

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI BAHAN TAMBAH
UNTUK MENCAPAI WORKABILITAS
DAN NILAI SLUMP RENCANA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON RENCANA**



Disusun oleh:

SUSFRIDA DWI SEPTIANA

No. Mhs. : 91 310 011

NIRM : 910051013114120011

ROMI OKTAVIA ARINI

No. Mhs. : 91 310 115

NIRM : 910051013114120111

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

1996

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI BAHAN TAMBAH
UNTUK MENCAPAI WORKABILITAS
DAN NILAI SLUMP RENCANA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON RENCANA**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**

Disusun oleh:

SUSFRIDA DWI SEPTIANA

No. Mhs. : 91 310 011

NIRM : 910051013114120011

ROMI OKTAVIA ARINI

No. Mhs. : 91 310 115

NIRM : 910051013114120111

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

1996

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI BAHAN
UNTUK MENCAPAI WORT
DAN NILAI SLUMP RENCANA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON RENCANA**

Disusun oleh:

Nama : Susfrida Dwi Septiana

No. Mhs. : 91 310 011

NIRM : 910051013114120011

Nama : Romi Oktavia Arini

No. Mhs. : 91 310 115

NIRM : 910051013114120111

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Ir. M. Teguh, MSCE.

Dosen Pembimbing I

Ir. Ilman Noor, MSCE.

Dosen Pembimbing II

Tanggal :



Tanggal : 22 - 6 - 96

PRAKATA

Assalamu'alaikum wr. wb,

Segala puji bagi Allah SWT, hanya dengan pertolongan dan karunia-Nya, sebagian kecil dari ilmu-Nya dan sedikit waktu yang digelarkan-Nya, alhamdulillah laporan tugas akhir ini telah selesai penyusunannya. Hari-hari yang panjang, melelahkan dan membosankan usailah sudah. Walaupun mengalami banyak rintangan, akhirnya selesailah tugas akhir yang harus dipenuhi untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai kuat desak beton dalam hubungannya dengan nilai slump dan workabilitas. Beton adalah salah satu bahan bangunan yang sudah umum digunakan karena sifatnya antara lain mudah dikerjakan. Dalam tugas akhir ini akan dicoba mendapatkan kuat tekan beton rencana yang optimal dengan menggunakan bahan susun adukan beton yang berbeda berdasar workabilitas dan nilai slumpnya.

Di dalam perjalanan menuju selesainya tugas akhir ini tidak sedikit bantuan dan pengorbanan yang datang dari berbagai pihak. Bantuan dan

pengorbanan itu tidak sekedar saat penyusunan tugas akhir tetapi sejak mulai menempuh studi di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Oleh karena itu, terucap rasa terima kasih yang tulus kepada Bapak Ir. Susastrawan, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dan Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan kemudahan administrasi; Bapak Ir. M. Teguh, MSCE dan Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan sejak awal hingga selesainya tugas akhir ini. Rasa terima kasih ini terucap pula kepada segenap staf dosen di Jurusan Teknik Sipil yang memberi bekal ilmu yang melandasi penulisan tugas akhir ini. Tak lupa ucapan serupa disampaikan kepada sahabat-sahabat manis yang dengan caranya sendiri-sendiri, langsung atau tidak, telah memacu semangat agar segera menyelesaikan tugas akhir ini; juga pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Kepada yang terkasih dan selalu rela berkorban, Bapak dan Ibu, kakak-kakak, dan adik-adik, perhatian dan doanya memberi motivasi tersendiri agar penyusunan tugas akhir ini segera selesai.

Walaupun tugas akhir ini selesai berkat bantuan mereka, bukan berarti mengurangi tanggung jawab terhadap isi tugas akhir ini. Laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan waktu dan

pengetahuan dalam menghadapi berbagai permasalahan dalam teknologi beton yang cukup kompleks. Kritik dan saran demi kesempurnaan dan kebaikan tulisan ini sangat diharapkan. Mudah-mudahan hasil penelitian ini bermanfaat bagi yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, Agustus 1996

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar gambar	xi
Daftar Lampiran	xii
Abstraksi	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Metode Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Umum	8
2.1.1 Beton	8
2.1.2 Material penyusun beton	8

2.2 Kajian Pustaka	13
2.2.1 Faktor air semen (fas)	13
2.2.2 Slump	14
2.2.3 Workabilitas	15
2.2.4 Kekuatan beton	16
2.2.5 Umur beton	18
2.3 Ketentuan-ketentuan Perencanaan	18
2.3.1 Ketentuan menurut PBI 1971	19
2.3.2 Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F	21
2.3.3 Ketentuan menurut ACI Standart	21
2.4 Hipotesa	25
BAB III METODE PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN	27
3.1 Umum	27
3.2 Persiapan Material	27
3.2.1 Modulus halus butir	28
3.2.2 Berat jenis pasir	28
3.3 Perencanaan Bahan Susun Beton	29
3.4 Pengujian Keleccakan	31
3.5 Pembuatan dan Rawatan Benda Uji	32
3.5.1 Adukan dengan penambahan air	33
3.5.2 Adukan dengan penambahan air-semen	33
3.5.3 Adukan dengan penambahan "plasticizer"	33

3.6 Hasil Pengujian Desak Beton Pada Umur 28 Hari	34
3.6.1 Hasil pengujian pada penambahan air	34
3.6.2 Hasil pengujian pada penambahan air-semen	34
3.6.3 Hasil pengujian pada penambahan “plasticizer”	37
BAB IV KAJIAN HASIL PENELITIAN	40
4.1 Umum	40
4.2 Kajian Terhadap Kuat Tekan Beton	40
4.3 Kajian Terhadap Pelaksanaan di Lapangan	45
BAB V KESIMPULAN dan SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48
Daftar Pustaka	50
Lampiran	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai slump untuk berbagai macam struktur	15
Tabel 2.2 Perbandingan kekuatan beton pada berbagai benda uji	19
Tabel 2.3 Mutu pelaksanaan diukur dengan deviasi standar	22
Tabel 2.4 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari	22
Tabel 2.5 Ukuran butir maksimum agregat untuk berbagai jenis konstruksi	23
Tabel 2.6 Volume air yang diperlukan tiap m ³ adukan beton untuk berbagai slump dan ukuran maksimum agregat	23
Tabel 2.7 Volume kricak tiap satuan volume adukan beton	24
Tabel 3.1 Hasil uji desak benda uji percobaan pertama	34
Tabel 3.2 Hasil uji desak benda uji percobaan II	36
Tabel 3.3 Hasil uji desak benda uji percobaan III	37
Tabel 4.1 Hasil uji desak beton seluruh percobaan	41
Tabel 4.2 Prosentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Grafik hubungan kuat desak beton dan slump pada adukan I	35
Gambar 3.2 Grafik hubungan kuat desak beton dan slump pada adukan II	36
Gambar 3.3 Grafik hubungan kuat desak beton dan slump pada adukan III	38
Gambar 4.1 Grafik hubungan kuat desak beton dan slump pada berbagai komposisi bahan susun	41

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Perhitungan Modulus Halus Butir**
- Lampiran 2 Gambar 1 Pembuatan Benda Uji**
Gambar 2 Pengambilan Nilai slump
- Lampiran 3 Gambar 3 Pengujian Desak Beton**

ABSTRAKSI

Di lapangan dikehendaki adukan dengan workabilitas tinggi. Cara paling umum yang dilakukan untuk mendapatkan workabilitas tinggi adalah dengan penambahan air. Workabilitas berkaitan dengan kelecakan adukan. Pada umumnya, adukan dengan workabilitas tinggi, memerlukan tingkat kelecakan yang tinggi pula. Akan tetapi pada adukan dengan tingkat kelecakan tinggi dapat menyebabkan "bleeding". Akibat terjadinya "bleeding" tersebut, beton menjadi berongga sehingga dapat menurunkan kekuatan beton.

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan adukan beton dengan komposisi bahan-susun berbeda untuk memperoleh adukan yang mempunyai workabilitas tinggi dan dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tingkat kelecakan yang bervariasi.

BAB I

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk dengan berbagai aktifitasnya, memerlukan penyediaan sarana-sarana yang memadai. Sarana-sarana tersebut di antaranya perumahan, perkantoran, rumah sakit, dan sarana hiburan dalam skala besar. Pemenuhan terhadap sarana-sarana tersebut, memerlukan material dalam jumlah yang besar pula. Untuk itu, diupayakan menggunakan material dari bahan yang mudah didapat, murah dan praktis dalam pemakaiannya.

Beton merupakan salah satu alternatif terhadap pemenuhan kebutuhan bahan bangunan. Pemilihan terhadap beton sebagai bahan utama struktur bangunan, disebabkan beton relatif mudah dikerjakan. Selain itu, penggunaan beton pada pembangunan perumahan meningkatkan kepraktisan dan kekuatan bangunan bila dibandingkan dengan penggunaan pasangan bata pada pasangan rolag, kolom, dan balok.

Beton merupakan bahan bangunan yang disusun dari semen, agregat kasar, agregat halus dan air, serta bahan-tambah ("additive") bila diperlukan. Pemakaian bahan-tambah dilakukan bila dikehendaki sifat-

sifat khusus, misalnya untuk menyempurnakan gradasi agregat, atau untuk menambah ketahanan terhadap sulfat.

