

BAB III. LANDASAN TEORI

3.1. Umum.....	9
3.2. Material Penyusun Beton.....	9
3.2.1. Semen Portland.....	10
3.2.2. Agregat.....	12
a. Agregat kasar (kerikil).....	14
b. Agregat halus (pasir).....	14
3.2.3. Air.....	17
3.2.4. Bahan Tambah/Aditif.....	18
3.2.4.1. LN.....	21
3.2.4.2. DAREX® SUPER 20.....	22
3.3. Gradasi Agregat.....	24
3.4. Modulus Halus Butir.....	28
3.5. Berat Agregat.....	29
3.6. Air Dalam Agregat.....	30
3.7. Kadar Air Agregat.....	31
3.8. Faktor Air Semen (fas).....	32
3.9. Slump.....	33
3.10. Workabilitas.....	34
3.11. Berat Volume Beton.....	34
3.12. Kuat Desak Beton.....	35
3.13. Modulus Elastisitas.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Lembar Peserta dan Lembar Konsultasi Tugas Akhir
- Lampiran B : Hasil Pemeriksaan Agregat
- Lampiran C : Perhitungan Mix Design Menggunakan Metode DOE
- Lampiran D : Data-Pengujian Kuat Desak dan Kuat Tarik Beton
- Lampiran E : Pengolahan Data Kuat Desak Beton
- Lampiran F : Pengolahan Data Kuat Tarik Beton
- Lampiran G : Perhitungan Data dan Grafik Tegangan Regangan
- Lampiran H : Gambar- gambar Pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir

- 9) Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- 10) Penelitian dibatasi pada kuat desak dan kuat tariknya saja.
- 11) Perawatan beton dilakukan dengan cara direndam dalam bak.
- 12) Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan
- 13) Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

satu faktor penting dalam produksi suatu bangunan yang bermutu, dan kunci keberhasilan untuk mendapatkan tenaga kerja yang cakap adalah untuk pengetahuan dan daya tarik pada pekerjaan yang sedang dikerjakan”.

2.2. Penelitian Terdahulu Tentang Penambahan Zat Additif

2.2.1 Eko Yuwono (1997)

Dalam penelitiannya “Pengaruh Bahan-bahan Pemercepat Pengerasan terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Beton”, dipilih empat macam addimixture dari empat pabrik yang berbeda, yaitu Sikamen NN, Bestmittel, BV Special, dan Superplastet F, dengan f.a.s 0,5 pada dosis minimum masing-masing addimixture sesuai brosur pabrik yang berbeda yaitu : Sikamen NN = 0,8 %, Bestmettel = 0,2%, BV Special = 0,2%, dan Superplastet F = 0,3%, Slump ditentukan beton normal 50 mm. Material yang dipakai Semen tipe I dari semen Gresik, pasir dan kerikil dari kali Krasak Sleman, Benda uji berupa silinder beton dengan jumlah 80 buah yang dibuat dari 20 adukan yang tiap adukan dibuat 4 benda uji pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan yang ditambahkan seperti yang tertera diatas, Sikamen NN paling tinggi nilai slumpnya dibandingkan dengan ketiga merk lainnya. Pengujian kuat tekan memperlihatkan Bestmittel , BV Special, dan Super Plastet F memberikan percepatan pengerasan sejak hari ke tiga dan mencapai kuat tekan beton normal (± 25 MPa) pada umur 14 hari. Peningkatan ketiga Adimixture pada umur 20 hari sebesar ± 20 % dari beton normal.

2.2.2 Muzammil dan Budiyo (1994)

Hasil tes laboratorium atas sampel beton mutu 28 Mpa dengan bahan tambah kimia Superplasticizer. Percobaan dilakukan dengan sample berbentuk kubus berukuran 15x15x15 cm, dengan jumlah sampel sebanyak 6 buah tiap variasi. Variasi penambahan Superplasticizer diambil 0%, 0,7%, 1%, 2,5% dan 4%. Dari pengujian

kuat tekan didapat nilai optimum penambahan Superplasticizer sebanyak 1% pada umur 28 hari.

