaan bahan tersebut diaplikasikan dengan beberapa variasi. Variasinya yaitu, penambahan *superplasticizer* 0,5% dari berat semen dengan perawatan selama 7 hari, penambahan *superplasticizer* 0,5% dari berat semen dengan perawatan selama 14 hari selang-seling, dan penambahan *superplasticizer* 0,5% dan 1,0% dari berat semen tanpa perawatan. Semua variasi tersebut dimaksudkan untuk menguji kuat desak beton dengan kuat tekan sebesar 25 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan *superplasticizer* 0,5% dengan perawatan selama 7 hari, kekuatan desak betonnya lebih maksimal dibandingkan dengan perawatan yang selang seling. Pada umur 28 hari penambahan kekuatan rata-rata betonnya mencapai 25% dari beton normal. Untuk penambahan *superplasticizer* 1,0% lebih tinggi kuat tekannya dibandingkan dengan penambahan *superplasticizer* 0,5% karena pada umur 28 hari *superplasticizer* tersebut telah mengering sempurna sehingga kuat tekan yang dihasilkan bisa maksimal yaitu sebesar 45% dari kuat tekan beton normal.

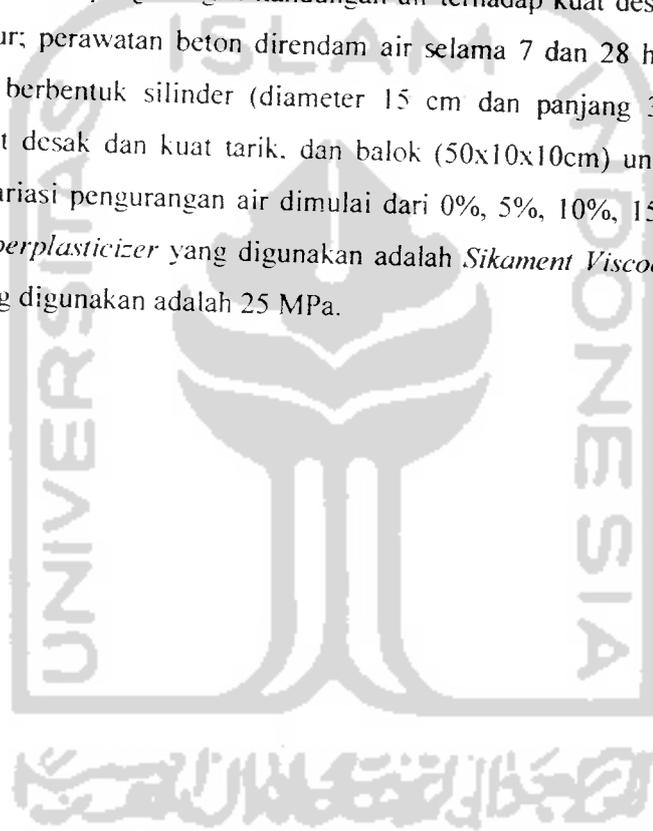
2.2.3 Drio Bramantyo dan Nurhadi Susanto (2005)

Dalam penelitian “Pengaruh Pengurangan Kandungan Air dan Penambahan *Superplasticizer* pada Karakteristik Beton dengan Kuat Tekan 20 MPa dan 25 MPa”, bertujuan untuk mencari pengaruh dari penambahan *superplasticizer (sikament-NN)* dan pengurangan kandungan air terhadap sifat workabilitas dan kuat tekan beton. Benda uji menggunakan bentuk kubus (15x15 x15cm) untuk pengujian kuat tekan dan prisma (25x10x10cm) untuk pengujian geser. Variasi penambahan *superplasticizer* mengacu pada nilai slump beton yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 180 mm dan variasi pengurangan kandungan air menggunakan interval 10% sampai 40% dari kandungan air normal.

2.3 Keaslian Penelitian

Pada penelitian-penelitian sebelumnya pengurangan kandungan airnya kurang banyak dan kurang rinci, perendamannya hanya berkisar pada umur 7 atau 28 hari saja, benda uji yang dipakai rata-rata sama yaitu menggunakan bentuk kubus (15x15x15cm) untuk uji desak, serta pengujian hanya berkisar pada pemeriksaan kuat desak saja.