Kekuatan beton dipengaruhi oleh perbandingan bahan-susun yang digunakan. Oleh karena itu kekuatan beton dapat bervariasi sesuai kebutuhan. Untuk mencapai kuat tekan yang diinginkan diperlukan "mix design" untuk menentukan jumlah bahan-susun yang diperlukan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen, dengan tingkat kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan pula pada padat dan tidaknya campuran bahan-susun beton. Semakin kecil rongga (kandungan udara) yang dihasilkan dalam pemadatan beton, makin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan.

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Pada hitungan "mix design", untuk mendapatkan beton dengan kuat tekan tinggi, diperlukan nilai f_{as} yang rendah. Nilai f_{as} yang rendah menyebabkan adukan beton padat, sehingga tingkat kemudahan pengerjaan beton menjadi rendah. Kemudahan pengerjaan di sini, meliputi pengerjaan pencampuran dan pemadatan beton. Tingkat kemudahan pengerjaan ini, berkaitan dengan kelecakan adukan beton. Tingkat kelecakan adukan beton diketahui dengan melakukan pengujian slump.

Pada pelaksanaan di lapangan, penambahan air sering dilakukan untuk meningkatkan workabilitas. Penambahan air ke dalam adukan dapat mengurangi daya rekat pasta semen dikarenakan pasta semen terlalu encer, sehingga agregat tidak mampu mengikat pasta semen. Jumlah air yang berlebihan juga dapat menimbulkan adanya rongga-rongga udara saat adukan mengering. Akibatnya kuat tekan beton menjadi rendah.

Peningkatan workabilitas dapat pula dilakukan dengan menambahkan bahan kimia tambahan ke dalam adukan beton. Pemakaian bahan-tambah dimaksudkan untuk mengurangi jumlah air yang digunakan (memperkecil nilai f_{as}). Namun demikian penambahan bahan-tambah ini harus memenuhi persyaratan tertentu agar dapat berfungsi dengan baik.

Melihat kondisi tersebut, timbul pemikiran untuk mendapatkan adukan beton dengan kuat tekan rencana tertentu dan mempunyai workabilitas tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Workabilitas merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, dituang dan dipadatkan. Workabilitas tinggi dapat dicapai dengan cara, antara lain:

1. penambahan jumlah air,

2. penambahan air - semen dengan perbandingan sesuai dengan nilai fas rencana,
3. penambahan "plasticizer" dengan jumlah tetap terhadap prosentase berat semen.

Masing-masing komposisi adukan tersebut akan memberikan workabilitas berbeda. Pada penambahan dengan nilai tertentu akan dicapai workabilitas tinggi dengan kelecakan yang relatif tinggi pula. Parameter yang dipakai untuk menentukan tingkat kelecakan adalah nilai slump.

Adukan dengan tingkat workabilitas yang tinggi, berarti pula mempunyai nilai slump tinggi. Nilai slump yang tinggi dikhawatirkan akan memberikan pengaruh yang besar pada nilai kuat tekan beton yang akan dicapai. Untuk itu perlu diketahui sampai sejauh mana pengaruh nilai slump dan workabilitas yang diberikan adukan dengan berbagai komposisi tersebut pada kuat tekan beton rencana. Untuk menjawab permasalahan tersebut, percobaan dilakukan terhadap ketiga komposisi bahan-susun di atas.

1.3 Tujuan Penelitian

Usaha yang selama ini sering dilakukan untuk mendapatkan workabilitas tinggi adalah penambahan air. Penggunaan alternatif lain seperti penambahan air-semen dan bahan-tambah jarang dilakukan. Karena itu, penelitian ini bertujuan mendapatkan suatu adukan beton

dengan workabilitas tinggi untuk mempertahankan nilai kuat tekan beton rencana dengan menggunakan ketiga cara di atas. Tingkat workabilitas ditentukan dari kelecakan adukan dengan menggunakan nilai slump sebagai parameter.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dititikberatkan pada pencapaian kuat tekan beton rencana ditinjau dari workabilitas dan nilai slump. Agar pembahasan tidak meluas, maka diadakan batasan-batasan. Pembatasan masalah tersebut meliputi hal-hal berikut ini.

1. Hitungan "mix design" dilakukan dengan menggunakan metode ACI.
2. Penelitian dilakukan dengan menggunakan benda uji kubus (15x15x15 cm).
3. Tinjauan kuat tekan beton rencana didasarkan pada nilai slump yang terjadi. Tiap nilai slump diambil 5 buah benda uji.
4. Pemakaian agregat kasar dan agregat halus tidak memperhatikan kondisi SSD.
5. Benda uji direncanakan beton dengan kuat tekan rencana $f'c = 30$ MPa, yang diperoleh dari korelasi kuat tekan beton rencana = 300 kg/cm².
6. Pengujian desak beton dilakukan pada umur 28 hari.
7. Variasi bahan-tambah yang digunakan yaitu air, air-semen dan "plasticizer".

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencari pemecahan masalah. Agar penelitian berjalan dengan runtut, terarah dan lancar, maka digunakan metode penelitian dalam pelaksanaannya. Metode penelitian yang digunakan telah disesuaikan dengan prosedur, alat serta jenis penelitian.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tahap perumusan masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembatasan terhadap permasalahan.

2. Tahap perumusan teori

Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian. Dari kajian pustaka tersebut, disusun hipotesa terhadap pokok penelitian.

3. Tahap pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jenis penelitian dan hasil yang ingin didapat. Pada penelitian ini dilaksanakan di laboratorium.

4. Tahap analisa dan pembahasan

Analisa dilakukan terhadap hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan terhadap hipotesa.

Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi.

5. Penarikan kesimpulan

Dari hasil uji laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

2.1.1 Beton

Beton adalah bahan bangunan yang diperoleh dengan mencampurkan beberapa bahan dasar yaitu agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air. Kadang-kadang bahan-tambah ditambahkan dengan jumlah tertentu untuk mengubah sifat dasar beton. Bahan tambah yang digunakan pada umumnya berupa bahan kimia tambahan dengan fungsi yang bervariasi.

2.1.2 Material penyusun beton

1. Semen

Semen portland adalah bubuk halus dengan kandungan kapur, silika, dan alumina. Semen portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550°C dan menjadi klinker. Kemudian klinker didinginkan dan dihaluskan. Gips atau kalsium sulfat (CaSO_4) ditambahkan kira-kira 2 sampai 4 persen sebagai bahan

pengontrol waktu pengikatan. Kalsium klorida ditambahkan untuk pembuatan semen yang cepat mengeras.

Ketika semen dicampur dengan air, timbul reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi-reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Ada empat macam yang penting yaitu:

1. Tricalcium Aluminate (C_3A)

Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas, menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas. Kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi. Paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air tanah dan tendensinya sangat besar untuk retak oleh perubahan volume.

2. Tricalcium Silikat (C_3S)

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama dalam 14 hari pertama.

3. Dicalcium Silikat (C_2S)

Pembentukan senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap progres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dst.

Proporsinya yang banyak dalam semen menyebabkan semen mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap agresi kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering relatif rendah.

4. Tetra Calcium Aluminoferrite (C₄AF)

Senyawa ini tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen keras lainnya.

Reaksi-reaksi tersebut berlangsung pada formasi suatu campuran gel dan kristal dari larutan semen dengan air, dimana timbul adhesi dan daya tarik fisik antara keduanya dan terhadap agregat, secara berangsur-angsur saling ikat dan mengeras. Pengikatan dan pengerasan merupakan reaksi kimia dimana peranan air sangat penting. Pengikatan dan pengerasan tersebut berhenti segera setelah beton kering (L.J. Murdock, Bahan dan Praktek Beton).

Dari uraian di atas diketahui bahwa reaksi kimia antara semen dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai pelepasan panas. Kondisi ini mempunyai resiko besar terhadap penyusutan kering beton dan kecenderungan retak pada beton.

2. Agregat

Agregat adalah salah satu bahan penyusun beton yang berupa butiran mineral alami dan berfungsi sebagai bahan pengisi dalam adukan beton. Agregat sangat penting karena berpengaruh pada kekerasan, kekuatan, keawetan dan kepadatan beton. Sifat yang paling penting dari

suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, porositas dan karakteristik penyerapan air. Sifat-sifat tersebut dipengaruhi oleh sifat fisik agregat yaitu bentuknya (bulat atau bersudut), tekstur permukaannya dan ukurannya (agregat kasar dan agregat halus). Sifat fisik agregat ini berpengaruh pada workabilitas adukan beton maupun kekuatannya, dalam hal ini berhubungan dengan daya lekat antara agregat dan pastanya.

Pada pembuatan adukan beton, kombinasi gradasi agregat yang digunakan harus diperhatikan untuk mendapatkan beton dengan kekuatan maksimal. Selain itu, ukuran maksimum agregat yang akan digunakan juga disesuaikan dengan jenis konstruksi yang akan dibuat.

3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (L.J. Murdock dan K.M. Brook, Bahan dan Praktek Beton).

Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25-30 % berat semen. Tetapi dengan nilai faktor air-semen yang kecil, adukan beton menjadi sulit dikerjakan. Maka diberikan kelebihan jumlah

air yang dipakai sebagai pelumas. Tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan turun.

4. "Additive" (Bahan-tambah)

Bahan-tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat yang diperoleh dari "mix design") yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu beton masih dalam keadaan plastis.