2.2.3. Sapartono (1991)

Penelitian ini telah menghasilkan beton bermutu tinggi dengan kadar semen 480 kg/m³ dan w/c = 0,32 mencapai kuat tekan rata-rata 85 MPa dengan benda uji berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada umur 28 hari dengan bahan tambah *superplasticizer*. Dari peneliti yang sama, penggunaan *superplasticizer* mampu meningkatkan *slump* pada kondisi w/c yang sangat rendah (w/c= 0,28 dan nilai *slump* awal= 1,5 cm), yaitu mencapai nilai *slump* 9,5 cm pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 1,25% , nilai *slump* 12,5 cm pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 1,5% dan nilai *slump* 18,5 pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 2%.

2.2.4 Richard G., dkk (1996)

Richard G, dkk menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa penambahan *superplasticizer* antara 0,9% sampai 1,14% berat semen berpengaruh pada peningkatan nilai *slump* antara 80-240 mm dan dapat meningkatkan *workabilitas*, kuat tekan yang dihasilkan mencapai 60-100 MPa atau setara dengan 600-1000 kg/cm².

2.2.5 Denny M Sinaga (1998)

Dalam penelitian “Pengaruh Penggunaan Delvo Stabilizer terhadap Waktu Ikat Awal dan Kuat Tekan Beton”, menggunakan Delvo Stabilizer dengan dosis 0,6%, 1,3%, dan 2% dari berat semen. Material pasir dari desa Kopen, kerikil dari Clereng dan semen Nusantara. Benda uji berupa silinder yang diuji pada umur beton 3, 7, 14,17, dan 28 hari dengan benda uji masing-masing 3 buah.

Hasil penelitian menunjukkan pada umur 3 hari kuat tekan beton dengan dosis 2% berada di bawah beton normal, tetapi pada umur 14 hari dan

seterusnya kuat tekannya di atas beton normal, jadi dosis 2% tidak baik digunakan untuk konstruksi yang memerlukan kuat tekan awal tinggi. Semakin besar dosis yang digunakan, kekuatan awalnya akan semakin rendah. Penggunaan Delvo Stabilizer membuat adukan lebih encer, terutama pada dosis 2% didapat slump paling tinggi sebesar 15 cm. Kadar bahan tambah yang optimum adalah 1,3% yang menghasilkan kuat tekan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari sebesar 47,7%. Bahan tambah Delvo juga dapat memperpanjang waktu ikat awal beton sampai 43 jam 45 menit pada dosis 2%.

1. Bahan baku yang berasal dari tambang (*quarry*) berupa campuran CaO , SiO_2 , dan Al_2O_3 digiling (*blended*) bersama – sama beberapa bahan tambah lainnya, baik dalam proses basah maupun dalam proses kering.
2. Hasil campuran tersebut di tuangkan ke ujung atas *ciln* yang diletakkan agak miring.
3. Selama *ciln* berputar dan dipanaskan, bahan tersebut mengalir dengan lambat dari ujung atas ke bawah.
4. Temperatur dalam *ciln* dinaikkan secara perlahan hingga mencapai temperatur klinker (*clinker temperature*) dimana difusi awal terjadi. Temperature ini dipertahankan sampai campuran membentuk butiran semen Portland pada suhu 1400°C (2700°F). Butiran yang dihasilkan disebut sebagai klinker dan memiliki diameter antara 1,5 – 50 mm.
5. *Klinker* tersebut kemudian didinginkan dalam *clinker storage* dan selanjutnya dihancurkan menjadi butiran – butiran yang halus.
6. Bahan tambah, yakni sedikit gypsum (sekitar 1 – 5%) ditambahkan untuk mengontrol waktu ikat semen, yakni waktu pengerasan semen dilapangan.
7. Hasil yang diperoleh kemudian disimpan pada sebuah *Cemen silo* untuk penggunaan yang kecil, yakni kebutuhan masyarakat. Pengolahan selanjutnya adalah pengepakan dalam *packing plant*. Untuk kebutuhan pekerjaan besar, pendistribusian semen dapat dilakukan menggunakan *capsule truck*.