Pada penelitian ini akan dicari pengaruh dari penambahan *superplasticizer* dan pengurangan kandungan air terhadap kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur; perawatan beton direndam air selama 7 dan 28 hari; benda uji yang dipakai berbentuk silinder (diameter 15 cm dan panjang 30 cm) untuk pengujian kuat desak dan kuat tarik, dan balok (50x10x10cm) untuk pengujian kuat lentur; variasi pengurangan air dimulai dari 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%; serta *superplasticizer* yang digunakan adalah *Sikament Viscocrete-10*. Dan kuat tekan yang digunakan adalah 25 MPa.



5. Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

3.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang mengisi hampir 78% dari volume beton (Triono Budi Astanto, 2001). Dalam SNI-T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granuler, misalnya pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk semen hidrolis atau adukan.

Berdasarkan ukurannya agregat dibedakan menjadi :

1. *Agregat halus* diameter 0-5 mm disebut pasir yang dapat dibedakan lagi menjadi :
 - a. Pasir halus : \varnothing 0-1 mm
 - b. Pasir kasar : \varnothing 1-5 mm
2. *Agregat kasar* diameter \geq 5 mm, biasanya berukuran antara 5 hingga 40 mm, disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu.

Agregat untuk beton harus memenuhi ketentuan dan persyaratan mutu sebagai berikut :

1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya boleh dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak lebih 20% dari agregat seluruhnya,
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering),
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya,
4. Besar agregat maksimum tidak melebihi :
 - a. $1/5$ jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan.

3.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang pada umumnya dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat beton yang dihasilkan (Tri Mulyono, 2004).

Ada beberapa persyaratan air sebagai pencampur konstruksi beton antara lain (Triono Budi Astanto, 2001) :

1. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter;
2. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter;
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter;
4. Tidak mengandung zat organik, asam, dan garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.

Untuk menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% biasanya digunakan dengan air suling. Biasanya jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton berkisar 25% dari jumlah berat semen. Kelebihan air dalam adukan dapat membahayakan karena air bersama-sama dengan semen bergerak kepermukaan adukan beton, hal ini dinamakan *bleeding* (Triono Budi Astanto, 2001).

Air yang mengandung kotoran akan memperlama waktu ikatan awal adukan beton dan mengakibatkan lemahnya kekuatan beton setelah mengeras dan daya tahannya menurun. Air buangan industri, air yang mengandung gula dan air laut tidak boleh digunakan dalam campuran beton. Air buangan industri mengandung asam dan alkali sedangkan kandungan gula dalam air akan memperlambat ikatan awal adukan beton. Air laut mengandung 3,5% garam, garam-garam itu dapat menyebabkan korosi pada tulangan (beton bertulang) sehingga kekuatannya menurun (Triono Budi Astanto, 2001). Pada beton biasa

mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai M langsung diambil 12 MPa.

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

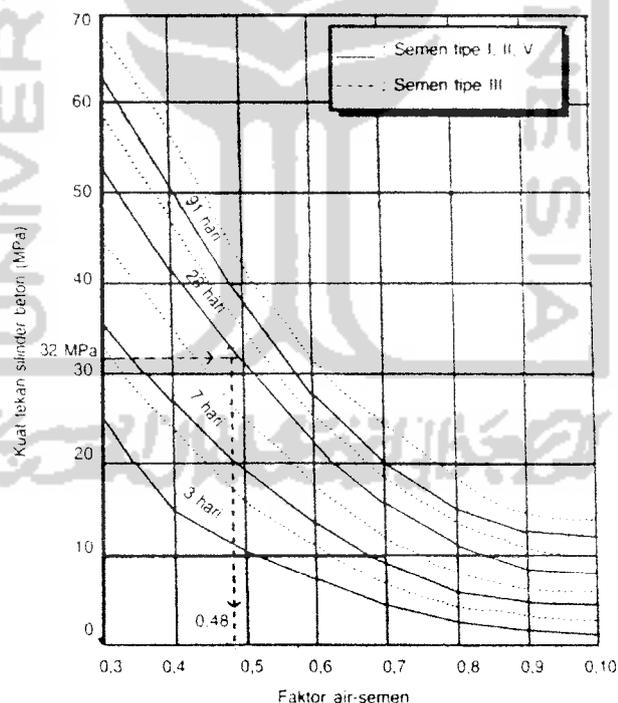
$$f'_{cr} = f'_c + M \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata
 f'_c = kuat tekan yang disyaratkan
 M = nilai tambah