Bahan-tambah yang biasa digunakan berupa bahan kimia tambahan ("admixture"). Bahan kimia ini dicampurkan pada adukan beton dengan maksud agar diperoleh sifat-sifat yang sedikit berbeda pada adukan beton atau beton yang dihasilkannya setelah mengeras, tergantung jenis bahan kimia yang digunakan. Pengaruh "admixture" pada adukan beton, antara lain:

- a. kelecakan beton akan lebih baik,
- b. mengatur faktor air semen,
- c. dapat mengurangi penggunaan semen,
- d. mencegah "segregasi" dan "bleeding",
- e. mengatur waktu ikat beton.

Pengaruh pada beton keras, antara lain:

- a. kuat tekan meningkat,
- b. kedap air (permeabilitas kecil),

- c. "durability" atau sifat awet meningkat,
- d. ketahanan terhadap lingkungan meningkat,
- e. ketahanan terhadap sulfat meningkat.

"Admixture" ini terdiri dari berbagai macam jenis, antara lain "plasticizers" atau "water reducers", "retarder" atau pengundur waktu ikat, pemercepat waktu ikat, serta "pozzolan". Pada penelitian ini digunakan "plasticizers". "Plasticizers" mempunyai dua macam fungsi. Pertama untuk menambah kelecakan (meningkatkan workabilitas) adukan beton. Kedua, sebagai pengurang jumlah air (memperkecil faktor air semen) pada adukan beton tanpa mengganggu kelecakan adukan beton tersebut, sehingga adukan tetap mudah dikerjakan. Dengan nilai faktor air semen yang mengecil, kekuatan beton akan meningkat.

Bahan-tambah yang bersifat sebagai pengurang air ini berupa campuran yang berintikan ligno sulphonates (produksi sampingan suatu industri bubur kayu) atau garam-garam hydrooxylated carboxylic acid.

2.2 Kajian Pustaka

2.2.1 Faktor air-semen (fas)

Faktor air-semen (fas) yaitu perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan. Nilai fas ini mempengaruhi kekuatan beton. Hubungan antara fas dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919) sebagai berikut :

$$f_c = \frac{A}{B^{1.5 \times X}}$$

dengan :

f_c = kuat tekan beton

X = faktor air semen

A, B = konstanta

Dengan demikian semakin besar faktor air-semen semakin rendah kuat tekan betonnya. Semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat tekan beton. Akan tetapi karena kesulitan pengerjaan dan pematatan, dengan nilai fas yang rendah, kekuatan beton akan rendah, karena beton menjadi kurang padat. Sehingga ada suatu nilai fas optimum yang menghasilkan adukan yang mudah dikerjakan dan kuat tekan beton maksimum.

2.2.2 Slump

Slump yaitu parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (workabilitas). Makin besar nilai slump berarti adukan beton semakin encer dan ini berarti adukan semakin mudah dikerjakan. Nilai slump didapat dengan mengadakan pengujian slump pada adukan beton. Nilai slump untuk berbagai macam struktur, tercantum di dalam Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Nilai slump untuk berbagai macam struktur

JENIS KONSTRUKSI	SLUMP	
	Minimum	Maximal
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi tak bertulang, Caison	2,5	10
Plat, Balok Kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (Pavement)	5	7,5
Beton masa (Konstruksi masa yang berat)	2,5	7,5

2.2.3 Workabilitas

Kemudahan pengerjaan (workabilitas) merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, dituang dan dipadatkan. Perbandingan komposisi bahan-bahan maupun sifat bahan-bahan dasar penyusun adukan beton itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain:

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Jumlah air ini akan mempengaruhi konsistensi adukan. Semakin banyak air digunakan, adukan makin encer, sehingga makin mudah beton dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. Penambahan jumlah semen ke dalam campuran adukan beton akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena biasanya akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap.

3. Pemakaian bahan-tambah pada adukan beton dapat meningkatkan workabilitas adukan.

Adukan dengan tingkat kelecakan tinggi mempunyai resiko yang besar terhadap "bleeding" atau "water gain". "Bleeding" adalah peristiwa naiknya air ke permukaan pada beton yang baru dicor. Hal ini terjadi karena bahan-bahan padat adukan beton mengendap dan bahan-bahan susun kurang mampu mengikat air campuran secara terbagi rata dalam seluruh campuran. Resiko "bleeding" dapat dikurangi dengan menggunakan:

1. air campuran yang dipakai sebanyak yang diperlukan sesuai hitungan "mix design",
2. campuran-campuran gemuk dan semen halus,
3. pasir yang digunakan mempunyai bentuk beragam dan mempunyai kadar butiran halus yang cukup,
4. bahan-tambah ("additive") terdiri dari butir-butir halus untuk menyempurnakan gradasi bahan batuan. Untuk keperluan ini kadangkala digunakan bubuk aluminium yang menyebabkan pengembangan sehingga dapat meniadakan susut dari "bleeding".

2.2.4 Kekuatan beton

Beton mempunyai kuat tekan yang jauh lebih besar daripada kuat tariknya. Kuat tekan beton tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasarnya. Kuat tekan beton pada umumnya ditentukan dari kekerasan

agregatnya. Namun demikian perlu diperhatikan mutu pasta semennya. Hal ini dikarenakan pasta semen merupakan bahan ikat antar agregat. Mutu pasta semen yang rendah menyebabkan kehancuran beton, dengan prosentase agregat lepas lebih besar daripada prosentase agregat pecah. Disamping itu kuat tekan beton juga dipengaruhi oleh cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara rawatan selama proses pengerasan.

Untuk mengontrol kualitas beton yang dihasilkan, dalam hal ini kuat tekan betonnya, dilakukan pengujian laboratorium. Pengujian kuat tekan beton menurut beberapa peraturan yang berlaku antara lain ACI, dan SK SNI 1989 menggunakan bahan uji silinder atau PBI 1971 dengan benda uji kubus beton.

1. Tinjauan terhadap pemadatan beton

Tujuan pemadatan adukan beton ialah untuk menghilangkan rongga-rongga udara agar beton mencapai kepadatan yang maksimal. Beton dengan kepadatan maksimal mempunyai kekuatan yang tinggi. Pemadatan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual atau dengan mesin (alat penggetar). Kekuatan beton yang dihasilkan dari kedua cara tersebut sedikit berbeda. Kekuatan beton yang dihasilkan dari pemadatan secara manual tergantung dari kekuatan manusianya. Pada pemadatan dengan mesin getar kekuatan yang dihasilkan dapat lebih

tinggi. Selain itu mesin getar dapat digunakan pada campuran yang workabilitasnya rendah.

2. Tinjauan terhadap rawatan beton

Rawatan beton perlu dilakukan untuk menjaga agar permukaan adukan beton selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan pasir) berlangsung dengan sempurna, sehingga kekuatan beton tinggi. Selain itu, kelembaban permukaan beton akan menambah beton menjadi lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

2.2.5 Umur beton

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor air semen. Semakin tinggi nilai fas semakin lambat kenaikan kekuatannya.

2.3 Ketentuan - ketentuan perencanaan

Penelitian ini mengacu pada ketentuan - ketentuan sebagai berikut.

1. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971,
2. SK - SNI M - 14 - 1989 - F,
3. American Concrete Institute (ACI).

2.3.1 Ketentuan menurut PBI 1971

Ketentuan-ketentuan pada PBI 1971 yang dipakai dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Standart benda uji adalah kubus 15x15x15 cm. Untuk penentuan kuat tekan dengan benda uji yang lain, yaitu silinder ($D = 15 \text{ cm}$, $t = 30 \text{ cm}$) dan kubus (20x20x20 cm), maka perbandingan antara kekuatan tekan yang didapat dengan benda-benda uji tersebut dengan benda uji kubus (15x15x15 cm), harus diambil menurut tabel berikut.

Tabel 2.2 Perbandingan kekuatan beton pada berbagai benda uji

Benda uji	Perbandingan kekuatan tekan
kubus 15x15x15 cm	1,00
kubus 20x20x20 cm	0,95
silinder 15x30 cm	0,83

2. Untuk mutu beton K 175 dan mutu-mutu beton yang lebih tinggi, harus dipakai campuran beton yang direncanakan.
3. Kekentalan adukan beton
 - a. Kekentalan (konsistensi) adukan beton harus disesuaikan dengan berbagai hal antara lain cara pemadatan dan jenis konstruksinya. Kekentalan tersebut bergantung pada berbagai hal, antara lain jumlah dan jenis semen, nilai faktor air semen, jenis dan susunan butir agregat serta penggunaan bahan-bahan pembantu.
 - b. Kekentalan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian slump.

c. Untuk mencegah penggunaan adukan beton yang terlalu kental atau terlalu encer, dianjurkan untuk menggunakan nilai-nilai slump yang terletak dalam batas-batas yang ditunjukkan dalam Tabel 2.1. Untuk maksud-maksud dan alasan-alasan tertentu, maka dapat dipakai nilai-nilai slump yang menyimpang daripada yang tercantum dalam Tabel 2.1 asal dipenuhi hal-hal sebagai berikut.

- beton dapat dikerjakan dengan baik,
- tidak terjadi pemisahan dari adukan,
- mutu beton yang disyaratkan tetap terpenuhi.

4. Pencoran dan pemadatan beton.

- a. Beton harus dicor sedekat-dekatnya ke tujuannya yang terakhir untuk mencegah pemisahan bahan-bahan akibat pemindahan adukan di dalam cetakan.
- b. Untuk mencegah timbulnya rongga-rongga kosong dan sarang-sarang kerikil, adukan beton harus dapat dipadatkan selama pencoran. Pemadatan dapat dilakukan dengan menumbuk-numbuk adukan atau dengan memukul-mukul cetakan.