Sedangkan dari jenis semen sendiri dibedakan atas (PBUI – 1982)

- a. Sisa diatas ayakan \emptyset 4 mm, minimum 2 % berat.
 - b. Sisa diatas ayakan \emptyset 1 mm, minimum 10 % berat.
 - c. Sisa diatas ayakan \emptyset 0,25 mm, \pm 80 % s/d 95 % berat.
- 2) Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam, keras, kuat, dan bersifat kekal bentuk yakni tidak pecah (hancur) oleh pengaruh cuaca seperti panas matahari dan hujan serta bergradasi baik. Gradasi pasir yang digunakan harus baik, artinya mempunyai variasi butir yang beragam, supaya volume rongga berkurang dan menghemat semen portland. Gradasi pasir yang baik dapat menghasilkan mortar yang pampat (padat) dan mempunyai kekuatan yang besar.
- 3) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %. Lumpur yang dimaksud adalah bagian yang dapat melalui ayakan \emptyset 0,063, apabila kadar lumpur lebih dari 5 % harus dicuci terlebih dahulu.
- 4) Pasir tidak boleh mengandung silika aktif yang terdapat dalam opaline, chalcodonic, cherts, phylites, tuff rhyolites, andhesite, tuff andhesite, batu gamping, silika dan sebagainya. Zat-zat ini akan beraksi dengan alkali dalam semen (reaksi alkali-agregat). ini disebabkan oleh hasil reaksi alkali silika itu sendiri dan ditambah dengan tekanan hidrolis melalui proses osmosis (Nugraha, 1996).

Untuk membedakan macam agregat ini, dapat dipergunakan metode saringan / ayakan (proses analisa saringan). Jenis saringan yang dapat digunakan adadua macam

5. Bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan.

Berikut ini adalah beberapa contoh bahan tambah atau aditif:

1. *Accelerators* yaitu bahan untuk mempercepat pengerasan pada adukan beton. Bahan ini biasanya dipakai pada saat musim dingin karena kurangnya panas yang diterima untuk mempercepat pengerasan.
2. *Retarder* yaitu bahan untuk memperlambat pengerasan adukan beton. Bahan ini biasanya dipakai pada transportasi beton ready mix sehingga tidak cepat mengeras selama perjalanan.
3. *Air entraining agents* yaitu bahan untuk mengisi pori-pori pada beton segar. Bahan ini meningkatkan durabilitas dan plastisitas, tetapi bisa saja mempunyai efek yang merugikan dalam kekuatan beton.
4. *Superplasticizer* yaitu bahan yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata pada adukan beton. Bahan ini digunakan dalam jumlah yang relatif sedikit karena sangat mudah mengakibatkan terjadinya bleeding. *Superplasticizer* dapat mereduksi air sampai 15% dari campuran awal dan juga dapat meningkatkan kekuatan beton sampai 10%.
5. *Pozzolanic admixtures* yaitu bahan yang bereaksi dengan kapur ikat bebas selama pengikatan semen.

6. *Concrete waterproofers* yaitu bahan campuran penangkal air yang berfungsi untuk mencegah meresapnya air hujan ke dalam beton, dengan demikian diharapkan beton kedap air.

3.2.4.1. LN

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 macam, yaitu LN dari pabrikan SIKA dan DAREX[®] SUPER 20 dari pabrikan GRACE. Berikut ini akan dijelaskan mengenai bahan tambah LN berdasarkan brosur.

- Nama Produk: Sikament[®] LN (High Range Water Reducing)
- Deskripsi : Bahan tambah untuk mengurangi kadar air dan sebagai *superplasticizer* untuk meningkatkan percepatan pengerasan dengan workabilitas yang tetap tinggi.
- Penggunaan : Terutama digunakan pada industri elemen beton pracetak, sebagai solusi akan kebutuhan akan beton yang cepat mengeras sehingga mempercepat pelepasan cetakan/bekisting, serta pencapaian kuat desak pada umur-umur awal yang tinggi. Memungkinkan peralatan yang ditempatkan pada beton sehingga dapat dipakai pada kapasitas penuh. Efektif pada dosis yang direkomendasikan.
- Keuntungan : Pengurangan air sampai 20% akan menghasilkan kenaikan kuat desak sampai 40% dan menambah sifat kedap air.

untuk memudahkan dalam penuangan/penempatan dan pemadatan beton.