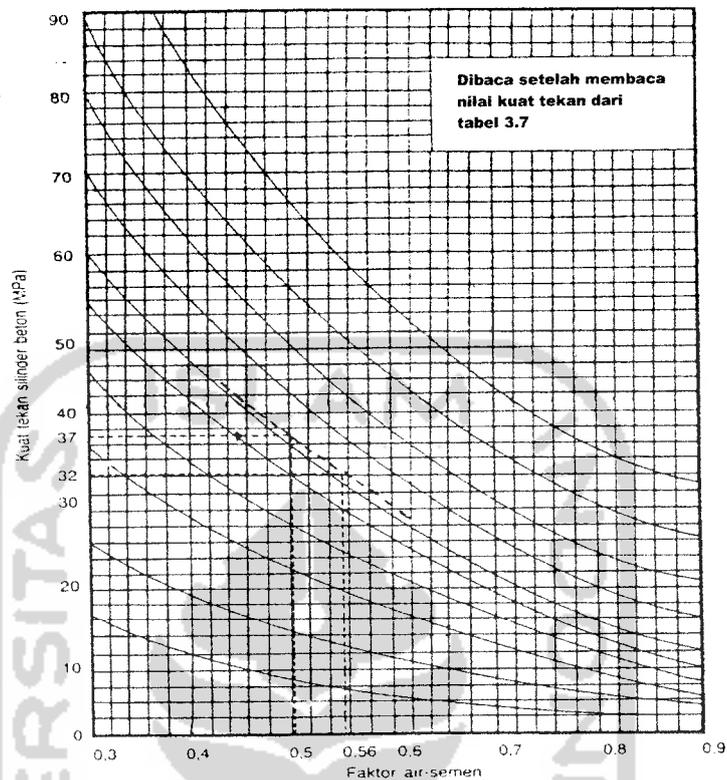
5. Menetapkan jenis semen
 6. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)
 7. Menetapkan faktor air semen

Cara menetapkan faktor air semen diperoleh dari nilai terendah ketiga cara.

- a. Cara Pertama :



Gambar 3.3 Grafik Faktor Air Semen



Gambar 3.4 Grafik Mencari Faktor Air Semen

Caranya, tarik garis kekanan mendatar 37, tarik garis keatas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang diatas dan dibawahnya.

- c. Cara ketiga :
- Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh :
- a) Untuk pembetonan didalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,60.

Tabel 3.9 Kebutuhan Semen Minimum

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen minimum	
		Ukuran maks. Agregat (mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe	280	300
Air payau	Tipe + pozolon	340	380
	(15%-40%) atau S.P pozolan tipe II dan V	290	330
Air laut	Tipe II dan V	330	370

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

14. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen, lihat langkah 12, (kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimumnya), maka yang dipakai harga terbesar diantara keduanya.

15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen pada langkah 13 dan 14 berubah, maka faktor air semen yang berubah ditetapkan dengan :

- a. Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan jumlah air dibagi jumlah air semen minimum.
- b. Jika akan menaikkan jumlah air, lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.

16. Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya.

17. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.

Untuk menentukan perbandingan antara pasir dan kerikil dapat dicari dengan bantuan grafik dibawah ini. Dengan melihat nilai slump yang

3.6 Modulus Elastisitas

Menurut perkembangan SK.SNI sesuai dengan perkembangan teknologi beton diberbagai negara penggunaan beton ringan semakin meluas. Sehingga penetapan nilai Modulus Elastisitas Beton (E_c), digunakan rumus empiris yang menyertakan kerapatan (*density*) atau berat beton (SK-SNI-T15-1991-03).

$$E_c = 0,043.W_c^{1,50} \cdot \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan : E_c = Modulus Elastisitas beton tekan (MPa)
 W_c = Berat isi beton (kg/m^3) – (1500 – 2500 kg/m^3)
 f'_c = kuat tekan beton (MPa)

Untuk beton kepadatan normal dengan berat isi $\pm 23 \text{ kN/m}^3$, maka :