5. Rawatan beton

Untuk mencegah pengeringan bidang-bidang beton, selama paling sedikit dua minggu beton harus dibasahi terus-menerus, antara lain dengan menutupinya dengan karung-karung basah, atau dapat juga dengan merendamnya (menggenangnya) dengan air.

2.3.2 Ketentuan menurut SK SNI M - 14 - 1989 - F

Ketentuan menurut SK SNI M - 14 - 1989 - F merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada PBI 1971. Ketentuan menurut SK SNI M - 14 - 1989 - F yang dipakai sebagai acuan dalam penelitian ini yaitu bab II pasal 2 (5) yang berisi antara lain:

1. Untuk benda uji berbentuk kubus ukuran sisi 15x15x15 cm, cetakan diisi dengan adukan beton dalam 2 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 32 kali tusukan; tongkat pemadat diameter 10 mm, panjang 300 mm;
2. Bila tidak ada ketentuan lain konversi kuat tekan beton dari bentuk kubus ke bentuk silinder, maka gunakan angka perbandingan tekan seperti ketentuan dalam PBI 1971;
3. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimum 2 buah benda uji.

2.3.3 Ketentuan menurut ACI Standart

Peraturan ACI pada penelitian ini digunakan sebagai dasar perancangan campuran. ACI menyarankan cara perancangan campuran yang memperhatikan nilai ekonomi, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kekuatan yang diinginkan. Secara garis besar langkah perancangan menurut ACI adalah sebagai berikut.

1. Menghitung kuat tekan rata-rata beton atau menentukan kuat tekan beton yang akan digunakan (kuat tekan beton rencana).

Apabila kuat tekan rata-rata diperoleh dengan cara dihitung, digunakan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dengan m adalah margin yang nilainya adalah:

$$m = 1,64 S_d$$

Nilai S_d ditentukan berdasarkan tingkat pengawasan terhadap mutu beton.

Tabel 2.3 Mutu pelaksanaan diukur dengan deviasi standart

VOL. PEKERJAAN		MUTU PELAKSANAAN		
	m ³	Baik Sekali	Baik	Cukup
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

2. Menetapkan faktor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur yang dikehendaki (tabel 2.4.) dan keawetannya.

Tabel 2.4. Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari

Faktor air semen	Perkiraan kuat tekan (MPa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

3. Menetapkan nilai slump (tabel 2.1) dan ukuran maksimum agregatnya berdasarkan jenis strukturnya (tabel 2.5).

Tabel 2.5. Ukuran butir maksimum agregat untuk berbagai jenis konstruksi

TEBAL MAX KONST. (cm)	UKURAN BUTIR MAX DALAM (mm)			
	DINDING BALOK KOLOM BERTULANG	DINDING TAK BERTULANG	PLAT TEBAL DENGAN TULANGAN BERAT	PLAT TEBAL DENGAN TULANGAN RINGAN
6,25 - 12,5	12,5 - 19,6	19,6	19,6 - 25	19,6 - 38,1
15,0 - 27,5	19,6 - 38,1	38,1	38,1	38,1 - 76,2
30,0 - 76,5	28,1 - 76,2	76,2	38,1 - 76,2	76,2
> 76,5	38,1 - 76,2	150	38,1 - 76,2	76,2 - 150

4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang diinginkan (tabel 2.6.).

Tabel 2.6. Volume air yang diperlukan tiap m³ adukan beton untuk berbagai slump dan ukuran maksimum agregat

SLUMP (cm)	AIR (LT/KG) YG DIPERLUKAN TIAP M ³ ADUKAN BETON UNTUK UKURAN AGREGAT MAXIMAL							
	9,6	12,5	19,6	25	38,1	50	76,2	150
	BETON BIASA (NON AIR ENTRAINED)							
2,5 - 5,0	213	203	188	183	168	157	147	127
7,5 - 10,0	234	223	208	198	183	173	163	142
15,0 - 17,5	248	234	218	208	193	183	173	152
Perkiraan jml udara terperangkap (%)	3	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

5. Menghitung jumlah semen yang diperlukan berdasarkan hasil hitungan pada point 2 dan 4 diatas.
6. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan per satuan volume beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusnya (tabel 2.7). Dari tabel 2.7 tersebut didapatkan volume agregat dalam kondisi SSD. Dalam hitungan "mix design" digunakan volume agregat kering. Hal ini karena kondisi SSD sangat sulit diperoleh di lapangan.

Tabel 2.7 Volume kricak (agregat) tiap satuan volume adukan beton

UKURAN MAX. BAHAN BATUAN (mm)	VOLUME KRICKAK KERING TUSUK (SSD) TIAP SATUAN VOLUME ADUKAN BETON UNTUK BERBAGAI NILAI MODULUS HALUS BUTIR PASIR			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,46	0,44	0,42	0,40
12,7	0,55	0,53	0,51	0,49
19,2	0,65	0,63	0,61	0,59
25,0	0,70	0,68	0,66	0,64
38,1	0,76	0,74	0,72	0,70
50,0	0,79	0,77	0,75	0,73
76,0	0,84	0,82	0,80	0,78
150,0	0,90	0,88	0,86	0,84

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen dan agregat kasar yang diperlukan, serta udara yang terperangkap dalam adukan, dengan cara hitungan volume absolut.

Penelitian dan perancangan adukan dilaksanakan mengacu pada ketentuan-ketentuan diatas. Benda uji standar yang digunakan adalah silinder, sedangkan pada penelitian digunakan kubus. Karena itu, dalam hitungan kuat tekan kubus harus digunakan faktor konversi menurut rumus yang diberikan AM. Neville sebesar:

$$f'_{\text{silinder}} = 0,76 + 0,2 \log \frac{f'_{\text{kubus}}}{2840}$$

dengan f'_{kubus} dalam satuan psi.

2.4 Hipotesa

Adukan yang baik adalah adukan yang akan menghasilkan beton dengan kuat tekan seperti yang direncanakan. Untuk mencapai hal tersebut adukan antara lain harus mudah dikerjakan. Pada kuat tekan beton yang relatif tinggi dikehendaki nilai f_{as} rendah. Hal ini memberikan komposisi bahan dasar beton yang menghasilkan adukan beton dengan kelecakan rendah sehingga workabilitasnya rendah. Dengan melihat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi workabilitas, kondisi ini akan dicoba diatasi dengan penambahan air, penambahan air-semen dan penambahan "plasticizer" untuk mendapatkan adukan dengan tingkat workabilitas tinggi.

Peningkatan workabilitas dengan penambahan air adalah cara yang sering digunakan di lapangan karena praktis dan mudah dilakukan. Peningkatan workabilitas diperoleh karena adukan menjadi encer. Namun demikian perlakuan tersebut menyebabkan nilai fas naik, sehingga mudah dipahami bahwa peningkatan workabilitas dengan penambahan air dapat menurunkan kuat tekan beton. Penambahan air dengan volume tertentu diharapkan menghasilkan adukan dengan kelecakan yang sesuai dan workabilitas tinggi sehingga kuat tekan rencana tercapai.

Penambahan air dan semen dilakukan dengan perbandingan jumlah air-semen tertentu. Penambahan semen ke dalam campuran diharapkan akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran. Dengan demikian didapatkan adukan dengan nilai fas sesuai nilai fas rencana. Penambahan air - semen dengan nilai fas yang tetap ini diharapkan akan menghasilkan beton dengan kuat tekan seperti yang direncanakan.

Penambahan "plasticizer" diharapkan dapat mempertinggi kelecakan adukan beton segar. Penambahan "plasticizer" yang diikuti pengurangan jumlah air pencampur memberikan adukan beton dengan fas lebih rendah daripada fas rencana. Berkurangnya nilai fas menghasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi daripada kuat tekannya bila digunakan komposisi bahan dasar beton sesuai hitungan "mix design".

BAB III

METODE PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian yang mengambil topik pengaruh variasi bahan-tambah untuk mencapai workabilitas dan nilai slump rencana terhadap kuat tekan beton rencana ini dilaksanakan di laboratorium. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Urutan metode pelaksanaan percobaan yang dilakukan dalam penelitian adalah persiapan material, merencanakan bahan susun adukan beton, pembuatan benda uji, pengujian slump dan pengujian desak beton pada benda uji.

3.2 Persiapan Material

Material yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini, yaitu:

1. Semen Portland Nusantara,
2. Agregat halus diambil dari Sungai Progo,
3. Agregat Kasar ("Split") dari PT. Perwita Karya,

4. Bahan tambah jenis plasticizer "Plastocrete NC Special" produk PT. Sika,
5. Air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pemeriksaan laboratorium terhadap material yang digunakan hanya pemeriksaan agregat halus , meliputi pemeriksaan modulus halus butir (MHB) dan berat jenis pasir.

3.2.1 Modulus halus butir

Modulus halus butir (" Fineness Modulus ") ialah suatu index yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Nilai modulus halus butir diperoleh dengan cara analisa saringan. Dari analisa saringan akan diperoleh jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Modulus halus butir selain untuk menjadi ukuran kehalusan butir juga dapat dipakai untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil pada pembuatan campuran adukan beton. Pada penelitian ini, MHB dari pasir yang digunakan sebesar 2,5959.