- Keuntungan :
1. DAREX[®] SUPER 20 dapat menghasilkan beton yang mengalir dengan nilai *slump* tinggi tanpa kehilangan kekuatan rencana.
 2. DAREX[®] SUPER 20 menghasilkan beton dengan faktor air semen yang rendah sehingga kekuatannya meningkat.
 3. DAREX[®] SUPER 20 dapat digunakan untuk mengurangi kebutuhan energi panas untuk mempercepat pengerasan pada pekerjaan beton pratekan/ pracetak.
 4. Beton dengan bahan tambah DAREX[®] SUPER 20 yang dibuat dengan semen jenis I dapat digantikan dengan beton normal yang dihasilkan semen jenis III untuk mendapatkan kenaikan kekuatan pada umur awal.
 5. Beton dengan bahan tambah DAREX[®] SUPER 20 pada nilai *slump* tinggi, tidak menunjukkan gejala pemisahan agregat (*scgregasi*) dibandingkan dengan beton tanpa *superlasticizer* pada nilai *slump* yang sama.
 6. DAREX[®] SUPER 20 membantu dalam pelaksanaan pembuatan beton dalam frekuensi tinggi dari *truck mixer*/ molen, sehingga mengurangi waktu pengerjaan dan meningkatkan efisiensi penggunaan *mixer*.

lubang : 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm.

Secara teoritis gradasi agregat yang terbaik adalah yang didasarkan pada karakteristik butir-butir agregatnya. Menurut peraturan di Inggris (British Standard) yang juga dipakai di Indonesia saat ini, kekasaran butiran dapat dibagi menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar, sebagaimana tampak pada tabel 3.3.

Adapun gradasi kerikil yang baik sebagaimana masuk didalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 3.3

Tabel 3.3. Gradasi pasir menurut British Standard

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	84 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Keterangan : Daerah I = pasir kasar
 Daerah II = pasir agak kasar
 Daerah III = pasir agak halus
 Daerah IV = pasir halus

Semakin besar nilai *fas*, maka semakin besar pula berat air pada campuran dan semakin banyaknya air maka akan mengurai lekatan antar agregat. Perbandingan ini disimpulkan dalam suatu hukum perbandingan air semen dari abram (Murdock dan Brook, 1991), “Pada bahan-bahan dan keadan pengujian tertentu, jumlah air campuran yang dipakai menentukan kekuatan beton, selama campuran dan dapat dikerjakan”.

3.9 *Slump*

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pekerjaan (*workability*). Makin besar nilai *slump* berarti semakin cair adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai *slump* untuk berbagai macam struktur dapat dilihat pada Tabel 3.9 :

Tabel 3.9 Penetapan Nilai *Slump* (cm)

Pemakaian Beton	Maksimal	Minimal
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang.	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang		
Kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : Astanto, 2001

3.10 Workabilitas

Istilah workabilitas sulit untuk didefinisikan dengan tepat, dan Newman mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah (Murdock dan Brook, 1991) :

- 1) Kompaktibilitas atau kemudahan dimana beton mudah dipadatkan dan rongga-rongga diambil.
- 2) Mobilitas atau kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali.
- 3) Stabilitas atau kemampuan beton untuk tetap sebagai masa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi / pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

3.11 Berat Volume Beton

Nilai ini menyatakan berat beton persatuan volume yang dapat dirumuskan sebagai :

$$BV = \frac{B_s}{V_b} \quad (3.11)$$

Keterangan : BV = Berat volume beton (kg/cm³)

B_s = Berat beton (kg)

V_b = Volume beton (cm³)

Dalam penelitian ini dipergunakan sampel beton dengan bentuk silinder maka volume beton dapat dinyatakan sebagai $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$ dengan d sebagai diameter silinder beton dan t sebagai tinggi silinder beton