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (3.11)$$

Modulus elastis beton normal merupakan fungsi dari kuat desak beton :

$$E_c = \frac{f}{\varepsilon} \dots\dots\dots (3.12)$$

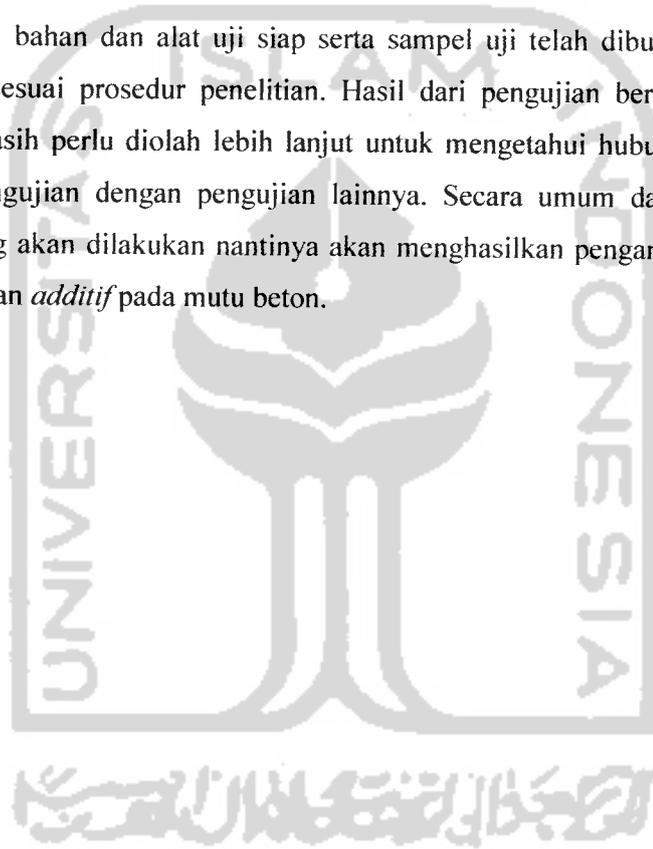
Keterangan : E_c = Modulus Elastisitas Beton tekan (MPa)
 ε = Regangan yang dihasilkan dari tegangan 0,4 σ
 f = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga ε yang lebih tinggi juga (L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986). Modulus elastisitas beton adalah berubah-ubah menurut kekuatan beton, umur beton, sifat-sifat agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji, demikian menurut Chu Kia Wang, Charles G. Salmon, dan Biksar R. Menurut N. Jackson, *the moodulus of elasticity for most concrete, at 28 days, range from 15 to 40 kN/mm²*.

1. Letakkan benda uji lentur pada mesin tekan secara sentris.
2. Berikan pembebanan sampai mencapai $\pm 50\%$ dari beban maksimum yang diperkirakan, kecepatan pembebanan harus kontinu tanpa menimbulkan efek kejut.
3. Catat besarnya beban maksimum yang menyebabkan keruntuhan.

4.10 Pengolahan Data

Setelah bahan dan alat uji siap serta sampel uji telah dibuat, maka siap untuk di uji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antar satu pengujian dengan pengujian lainnya. Secara umum dari pengujian-pengujian yang akan dilakukan nantinya akan menghasilkan pengaruh perawatan dan penambahan *additif* pada mutu beton.



mengenai hasil pengamatan dan hasil akhir dari pengujian yang meliputi uji kuat tekan, uji kuat tarik, dan uji kuat lentur.

5.2 Proses Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dalam penelitian ini menggunakan cara manual, benda uji setiap variasi kandungan airnya dikurangi secara gradual tiap 5%, dimulai dari 0% sampai dengan 25%. Sedangkan penambahan *viscocrete-10* menggunakan dosis minimum yaitu 0,6% dari berat semen. Alasan mengapa peneliti menggunakan penambahan *viscocrete-10* dengan dosis minimum adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan kekuatan beton yang diakibatkan *viscocrete-10*, bila penambahan dosisnya diambil yang paling rendah.

1. Proses awal pembuatan benda uji beton tanpa pengurangan air dan tanpa penambahan *viscocrete-10* adalah dimulai dari mencampur agregat kasar dan halus di atas talam besar, kemudian diaduk sampai merata.
2. Setelah campuran agregat kasar dan halus merata, selanjutnya mencampurkan semen yang kemudian diaduk kembali hingga merata.
3. Campuran agregat kasar, halus, dan semen selanjutnya ditambahkan dengan air sedikit demi sedikit, kemudian aduk lagi hingga adukan merata.
4. Setelah itu dilakukan uji *slump* untuk mengetahui tingkat keenceran adukan tersebut.
5. Untuk pembuatan benda uji dengan pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10* adalah dengan melakukan tahapan-tahapan seperti diatas, yang berbeda hanya pada banyaknya air yang dikurangi pada adukan dan penambahan *viscocrete-10* dilakukan setelah campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen, dan air sudah tercampur merata, setelah itu baru dilakukan uji *slump* untuk mengetahui tingkat keenceran adukan tersebut.