3.2.2 Berat jenis pasir

Berat jenis agregat ialah ratio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Karena butiran

agregat umumnya mengandung pori-pori yang ada dalam butiran dan tertutup/tidak saling berhubungan, maka berat jenis agregat dibedakan menjadi dua istilah. Pertama, berat jenis mutlak, yaitu jika volume padatnya tanpa pori. Kedua, berat jenis semu (berat jenis tampak), yaitu volume padat termasuk pori-pori tertutupnya. Berat jenis pasir yang dipakai pada penelitian ini sebesar $2,58 \text{ kg/m}^3$ dan digunakan untuk mencari berat pasir.

3.3 Perencanaan Bahan Susun Beton

Untuk membuat suatu adukan beton, terlebih dahulu perlu diketahui perbandingan komposisi bahan-bahan penyusunnya. Pada penelitian ini, hitungan rencana komposisi bahan susun beton dengan menggunakan metode ACI. Nilai-nilai yang perlu diketahui terlebih dahulu sebelum perhitungan, yaitu MHB (modulus halus butir) dan berat jenis pasir yang digunakan dalam percobaan diperoleh melalui pemeriksaan laboratorium.

Benda uji direncanakan menggunakan beton dengan kuat tekan rencana 30 MPa. Perhitungan perbandingan komposisi bahan susun mula-mula yang digunakan adalah sebagai berikut:

Perhitungan Rencana Adukan Beton

Slump rencana = 2,5 - 17,5 cm

“ Mix design ” dirancang berdasarkan slump rencana terendah yaitu 2,5 cm.

Ukuran agregat maksimum 38,1 mm → jumlah air yang diperlukan =
168 kg ≈ 168 lt.

Fas rencana = 0,514

Udara terperangkap = 1 %

$$\text{Fas} = \frac{W_{\text{air}}}{W_{\text{pc}}} \rightarrow W_{\text{pc}} = \frac{W_{\text{air}}}{\text{fas}} = \frac{168}{0,514} = 0,327 \text{ T}$$

$$\text{Volume PC} = \frac{0,327}{3,15} = 0,104 \text{ m}^3$$

MHB pasir = 2,5959

Volume kricak SSD = 0,7404

Berat kricak SSD = 0,7404 x 1,56 = 1,155 T = 1155 kg

$$\text{Volume kricak kering} = \frac{1,155}{2,5} = 0,462 \text{ m}^3$$

1 m³ beton = 0,104 + 0,462 + 0,168 + 0,01 + volume pasir

Volume pasir = 0,256 m³

Berat pasir = 0,256 x 2,58 = 0,6605 T = 660,5 kg

Benda uji yang digunakan : kubus 15x15x15 cm

$$\text{Vol. kubus} = 0,15 \times 0,15 \times 0,15 = 3,375 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Jumlah benda uji = 35 buah

$$\text{Volume benda uji} = 3,375 \times 10^{-3} \times 35 = 0,118 \text{ m}^3$$

$$\approx 0,12 \text{ m}^3$$

Bahan susun = 120 % x 0,12 = 0,144

Bahan yang diperlukan :

- Semen = 0,144 x 0,327 = 0,047 T = 47 kg

- Pasir = $0.144 \times 0.6605 = 0.095 \text{ T} = 95 \text{ kg}$
- Kricak = $0.144 \times 1.155 = 0.1663 \text{ T} = 166,3 \text{ kg}$
- Air = $0.144 \times 168 = 24.2 \text{ lt}$

Jumlah bahan-bahan tersebut digunakan sebagai adukan dasar beton.

Sedangkan komposisi bahan susun beton untuk setiap percobaan:

1. Adukan + air

Adukan hasil "mix design" ditambah dengan air. Penambahan air pada adukan dilakukan secara acak (dengan volume air tidak tentu).

2. Adukan + semen + air

Adukan ditambah dengan campuran air dan semen. Penambahan air dan semen ini dengan perbandingan tetap untuk mempertahankan nilai fas sesuai dengan fas rencana. Volume air - semen yang ditambahkan tidak tentu (secara acak).

3. Adukan + "plasticizer"

"Plasticizer" yang digunakan adalah "Plastocrete NC Special". Jenis ini memberikan persyaratan penambahan "plasticizer" sebanyak 0.2 - 0,4 % dari berat semennya. Sedangkan jumlah air yang digunakan, dikurangi sebesar 12 - 15 % dari volume " mix design ".

3.4 Pengujian Keleccakan

Pengujian keleccakan adukan beton dengan menggunakan metode pengujian slump. Alat yang digunakan yaitu kerucut "Abrams" dengan

tinggi 30 cm, diameter atas kerucut 10 cm dan diameter bawah 20 cm, serta tongkat penusuk..

3.5 Pembuatan dan Rawatan Benda Uji

Pembuatan adukan dasar untuk masing-masing percobaan dilakukan dengan cara yang sama, hanya penambahan bahan-tambah ("additive") pada masing-masing percobaan yang berbeda.

Metode pelaksanaan pengambilan benda uji yang digunakan pada percobaan ini adalah :

1. Persiapan alat-alat yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji.
2. Bahan-bahan yang akan digunakan ditakar berdasarkan berat bahan yang diperlukan.
3. Bahan-bahan dimasukkan ke dalam "concrete mixer", dicampur dan diaduk sampai homogen.
4. Setelah adukan homogen, diukur nilai slump yang terjadi.
5. Setelah didapatkan nilai slump rencana yang terendah, adukan dimasukkan ke dalam cetakan dan dipadatkan.
6. Benda uji diambil untuk setiap nilai slump tertentu.
7. Pemasakan benda uji dilakukan dengan tangan yaitu dengan menusuk-nusuk dan menyusup dengan tongkat penusuk.
8. Cetakan dibuka setelah benda uji berumur 24 jam. Perawatan dilakukan dengan menutupkan karung goni basah pada benda uji.

Pada masing-masing percobaan dilakukan penambahan bahan-susun sesuai rencana percobaan.

3.5.1 Adukan dengan penambahan air

1. Setelah pengambilan benda-benda uji yang pertama yaitu pada nilai slump terendah, dilakukan penambahan air.
2. Diukur nilai slump yang tercapai setelah ditambah air.
3. Penambahan air dilakukan terus-menerus untuk mendapatkan nilai-nilai slump tertentu sesuai dengan nilai slump rencana.

3.5.2 Adukan dengan penambahan air-semen

1. Penambahan air - semen mulai dilakukan setelah pengambilan benda uji yang pertama (adukan mencapai slump terendah).
2. Jumlah air - semen yang ditambahkan mempunyai perbandingan sesuai nilai fas rencana yaitu 0,54.
3. Penambahan dilakukan terus-menerus untuk mendapatkan nilai-nilai slump rencana berikutnya.

3.5.3 Adukan dengan penambahan “plasticizer”

1. “Plasticizer” digunakan sebanyak 0,4% berat semen yaitu 188 gram.
2. Jumlah air hasil “mix design” dikurangi sebanyak 12 % menjadi 20 liter.
3. Air dan “plasticizer” ditambahkan kedalam adukan, dan diaduk hingga homogen.

4. Penambahan “plasticizer” mulai dilakukan setelah pencapaian slump terendah dan dilakukan terus-menerus untuk mencapai nilai slump rencana selanjutnya.

3.6 Hasil Pengujian Desak Beton Pada Umur 28 Hari

Hasil penelitian diperoleh setelah melakukan pengujian desak beton pada benda-benda uji. Pengujian desak beton ini dilakukan pada saat umur beton mencapai 28 hari. Dari uji desak beton diketahui nilai kuat desak beton yang dicapai adukan beton dari tiap-tiap nilai slump.

Ada beberapa hal yang dilakukan sebelum pengujian yaitu:

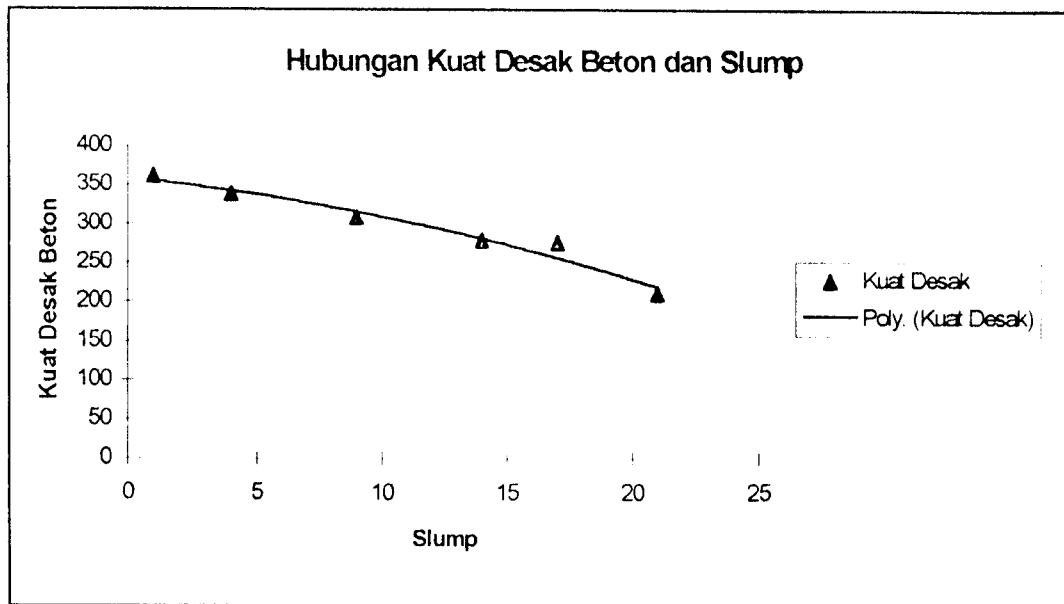
1. Pengukuran dimensi benda uji.
2. Penimbangan benda uji.