3.12 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban dibagi dengan luasan permukaan beton yang menerima beban tersebut. Menurut SNI 03-1974-1990 untuk mendapatkan kuat desak beton tersebut dari masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat desak } f'_c = \frac{P}{A} \quad (3.12)$$

$$f'_{cr} = \frac{\sum_i^N f_c}{N} \quad (3.13)$$

Sedangkan untuk jumlah sampel yang kurang dari 15 buah dapat dihitung dengan rumus pada Tabel 3.10 di bawah ini

Tabel 3.10 Kuat desak karakteristik beton f'_c

Kuat desak rencana (Psi)	Kuat desak karakteristik beton f'_c
< 3000	$f'_{cr} - (1000 \text{ Psi})$
3000 - 5000	$f'_{cr} - (1200 \text{ Psi})$
>5000	$f'_{cr} - (1400 \text{ Psi})$

1000 Psi = 6,9 MPa

- o. Menentukan perbandingan pasir dan krikil,
- p. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil,
- q. Menentukan berat beton,
- r. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil,
- s. Menentukan kebutuhan pasir,
- t. Menentukan kebutuhan kerikil.

mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm.

- 4) Saringan no. 4.
- 5) Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai (110 ± 5)° C.
- 6) Loyang seng dan loyang plastik (talam).
- 7) Kuas, bejana tempat air dan alat yang lainnya.
- 8) Thermometer.
- 9) Pompa hampa udara (vacuum pump) atau tungku.
- 10) Air suling.

Tahapan pemeriksaannya :

- 1) Pasir sebanyak 500 gram ditimbang.
- 2) Pasir dikeringkan didalam oven pada suhu (150 ± 5)° C, sampai kering tetap / berat tetap, didinginkan pada suhu ruang dan kemudian direndam didalam air selama (24 ± 4) jam sampai basah jenuh. Berat tetap yang dimaksudkan adalah keadaan berat pasir selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1 %.
- 3) Air rendaman dibuang dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang hilang.
- 4) Pasir dimasukkan kedalam loyang seng, kemudian dipanaskan dengan menggunakan kompor dan dengan dibolak-balik hingga kering permukaan jenuh.

- 11) Pasir dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ samapi berat tetap. kemudian didinginkan dan diuji dalam desikator.
- 12) Setelah dingin pasir ditimbang (W_{ko}). Ditentukan berat picnometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C . (W)

4.3.5 Pemeriksaan Berat Volume Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat agregat per satuan volume.

Adapun peralatan yang dipersiapkan :

- 1) Tabung silinder ($\emptyset 15 \times t 30$) cm.
- 2) Timbangan kapasitas 20 kg.
- 3) Tongkat penumbuk $\emptyset 16$ panjang 60 cm.
- 4) Serok, sekop, lap.

Tahapan pemeriksaannya :

- 1) Timbang berat tabung (W_t) dan volume tabung (V)
- 2) Isi tabung dengan agregat dengan setiap $\frac{1}{3}$ volume ditumbuk sebanyak 25 kali, lalu ditimbang (W_{ta}).
- 3) Lakukan pada agregat kasar dan agregat halus.

4.4 Perencanaan Campuran Beton

Setelah pemeriksaan bahan campuran beton, dilakukan perencanaan pencampuran adukan (*Mix Design*) dengan metode DOE untuk mengetahui proporsi perbandingan bahan penyusun yang meliputi perbandingan antara berat PC : pasir : agregat : air. Adapun langkah-langkah yang ditempuh adalah seperti yang tercantum pada Sub bab 3.8. Perhitungan campuran beton dengan metode DOE ini dapat dilihat pada lampiran.

4.5 Pembuatan Campuran Beton

Pembuatan campuran beton dalam penelitian ini berpedoman pada SK-SNI T-28-1991-03 tentang cara pengadukan dan pengecoran beton. Pembuatan campuran dilakukan dengan molen. Cara pembuatan campuran dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan material pada saat perhitungan campuran beton (*Mix Design*). Pelaksanaan pengecoran siap dilaksanakan. Beton yang telah memenuhi persyaratan tersebut ditumpahkkan pada bak penampungan adukan beton dan ditampung dengan ember untuk dibawa ke tempat cetakan.