5.3 Nilai *Slump* dan *Workability*

Slump merupakan pedoman untuk mengetahui tingkat kelecakan (keenceran) suatu adukan beton. Semakin besar nilai *slump* maka semakin encer adukan beton, sehingga adukan beton makin mudah dikerjakan, begitu juga sebaliknya. Pada penelitian ini variasi yang digunakan adalah pengurangan kadar air, pengurangan kadar air tersebut secara teori akan menyebabkan nilai *slump* semakin rendah. Namun rendahnya nilai *slump* dapat dihindari atau diatasi dengan adanya penambahan *superplasticizer* (*viscocrete-10*). Salah satu fungsi dari *viscocrete-10* adalah untuk meningkatkan *workability* beton walaupun penggunaan air dikurangi.

Pada penelitian-penelitian yang terdahulu telah membuktikan bahwa pengurangan kadar air pada adukan beton akan membuat nilai *slump* berkurang dan fas menjadi lebih kecil sehingga kuat tekan beton dapat meningkat. Dengan menurunnya nilai *slump* pada adukan beton, maka tingkat *workability* juga akan menurun. Dengan cara menambahkan *superplasticizer* (*viscocrete-10*), tingkat penurunan *workability* dapat dihindari sehingga pengerjaan beton dapat dilaksanakan menjadi lebih mudah dan bisa mendapatkan kuat tekan beton yang lebih baik dari kuat tekan beton normal tanpa pengurangan air. Berikut adalah hasil tabel dan gambar grafik hubungan antara nilai *slump* dengan pengurangan air yang didapat dari penelitian.

Tabel 5.1 Tabel Hubungan antara *Slump* dengan Pengurangan Air dan Penambahan *Viscocrete-10*

Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	fas	Penambahan Viscocrete-10 (%)	<i>Slump</i>
BN	0	0,46	0	13,00
BN 5%	5	0,44	0,6	18,25
BN 10%	10	0,42	0,6	17,30
BN 15%	15	0,40	0,6	15,75
BN 20%	20	0,38	0,6	14,25
BN 25%	25	0,36	0,6	12,25

Berikut adalah salah satu contoh penghitungan untuk mencari kuat tekan benda uji beton silinder dari hasil pengujian beton normal umur 28 hari:

- $P = 575,52 \text{ kN} = 575520 \text{ N}$
- $d = 15,00 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 \\ &= 17662,50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

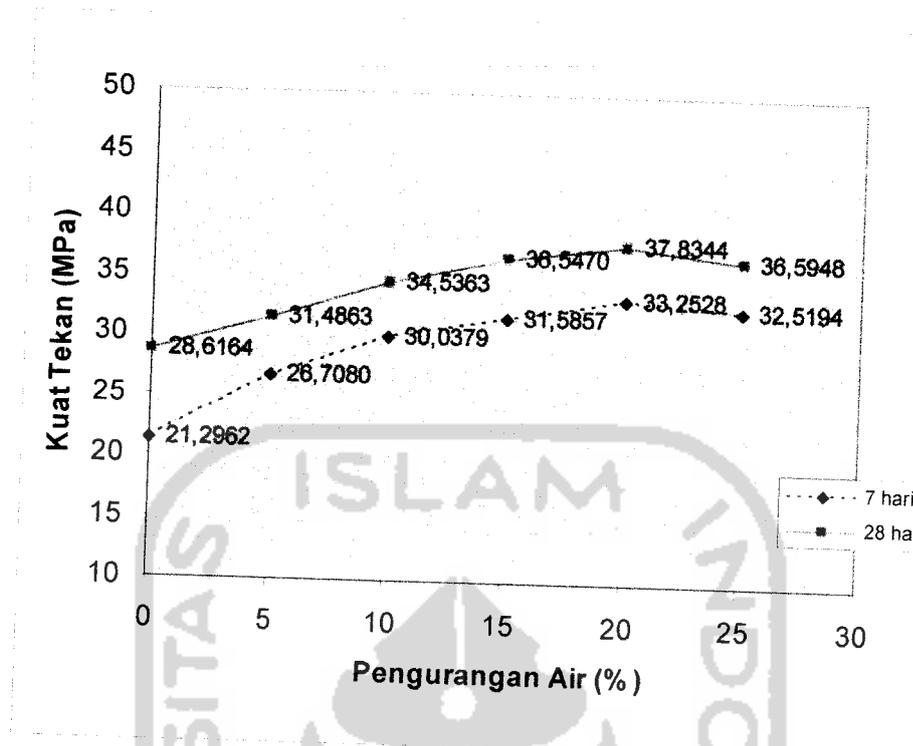
Kemudian dihitung dengan rumus 3.13 :