3.6.1 Hasil pengujian pada penambahan air

Hasil uji desak pada benda uji percobaan pertama ini dibuat grafik hubungan antara slump dan kuat desak beton pada adukan I (dengan penambahan air).

Tabel 3.1 Hasil uji desak benda uji percobaan pertama

SLUMP (cm)	KUAT DESAK BETON (Mpa)
1	36,088
4	33,8064
9	30,8042
14	27,8564
17	27,5638
21	20,893



Gambar 3.1 Grafik hubungan kuat desak beton dan slump pada adukan I

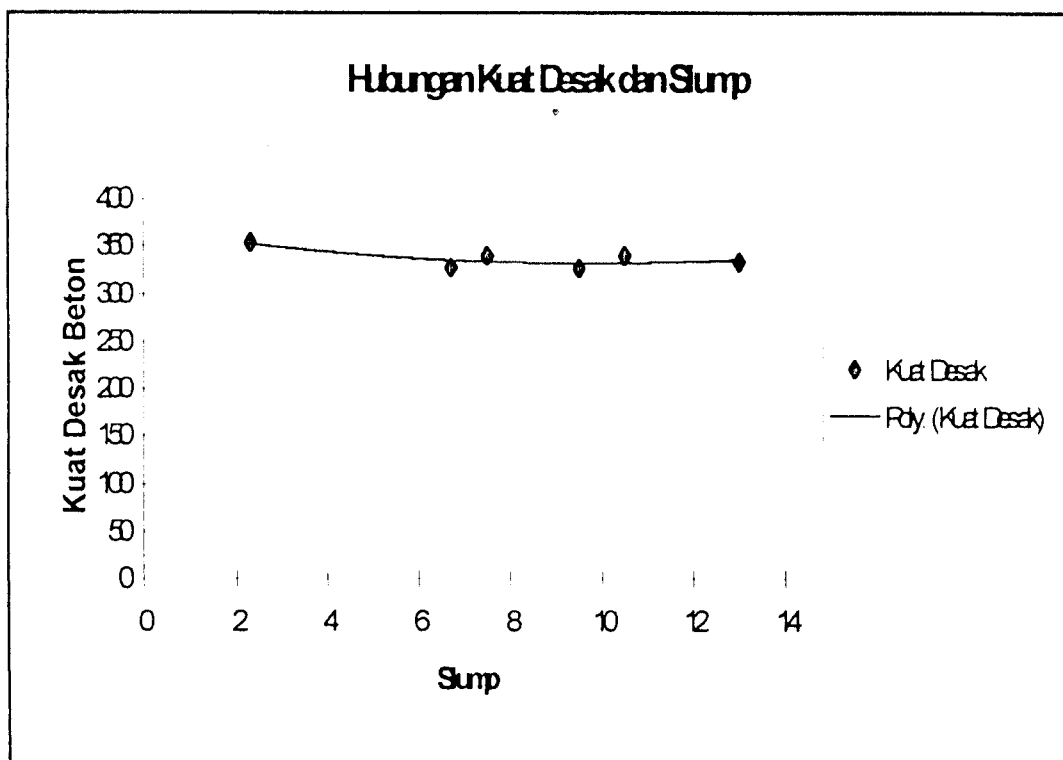
Grafik yang dihasilkan dari penelitian pertama ini, yaitu pada adukan dengan penambahan air, menunjukkan kekuatan beton yang dapat dicapai secara umum mengalami penurunan. Pada nilai slump terkecil sampai dengan nilai slump 12, kuat desak beton yang dapat dicapai masih memenuhi kuat desak rencana. Sedangkan pada kenaikan nilai-nilai slump berikutnya, meskipun workabilitasnya meningkat, tetapi kekuatan beton menurun. Maka dapat dikatakan, penambahan air pada adukan dapat meningkatkan workabilitasnya. Tetapi penambahan air tersebut hanya akan efektif pada saat kenaikan nilai slump mencapai 12 cm. Pada kenaikan nilai slump berikutnya akibat penambahan air hanya dapat meningkatkan workabilitasnya saja, tetapi kuat desak beton yang dicapai tidak memenuhi kuat desak beton rencana.

3.6.2 Hasil pengujian pada penambahan air-semen

Grafik hubungan antara slump dan kuat desak beton pada adukan II (dengan penambahan air - semen).

Tabel 3.2 Hasil uji desak benda uji percobaan II

SLUMP (cm)	KUAT DESAK BETON (Mpa)
2,3	35,3067
6,7	32,7718
7,5	33,9623
9,5	32,6776
10,5	34,0002
13	33,3354



Gambar 3.2 Grafik hubungan kuat desak beton dan slump pada adukan II

Penambahan semen dapat meningkatkan workabilitas dan kekuatan beton, karena penambahan semen akan selalu diikuti dengan penambahan air agar faktor air semen tetap. Dari hasil uji desak yang dilakukan pada benda uji adukan II yaitu adukan dengan penambahan air-semen, menghasilkan grafik yang menunjukkan kekuatan beton yang dapat dicapai pada berbagai nilai slump, hanya mengalami sedikit penurunan bahkan relatif datar. Workabilitas yang dihasilkan pun meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan dengan menggunakan air - semen dengan perbandingan tetap, atau nilai fas pada suatu adukan dibuat tetap, dapat meningkatkan workabilitas adukan beton sekaligus menjaga agar kuat desak beton yang dicapai memenuhi kuat desak beton rencana.

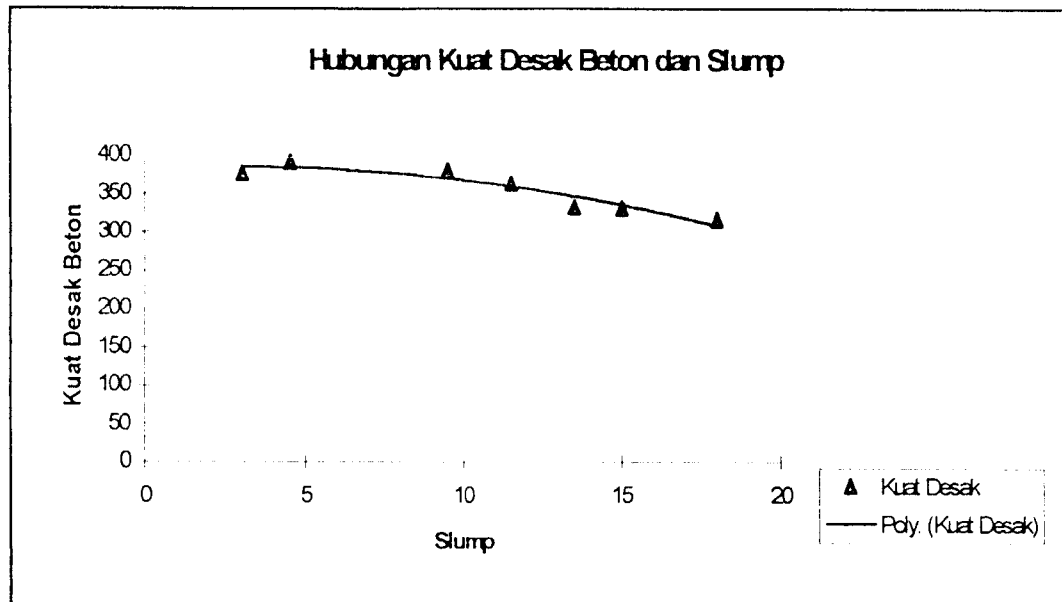
3.6.3 Hasil pengujian pada penambahan “plasticizer”

Data benda uji pada percobaan ketiga seperti tercantum di bawah ini.

Tabel 3.3 Hasil uji desak benda uji percobaan II

SLUMP (cm)	KUAT DESAK BETON (Mpa)
3	37,7033
4,5	39,1055
9,5	38,0086
11,5	36,3482
13,5	33,2061
15	33,0773
18	31,5724

Hasil uji desak pada benda uji percobaan ketiga seperti tampak pada tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara nilai slump dengan kuat desak beton yang terjadi pada adukan III (dengan penambahan "plasticizer").



Gambar 3.3 Grafik hubungan kuat desak beton dan slump pada adukan III

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 3.3 diatas mempunyai pola yang sama seperti pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Dari hasil uji desak pada benda-benda uji percobaan III, yaitu adukan dengan penambahan "plasticizer", kuat desak beton yang dicapai mengalami penurunan seiring dengan kenaikan nilai slumpnya.

Workabilitas adukan beton dengan penambahan "plasticizer" meningkat. Kekuatan beton yang dicapai juga relatif tinggi. Hal ini disebabkan "plasticizer" selain mempertinggi workabilitas juga berfungsi sebagai pengurang air. Dengan berkurangnya jumlah air, nilai fas

mengecil dan meningkatkan kuat desaknya, sedangkan workabilitasnya juga meningkat. Dengan kata lain, penambahan “plasticizer” dapat meningkatkan workabilitas dan kuat desak rencana terpenuhi.

BAB IV

KAJIAN HASIL PENELITIAN

4.1 Umum

Pada bab ini dilakukan pengkajian terhadap hasil penelitian. Kajian dilakukan terhadap kuat tekan beton dengan cara:

1. meninjau grafik kuat tekan beton,
2. meninjau penurunan dan kenaikan kuat tekan beton pada nilai slump tertentu.