4.6 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat workabilitas (kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton yang telah dibuat. Tabung kerucut Abrams bagian dalam dibasahi dengan air dan disiapkan di atas plat baja. Beton segar

Pengujian kuat desak beton dilakukan dengan benda uji silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- a. mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya,
- b. menimbang benda uji,
- c. pada saat mencetak benda uji, agar permukaan silinder rata, dilakukan *keeping* dengan menaburi bubuk semen, kemudian diratakan,
- d. memasang alat ukur regangan pada posisi yang telah ditentukan,
- e. meletakkan benda uji di atas mesin penguji desak, lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan setiap 10N secara berangsur-angsur sampai silinder runtuh, dan
- f. mencatat beban maksimum yang terjadi, ketika benda uji mulai mengalami kehancuran.

4.9 Pengujian Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan dengan benda uji silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm pada umur 3,7,14 dan 28 hari. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- g. mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya,
- h. menimbang benda uji,
- i. pada saat mencetak benda uji, agar permukaan silinder rata, dilakukan *keeping* dengan menaburi bubuk semen, kemudian diratakan,
- j. memasang alat ukur regangan pada posisi yang telah ditentukan,

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Untuk memperjelas penyajian hasil penelitian, berikut ini akan diuraikan ringkasan hasil pengujian dari material penyusun beton, gradasi agregat halus (pasir), kuat desak beton, kuat tarik beton, dan konversi umur beton. Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan, kami lampirkan dalam bentuk tabel dan grafik pada sub-sub bab berikut ini.

5.2 Uji Material

Uji material dimaksudkan untuk mengetahui data awal mengenai material pakai. Data awal itu antara lain kandungan lumpur dalam pasir, modulus halus butir, berat jenis, dan penyerapan air. Data-data yang di dapat akan dipergunakan sebagai acuan perhitungan campuran beton.

Adapun data-data yang diperoleh :

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Material

Penelitian	Pasir	kerikil
Kandungan lumpur dalam pasir	4,25 %	-
Modulus halus butir	2,65	-
Berat jenis SSD	2,655	2,64
Penyerapan air	4,31	2,455
Ukuran agregat maksimum	-	20

Berdasarkan hasil pengujian material telah memenuhi standar, misalnya kandungan Lumpur dalam pasir 4,25%, hal ini berarti telah memenuhi standar yang ditetapkan SNI yaitu <5%. MHB didapat 2,65, hal ini berarti telah memenuhi standar yang ditetapkan SNI yaitu 1.50-3.8. untuk agregat kasar/kerikil mempunyai ukuran maksimum 20 mm, hal ini digunakan dalam menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton.

5.3 Gradasi Agregat Halus dan Modulus Halus Butir

Analisis gradasi yang dilakukan oleh peneliti menghasilkan data-data yang disajikan dalam tabel 5.2. Adapun data-data yang diperoleh :

Tabel 5.2 Hasil Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal		Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
	(gram)	(%)			
10.00	0	0	0	100	100
4.80	40	4	4	96	95 - 100
2.40	86	8,6	12,6	87,4	85 - 100
1.20	160	16	28,6	71,4	50 - 85
0.60	246	24,6	53,2	46,8	26 - 60
0.30	220	22	75,2	24,8	10 - 30
0.15	160	16	91,2	8,8	2 - 10
Sisa	88	8,8	-	-	0 - 2
Jumlah	1000	100	264,8	-	-

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{ Kumulatif Berat Tertahan } 264,8}{\% \text{ Berat Tertahan } 100} = \frac{264,8}{100} = 2,648 = 2,65$$

efek plastizer dari bahan tambah tersebut. Dan untuk kadar aditif yang besar adukan mengalami *bleeding* (1.5%).