$$\begin{aligned} \text{➤ } f_c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{575520}{17662,50} \\ &= 32,5843 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Demikian seterusnya hingga didapatkan data kuat tekan beton normal masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tekan betonnya. Lakukan hal tersebut untuk setiap variabel benda uji.

Tabel 5.2 Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 dan 28 Hari

Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	Nilai fas	f _c ' (MPa)	
			Umur 7 hari	Umur 28 hari
BN	0	0,46	21,2962	28,6164
BN 5%	5	0,44	26,7080	31,4863
BN 10%	10	0,42	30,0379	34,5363
BN 15%	15	0,40	31,5857	36,5470
BN 20%	20	0,38	33,2528	37,8344
BN 25%	25	0,36	32,5194	36,5948



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Pengurangan Air dan Kuat Tekan Umur 7 Hari dan 28 Hari

Dari Tabel 5.2 dan Gambar 5.2 diatas, menunjukkan bahwa beton umur 7 hari kuat tekannya terus meningkat sampai pada batas pengurangan air 20%, sedangkan pada pengurangan air 25% kuat tekan beton mengalami penurunan. Pada variasi pengurangan air 5% sampai pengurangan air 25% yang diberi tambahan *viscocrete-10* menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal. Pada pengurangan air 20% menghasilkan kuat tekan optimum yaitu sebesar 33,2528 MPa.

Begitu juga pada beton umur 28 hari, kuat tekannya terus meningkat sampai pada batas pengurangan air 20%, dan mengalami penurunan kuat tekan pada pengurangan air 25%. Dan juga terlihat bahwa beton pada umur 28 hari dengan variasi pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10* menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal. Kuat tekan optimum terjadi pada pengurangan air 20%, yaitu sebesar 37,8344 MPa.

Demikian seterusnya untuk variabel yang berbeda dengan pengurang dan pembagi tetap yaitu kuat tekan beton normal.

Tabel 5.3 Tabel Persen Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Pengurangan Air Pada Umur 7 dan 28 Hari

Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	Nilai <i>f_{as}</i>	Umur 7 hari		Umur 28 hari	
			<i>f_c</i> (MPa)	% Perubahan	<i>f_c</i> (MPa)	% Perubahan
BN	0	0,46	21,2962	0	28,6164	0
BN 5%	5	0,44	26,7080	25,4119	31,4863	10,0289
BN 10%	10	0,42	30,0379	41,0480	34,5363	20,6871
BN 15%	15	0,40	31,5857	48,3160	36,5470	27,7135
BN 20%	20	0,38	33,2528	56,1442	37,8344	32,2124
BN 25%	25	0,36	32,5194	52,7002	36,5948	27,8806
			Rata-rata	37,2701	Rata-rata	19,7538

Pada Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa dengan melakukan pengurangan air pada adukan beton secara gradual maka nilai *f_{as}* akan semakin rendah dan kuat tekan beton akan semakin meningkat, hal tersebut akan mempengaruhi nilai *slump* dan *workability* semakin rendah. Namun penambahan *viscocrete-10* yang dicampurkan kedalam adukan secara merata atau konstan, tidak mengakibatkan kekuatan beton meningkat secara langsung, melainkan berpengaruh kepada nilai *slump* dan *workability* yang menjadi lebih baik, sehingga dengan nilai *slump* dan *workability* yang baik akan berpengaruh pada peningkatan kekuatan, mutu dan kualitas beton. Dari hasil penelitian pada umur 7 dan 28 hari peningkatan kuat tekan beton yang terjadi pada setiap variasinya (5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%) cukup signifikan. Tabel 5.3 menunjukkan bahwa pengaruh semakin kecilnya nilai *f_{as}* dapat terus meningkatkan kekuatan beton hingga batas pada pengurangan air 20%, sedangkan pada pengurangan air 25% mengalami penurunan. Pada beton umur 7 hari, terjadi persen peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 37,2701%, dan persen peningkatan kuat tekan terbesar terjadi pada pengurangan air 20% yaitu sebesar 56,1442%. Begitu juga yang terjadi pada umur 28 hari, terjadi

hidrasi secara maksimal akan berpengaruh pada kelekatan semen terhadap agregat. Semakin kuat lekatan semen dengan agregat akan mampu meningkatkan kuat desak beton tersebut.