4.2 Kajian Terhadap Kuat Tekan Beton

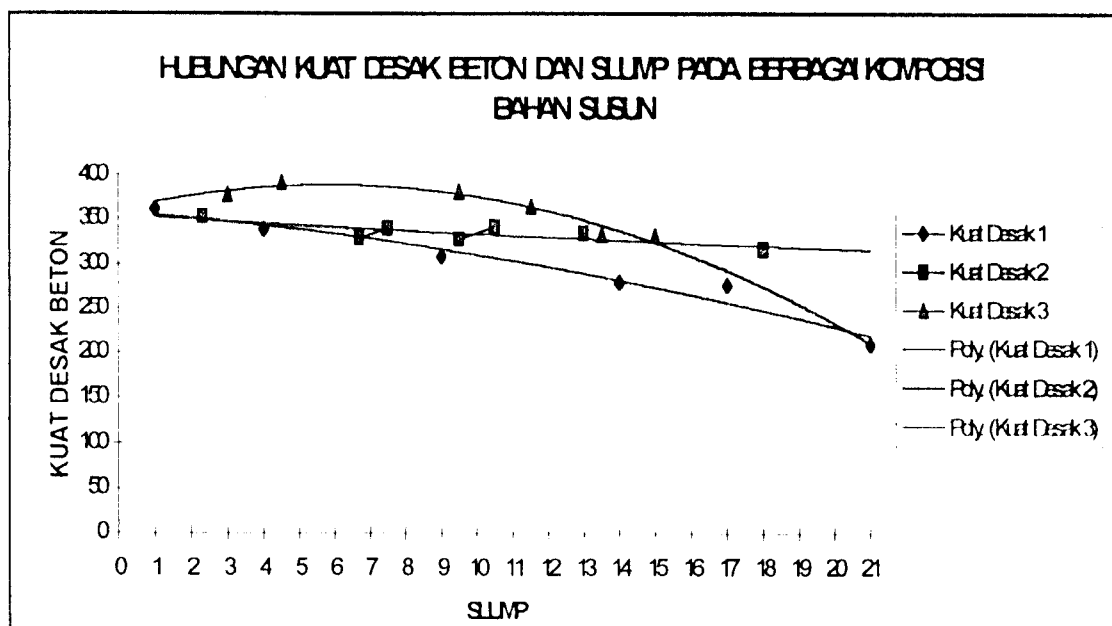
Pada bab ini, digabungkan hasil kuat desak beton pada umur 28 hari dari seluruh hasil penelitian. Penggabungan hasil penelitian ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam melakukan pengkajian dan perbandingan.

Untuk mempermudah penyampaian, maka diberikan penamaan terhadap hasil penelitian sebagai berikut.

1. Percobaan 1 yaitu percobaan dengan penambahan air,
2. Percobaan 2 yaitu percobaan dengan penambahan air-semen,
3. Percobaan 3 yaitu percobaan dengan penambahan "admixture".

Tabel 4.1 Hasil uji desak beton seluruh percobaan

HASIL UJI DESAK MASING-MASING PERCOBAAN					
PERCOBAAN I		PERCOBAAN II		PERCOBAAN III	
SLUMP	KUAT DESAK MPa	SLUMP	KUAT DESAK MPa	SLUMP	KUAT DESAK MPa
cm		cm		cm	
1	36,088	2,3	35,3067	3	37,7033
4	33,8064	6,7	32,7718	4,5	39,1055
9	30,8042	7,5	33,9623	9,5	38,0086
14	27,8564	9,5	32,6776	11,5	36,3482
17	27,5638	10,5	34,0002	13,5	33,2061
21	20,893	13	33,3354	15	33,0773
				18	31,5724



Grafik 4.1 Hubungan kuat desak beton dan slump pada berbagai komposisi bahan susun

Dari grafik 4.1 dapat diketahui kuat tekan yang dicapai pada masing-masing percobaan, sehingga dapat dihitung prosentase kenaikan maupun penurunan kuat tekan beton. Kenaikan dan penurunan kuat tekan beton pada masing-masing percobaan ditinjau dari nilai slump tertentu dengan mengambil kuat tekan beton 30 MPa sebagai titik referensi, dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.2 Prosentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton

Nilai Slump	Percobaan I		Percobaan II		Percobaan III	
	Kuat Tekan	%	Kuat Tekan	%	Kuat Tekan	%
2,5	35,0	+ 17	35,0	+ 17	38,5	+ 28
5,0	34,0	+ 13	34,0	+ 13	38,5	+ 28
7,5	32,5	+ 8	33,3	+ 11	37,7	+ 26
10	31,0	+ 3	33,3	+ 11	37,3	+ 24
12	30,0	0	33,5	+12	35,5	+ 18

Dari tabel 4.2 tampak bahwa pada nilai slump rendah prosentase kenaikan kuat tekan beton pada percobaan 2 belum menampilkan pengaruhnya. Namun demikian pada nilai slump yang lebih tinggi, prosentase kenaikan kuat tekan dari titik referensi menunjukkan angka yang relatif konstan. Berbeda dengan percobaan 3 yang menunjukkan prosentase kenaikan kuat tekan sejak nilai slump rendah.

Prosentase penurunan kekuatan pada percobaan 1 dan 3 terjadi secara berkala. Pada percobaan 3 prosentase penurunan kekuatan turun secara berkala dengan selisih yang relatif kecil.

Pada grafik 4.1 tampak bahwa pada nilai slump rendah (kurang dari 10 cm) beton masih mempunyai kuat tekan rata-rata di atas 30 MPa. Tercapainya nilai kuat tekan rencana pada nilai slump rendah menunjukkan bahwa pemadatan masih dapat dilakukan dengan baik.

Grafik kuat tekan beton pada percobaan 1 mempunyai pola yang serupa dengan grafik kuat tekan beton pada percobaan 3. Hal ini terjadi karena kedua percobaan tersebut mempunyai prinsip yang sama yaitu pencapaian tingkat kemudahan pengerjaan yang tinggi dengan cara penambahan air. Hanya saja pada percobaan 3 penambahan air diikuti dengan pemakaian "admixture" yang berfungsi sebagai "water reducing".

Grafik kuat tekan beton pada percobaan 2 dan 3 menunjukkan bahwa kuat tekan beton rencana dapat dicapai dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang tinggi. Ini berarti, agar kuat tekan beton dapat dipertahankan, sekaligus mendapatkan tingkat kemudahan pengerjaan yang tinggi, perlu ditambahkan bahan-bahan lain ("additive") pada adukan beton segar.

Pada percobaan 2, penambahan dengan air semen memberikan hasil bahwa kuat desak beton yang terjadi dapat dikatakan merata (tidak terjadi penurunan kekuatan). Penambahan air-semen dengan

perbandingan tetap (sesuai nilai fas rencana) pada prinsipnya adalah upaya untuk menambah pasta semen. Pasta semen yang telah bercampur dengan pasir akan mempermudah kerikil menggelincir dan saling mengunci. Hal ini akan memperkecil kemungkinan terjadinya segregasi dan "bleeding" pada adukan beton. Dari pengamatan terhadap hasil pada percobaan 2 ini, dapat dikatakan fungsi air-semen sebagai pelumas dalam adukan adukan beton dapat berlangsung dengan baik.

Percobaan 3 dilakukan dengan menggunakan "admixture" yang berfungsi untuk mengurangi penggunaan air ("water reducing"). Peningkatan kemudahan pengerjaan oleh "admixture" terjadi karena reaksi "admixture" yang menjadikan permukaan butiran-butiran kecil semen ("agglomerates") mempunyai sifat aktif dan saling tolak menolak ("deflocculate") sehingga saling memisah dan membentuk fragmen-fragmen yang lebih kecil. Pada saat meresap pada permukaan semen yang sedang berhidrasi, "Admixture" membentuk semacam lapisan. Adanya lapisan ini mengurangi hubungan (kerekatan) antar butiran dan menyebabkan butiran semen terpisah. Hal ini mengakibatkan berkurangnya gesekan antar butiran semen sehingga permukaan semen menjadi lebih besar untuk bereaksi dengan air. Kondisi tersebut memungkinkan terlepasnya air yang terjebak pada sekelompok butiran semen yang saling melekat. Peristiwa ini mengakibatkan bertambahnya kelecakan dan mobilitas butiran-butiran semen. Dengan cara demikian,

adukan beton memiliki tingkat kemudahan pengerjaan yang tinggi meskipun dengan kadar air yang rendah.

Penurunan kekuatan beton, khususnya pada percobaan 1 dengan penambahan air pada adukan beton, disebabkan menurunnya daya rekat semen terhadap agregat. Hal ini dapat diterangkan sebagai berikut. Adukan beton dengan nilai slump tinggi mengakibatkan pasta semen terlalu encer. Dengan encernya pasta semen maka jarak unsur-unsur pengikat saling berjauhan sehingga menurunkan sifat adhesi dan daya tarik fisik antar unsur. Keadaan tersebut menyebabkan terjadinya air bebas yang mengering bersamaan dengan mengeringnya beton. Hal ini menyebabkan terjadinya rongga pada beton sehingga menurunkan kuat tekan beton.