5.5 Kuat Desak Beton

5.5.1 Hubungan Kuat Desak dan Umur Beton

Nilai kuat desak silinder beton yang dihasilkan pada saat pengujian kemudian dihitung kuat desak rata-ratanya (f_{cr}) dari persamaan (3.13). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.3-5.6

Tabel 5.3 Hasil Uji Kuat Desak Beton Umur 3 hari

No	Variasi	Kuat Desak Rata-rata (f_{cr}) (MPa)	Standar Deviasi (S_d)	Kuat Desak Karakteristik (f'_c) (MPa)
1	N / 0% / 3	11.817	0.737	10.609
2	S / 0.5% / 3	25.822	2.345	21.976
3	D / 0.5% / 3	20.105	2.848	15.434
4	S / 1.0% / 3	17.222	0.648	16.158
5	D / 1.0% / 3	24.402	1.387	22.128
6	S / 1.5% / 3	16.970	1.675	14.222
7	D / 1.5% / 3	17.952	2.313	14.159

Keterangan tabel:

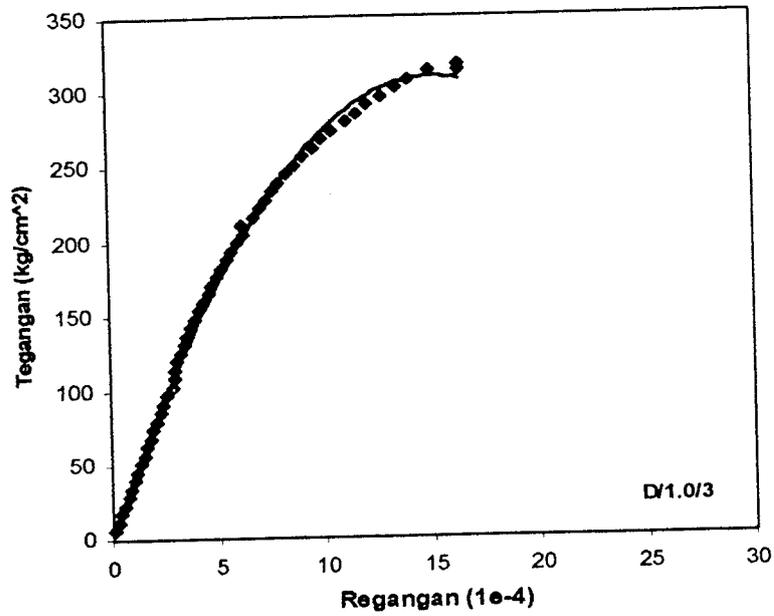
Variasi : P/Q/R, dimana:

P = jenis beton, yaitu N (Normal), S (Aditif Sika), D(Aditif Darex

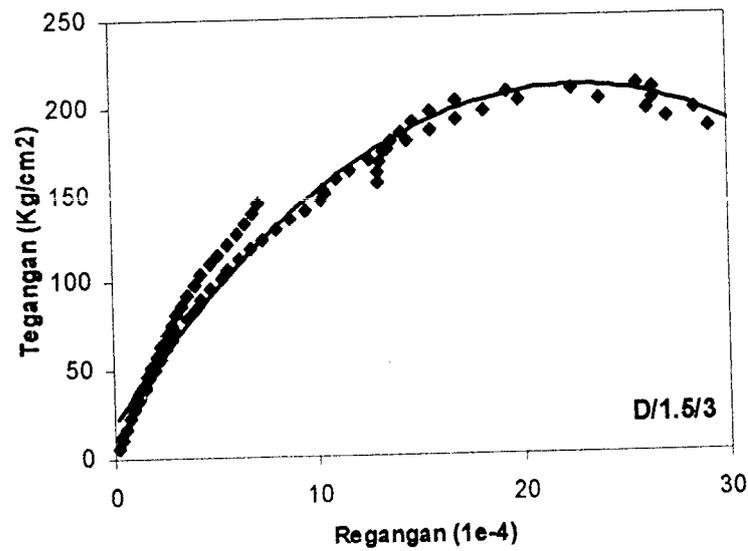
Super).

Q = kadar aditif (%), yaitu 0 ; 0,5 ; 1,0 ; dan 1,5.