Dalam Tabel 5.4 diatas menunjukkan bahwa pada beton dengan variasi pengurangan air (5%-25%) peningkatan kuat tekan beton umur 7 hari terhadap kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 80%. Sedangkan pada beton normal (BN) peningkatannya terjadi sebesar 74,42%. Menurut PBI 1971, angka konversi kuat beton normal untuk 7 hari adalah sebesar 0,65 dari kuat beton umur 28 hari. dan menurut Istimawan Dipohusodo, umumnya pada umur 7 hari kuat beton mencapai 70% dari kuat beton umur 28 hari. Dari Tabel 5.4 menunjukkan bahwa hanya pada beton normal (BN) yang mempunyai angka sebesar 74,42%, jadi pada beton normal angka tersebut sesuai dengan apa yang dikatakan Istimawan Dipohusodo. Sedangkan untuk beton dengan pengurangan air mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan beton normal (BN) sehingga tidak memenuhi. Dan dapat dilihat bahwa semakin besar pengurangan airnya semakin besar pula peningkatan kuat tekan umur 7 hari terhadap umur 28 harinya. Jadi penggunaan angka konversi umur 7 hari pada penelitian ini tidak berlaku untuk beton dengan pengurangan air.

5.4.1 Perbandingan f'_{cr} Rencana dan f'_{cr} Hasil Penelitian

Pada penelitian ini f'_{cr} rencana yang ditentukan adalah sebesar 34 MPa namun, dari hasil penelitian f'_{cr} umur 7 hari yang telah dikonversi ke umur 28 hari didapatkan sebesar 32,7634 MPa sedangkan f'_{cr} umur 28 hari didapat sebesar 28,6164 MPa, hal ini dapat dikatakan bahwa f'_{cr} hasil penelitian belum memenuhi f'_{cr} rencana. Hal ini terjadi disebabkan bentuk tekstur dari agregat kasar yang dominan berbentuk pipih dan juga agregat yang dipakai hampir seragam (lolos saringan 20 mm dan tertahan 10 mm), seperti yang kita ketahui salah satu fungsi agregat adalah sebagai bahan pengisi campuran beton yang nilainya sekitar 75%-78% yang sebagian besar diisi oleh agregat kasar, selain itu fungsi lain dari agregat adalah untuk memberikan stabilitas volume dan keawetan,

dari hal diatas kita bisa mengetahui bahwa agregat kasar yang digunakan pada benda uji beton memiliki tekstur berbentuk pipih sehingga kinerja agregat tersebut kurang maksimal untuk menahan beban yang sangat besar, sebab agregat yang berbentuk pipih kemungkinan akan membentuk rongga dibawah permukaan agregat tersebut sehingga akan mengurangi kekuatan beton. Hal lain yang menyebabkan f'_{cr} penelitian belum memenuhi f'_{cr} rencana adalah disebabkan karena pada penelitian ini pembuatan benda uji menggunakan cara manual sehingga campuran beton tidak dapat merata secara sempurna dan menjadikan adukan beton kurang homogen.

5.4.2 Hasil Pengujian Tegangan Regangan dan Analisis Modulus Elastisitas

Setiap bahan akan mengalami perubahan bentuk apabila mendapat beban dan apabila perubahan bentuk terjadi maka gaya internal didalam bahan tersebut akan menahannya, gaya internal ini disebut tegangan. Bila suatu bahan mengalami tegangan, maka bahan tersebut mengalami perubahan bentuk yang dikenal sebagai regangan. Pengujian tegangan-regangan tidak dilakukan terhadap seluruh benda uji, hanya diambil 2 sampel dari satu variasi yang berjumlah 5 sampel. Hasil pengujian tegangan-regangan dapat digambarkan dengan grafik hubungan tegangan-regangan beton uji dengan variasi pengurangan air (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%) dan penambahan *viscocrete-10* dengan dosis 0,6% terhadap berat semen pada umur 7 dan 28 hari sebagai berikut :