4.3 Kajian Terhadap Pelaksanaan di Lapangan

Kajian ini perlu diuraikan karena kuat tekan yang dicapai oleh beton selain dipengaruhi mutu bahan yang digunakan juga dipengaruhi perlakuan selama pembuatan adukan beton ("mix design") sampai dengan masa rawatan beton. Kajian di sini meliputi kajian terhadap kemudahan serta kepraktisan dalam pelaksanaan pembuatan benda uji kubus beton. Kajian terhadap rawatan beton tidak diuraikan karena benda uji diperlakukan sama dalam masa rawatan.

Dari grafik di atas, bila ditinjau suatu nilai slump tertentu yang berarti adukan mempunyai tingkat kelecakan yang sama, ternyata beton



mempunyai kuat tekan yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada tingkat kelecakan yang sama, adukan beton pada masing-masing percobaan mempunyai kandungan air yang berbeda. Perbedaan kandungan air akan berpengaruh terhadap pemadatan saat pembuatan benda uji. Adukan beton yang paling mudah dipadatkan adalah adukan dengan kandungan air optimum. Kadar air yang tinggi dalam adukan beton akan menimbulkan gaya tekan ke atas oleh air yang cukup besar. Adanya gaya tekan oleh air tersebut menyebabkan adukan beton sukar dipadatkan. Disamping itu kadar air yang tinggi dalam adukan menyebabkan adukan beton mengalami "bleeding" yang dapat mengakibatkan beton keropos.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa peningkatan workabilitas dapat dicapai dengan ketiga cara yang dipakai yaitu dengan penambahan air, air-semen dan “plasticizers”. Namun demikian, workabilitas yang diberikan mempunyai pengaruh yang berlainan terhadap kuat tekan beton yang diperoleh.
2. Kuat tekan beton yang diperoleh dari ketiga percobaan menunjukkan bahwa kuat desak yang dicapai masih diatas kuat tekan rencana sampai pada batas-batas nilai slump tertentu. Batas-batas nilai slump ini berbeda untuk masing-masing percobaan (grafik 3.1, 3.2, 3.3).
3. Batas-batas nilai slump (“range”) yang diperoleh dari ketiga hasil percobaan, menunjukkan hasil yang berlainan. Percobaan dengan penambahan air-semen mempunyai “ range ” yang lebih besar (grafik 3.2).
4. Dari ketiga percobaan, kuat tekan rata-rata yang paling tinggi diperoleh dengan penambahan “plasticizer” (tabel 4.1).

5. Dari segi pelaksanaan penambahan dengan air adalah cara yang paling mudah, murah dan praktis, tetapi kuat tekan rata-rata yang dicapai rendah (tabel 4.1).

5.2 Saran

Dari kesimpulan di atas tampak bahwa kemudahan pengerjaan dapat dicapai dengan ketiga cara diatas. Kuat tekan beton yang dapat dicapai terpenuhi walaupun dalam batas-batas nilai slump ("range") tertentu. Namun demikian, ketiga cara tersebut mempunyai konsekuensi masing-masing. Oleh karena itu disarankan sebagai berikut:

1. Penambahan dengan air

Penambahan dengan air diperbolehkan dengan syarat slump yang didapat tidak melebihi 12 cm. Untuk memenuhi batasan nilai slump tersebut perlu dilakukan pengawasan.

2. Penambahan dengan air-semen

Penambahan dengan air-semen disarankan menggunakan perbandingan air-semen sesuai dengan faktor air-semen rencana agar hasil yang didapat lebih optimal. Penambahan dengan air-semen meningkatkan kuat tekan beton, tetapi menghasilkan panas hidrasi yang tinggi, sehingga beton rawan terhadap retak. Oleh karena itu, harus dilakukan dengan pengawasan yang ketat dan tingkat perawatan yang tinggi.

3. Penambahan dengan “plasticizer”

Pemakaian plasticizer sangat menguntungkan bila dilakukan sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh pabrik. Selain itu harus dilakukan pengawasan yang ketat dan rawatan yang baik terhadap beton.

4. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan kuat tekan beton rencana yang bervariasi, agar dapat berlaku secara umum.

DAFTAR PUSTAKA

1. Antono Achmad, Prof. Ir., 1978, ILMU BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK, Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Bagian Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
2. Departemen Pekerjaan Umum, 1989, METODE PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON (SK SNI M-14-1989-F), Edisi pertama, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
3. Dhir, R.K., and Jackson, N., (Edited by N. Jackson), 1983, CIVIL ENGINEERING MATERIALS, Third edition, Macmillan Publishers LTD, London.
4. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1979, PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
5. Murdock, L.J., dan Brook, K.M., (diterjemahkan oleh Ir. Stefanus Hendarko), 1986, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Edisi keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
6. Neville, A.M., 1981, PROPERTIES OF CONCRETE, Third Edition, The English Language Book Society and Pitman.
7. Prajitno Handi, Ir., 1992, ADMIXTURE SIKI UNTUK BETON, P.T. Sika Nusa Pratama, Yogyakarta.
8. Tjokrodimuljo Kardiyono, Ir. M.E, 1992, TEKNOLOGI BETON, Penerbit UGM, Yogyakarta.

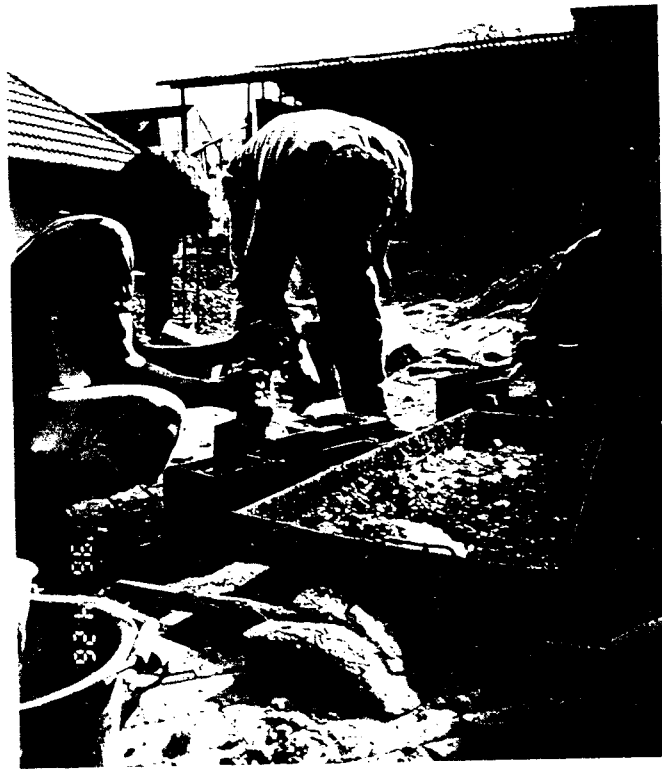
LAMPIRAN

PERHITUNGAN MODULUS HALUS BUTIR

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)
4.75	0	0	0
2.36	78.2	3.91	3.91
1.18	334	16.7	20.61
0.6	694.8	34.74	55.35
0.3	494.7	24.73	80.08
0.15	391.3	19.56	99.64
Sisa	62.2	3.11	
Total		100 %	259,59

$$\text{Modulus halus butir : } \frac{259.59}{100} = 2,5959$$

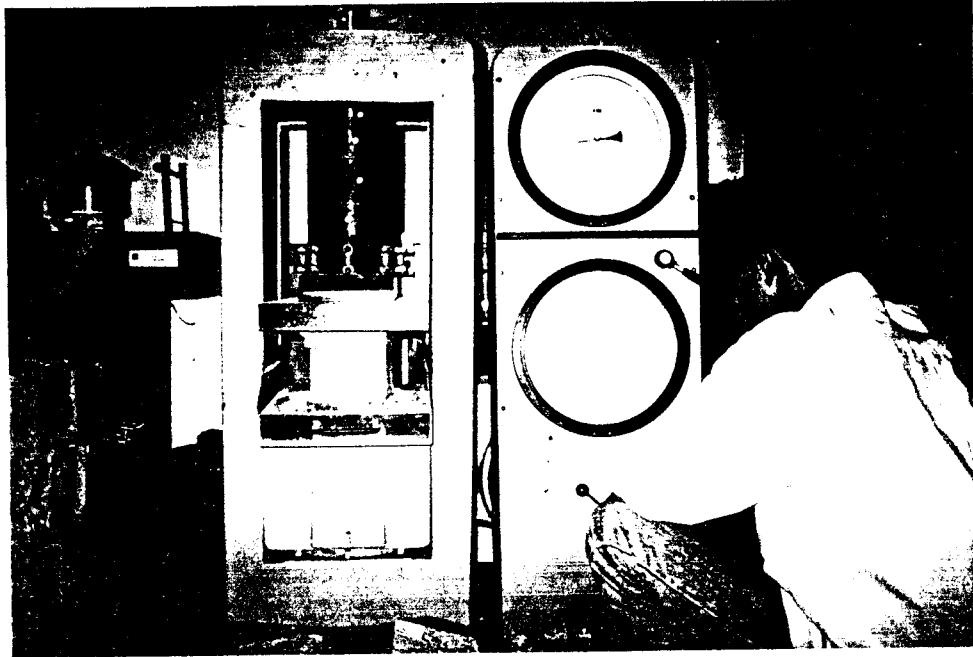
$$\text{Berat Jenis pasir : } \frac{400}{155} = 2.58$$



Gambar 1 Pembuatan benda uji



Gambar 2 Pengambilan nilai slump



Gambar 3 Pengujian desak beton