R = lama perawatan/perendaman sampel (hari), yaitu 3, 7, 14, dan 28



Grafik 5.9 Tegangan-regangan D/1.0% (3 hari)



Grafik 5.10 Tegangan-regangan D/1.5% (3 hari)

Sebagai pembandingan modulus elastisitas hasil penelitian adalah modulus elastisitas berdasarkan SNI dari persamaan (3.14) dan modulus elastisitas berdasarkan ACI dari persamaan (3.16). Perbandingan modulus elastisitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Perbandingan E_c Hasil Penelitian dengan Rumus

No	Tipe	f'_c aktual	E_c (MPa)		
			SNI	ACI	Penelitian
1	N/0/3	10.609	15308.5862	15553.0000	23256.7136
2	S/0.5/3	21.975	22032.4250	22384.1903	25719.4986
3	S/1.0/3	15.797	18680.3568	18978.6037	24698.9240
4	S/1.5/3	16.158	18892.5970	19194.2324	25074.8520
5	D/0.5/3	15.434	18464.4810	18759.2813	27665.3637
6	D/1.0/3	14.222	17724.6715	18007.6601	37184.2593
7	D/1.5/3	14.159	17685.3699	17967.7310	25441.3578

Modulus elastis merupakan sifat yang dimiliki oleh beton yang berhubungan dengan mudah tidaknya beton mengalami deformasi saat mendapat beban. Semakin besar nilai modulus elastis maka semakin kecil regangan yang terjadi karena modulus elastis berbanding terbalik dengan nilai regangan. Nilai modulus elastis ini akan ditentukan oleh kemiringan kurva pada grafik tegangan regangan. Dimana kurva ini dipengaruhi oleh tegangan beton dan regangan beton. Semakin tegak kurva dan memiliki panjang garis linier yang panjang, berarti beton tersebut memiliki kuat desak yang besar pula. Dengan semakin bertambahnya beban maka makin berkurangnya kekakuan material sehingga kurva tidak linier lagi. Karena dengan semakin tegaknya kurva perubahan yang terjadi pada sampel sangat kecil sehingga dapat dikatakan sampel dalam keadaan kaku.

Pada Tabel 5.13 terlihat bahwa untuk semua variasi secara keseluruhan pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari setelah dikonversi ke umur 28 hari telah memenuhi mutu beton yang direncanakan yaitu sebesar 25 MPa. Pada variasi S/0,5 merupakan kadar optimum, karena setelah ditambahkan kadarnya beton mengalami penurunan kuat desak. Untuk varian DAREX kadar optimum adalah 1,0%, setelah itu kuat desak beton mengalami penurunan. Penurunan kuat desak ini disebabkan karena pada penelitian ini tidak ada pengurangan air, sehingga slump meningkat, yang berakibat kepadatan campuran beton menurun. Hal ini ditandai dengan berat sampel lebih kecil dan terlihat pori pada belahan sampel yang telah diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Astanto, T. B.**, 2001, "Konstruksi Beton Bertulang", Yogyakarta : Kanisius.
- Day, K. W.**, 1995, "Concrete Mix Design, Quality Control and Specification", Australia.
- Dipohusodo, I.**, 1999, "Struktur Beton Bertulang" berdasarkan SK SNI. T-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum RI, PT Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Ilham A.**, 2004, " Kaedah Reka Bentuk Campuran dan Sifat-Sifat Konkrit Prestasi Tinggi Berkekuatan Antara 50 hingga 100 Mpa", PhD. Tesis, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Mulyono, T.**, 2003, "Teknologi Beton", Yogyakarta.
- Murdock, L. J., Brook, K. M.**, 1986, "Bahan dan Praktek Beton", Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E. G.**, 1990, "Reinforce Concrete a fundamental Approach", Terjemahan, Cetakan pertama, Bandung.
- Neville, A. M.**, 1990, "Properties of Concrete", Third Edition, USA.
- Susanti, E.**, 1989, "Majalah konstruksi", PT. Cahaya Periangn Utama, Jakarta.
- Tjikrodimulyo, K.**, 1992, "Teknologi Beton", Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- , **ASTM C 150**, 1993, "Annual Book Of ASTM Standards", Philadelphia.
- , **SK SNI M-08-1989-F**, 1991, " Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- , **SK SNI M-10-1989-F**, 1991, " Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- , **SK SNI M-28-1990-03**, 1991, "Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan", Bandung.
- , **SK SNI T-15-1990-03**, 1991, " Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.