



**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON
MENGUNAKAN AIR LAUT
SEBAGAI CAMPURAN BETON**

LAPORAN PROYEK AKHIR

Asal :	Hadiah	Klass 5 EE1.46 NUR P
	Penerimaan	
Terima tanggal :	0 MAR 2007	
Induk :		
Oleh		
Pengkatalog :	Jan	
Agus Nurhalidi		

NIM 011903103126

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2007



**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON
MENGUNAKAN AIR LAUT
SEBAGAI CAMPURAN BETON**

LAPORAN PROYEK AKHIR

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Ahli Madya (A. Md.) pada Program - Program Studi Teknik
Universitas Jember

Oleh

Agus Nurhalidi
NIM 011903103126

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM-PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2007**

PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak Mawardi dan ibu Halimah serta adikku tercinta Faisil Hurro Huzaima yang telah mendoakan dan memberikan kasih sayang, material serta memberikan semangat selama ini beserta keluarga besar bapak Sutjipto, terima kasih atas dorongannya mulai awal hingga sekarang ini.
2. Guru – guru mulai TK sampai PT terhormat, yang telah memberikan ilmu dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
3. Arie yang telah banyak memberikan dorongan serta doa.
4. Semua teman – teman Teknik sipil, terutama TS'01 terima kasih atas bantuan dan doanya, serta arek Mburi (ngopt, lunk, gBer, opcl, coro, yopy, Kncil, dri, ade, thok, londo, dTa)
5. Spesial buat istriku Dwi Ana Oktafia, terima kasih atas perhatian, semangat, kasih sayang, cinta dan doanya. Serta anakku Muhammad Whildant.
6. Keluarga besar ibu Hasan yang telah memberikan tempat tinggal sementara serta doanya.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang – orang yang beriman diantara kamu dan orang – orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Terjemahan Surat Al-Mujadalah 11)

Lakukan apa yang ingin kamu lakukan jika memang kamu merasa yakin untuk melakukannya dan mau menerima hasilnya berupa apapun dengan kebesaran hati dan lapang dada.

(principle)

Pengetahuan adalah satu – satunya tirani kekayaan yang tidak bisa dirampas

(Khalil Gibran)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agus Nurhalidi


NIM : 011903103126

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul : *Pengujian kuat tekan beton menggunakan air laut sebagai campuran beton* adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2007

Yang menyatakan,



Agus Nurhalidi

NIM 011903103126

PENGESAHAN

Laporan Proyek Akhir Berjudul :

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN AIR LAUT
SEBAGAI CAMPURAN BETON**

Nama : Agus Nurhalidi
NIM : 011903103126

Telah di setuju, disahkan dan diterima oleh Program – Program Studi Teknik pada :

Hari / Tanggal :
Tempat : Program – Program Studi Teknik Universitas Jember

Menyetujui / Penguji :

Ketua (Pembimbing Utama)

Ketut Aswatama, ST., MT.
NIP 123288234

Sekretaris (Pembimbing pendamping)

Dwi Nurtanto, ST., MT
NIP 132210541

Penguji I,

Jojok Widodo, ST., MT.
NIP 132258074

Penguji II

Anik Ratmaningsih, ST., MT
NIP 132213835

Penguji III

Ir. Henu Suyoso
NIP 131660768

Mengetahui :

Jurusan Teknik Sipil

Ketua,

Erno Widayanto, ST., MT.
NIP 132210539

Program Studi D-III Teknik Sipil

Ketua,

Indra Nurcahyaningtyas, ST., MT.
NIP 132210537

Mengesahkan :



Program Studi Teknik
Universitas Jember
Ketua,

Widyono Hadi, MT.
NIP 131832307

RINGKASAN

Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Air Laut Sebagai Campuran Beton;
 Agus Nurhalidi, 011903103126; 2006; 51 halaman; Jurusan Teknik Sipil, Program Studi
 D-III Teknik, Universitas Jember.

Beton tersusun dari agregat kasar, agregat halus, semen, air. Peranan air sebagai material beton dapat menentukan mutu beton. Air yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Salah satu syarat air adalah air bersih atau air yang dapat diminum.

Akan tetapi pada daerah – daerah tertentu, air bersih dapat merupakan barang ekonomis, yakni harus hemat dan terkontrol penggunaannya. Hal ini seperti terdapat pada daerah – daerah pesisir atau pinggir pantai ataupun pulau kecil yang mana air bersih merupakan barang yang sangat berharga. Air bersih lebih diperuntukkan untuk kegiatan domestik, rumah tangga. Seperti memasak, mencuci dan mandi. Sebaliknya di tempat – tempat tersebut air laut merupakan barang bebas. Yaitu barang yang orang dengan mudah mendapatkannya. Dari kenyataan ini akan diteliti bagaimana jika air laut digunakan sebagai pencampur beton.

Menurut Aman Subakti dalam penggunaan air laut akan mengurangi kuat tekan beton sekitar 10% – 20%. Akan tetapi hal ini dapat diatasi dengan Menambah lebih banyak semen dalam adukan beton. Dan atau disertai pengurangan air campurannya. Tidak terbukti bahwa penggunaan air laut menyebabkan berkaratnya tulangan. Biasanya yang menyebabkan karatnya tulangan adalah karena tulangan terbuka kemudian terpengaruh air laut atau cuaca. Membuat lapisan selimut beton yang cukup tebal, minimal 7,5 cm.

Tujuannya adalah mendapatkan nilai FAS yang harus dibuat pada beton yang menggunakan air laut sebagai pencampur agregat agar menghasilkan kuat tekan beton yang diinginkan. Mendapatkan persentase penurunan kuat tekan.

Metodologi penelitian yang dipakai adalah pertama studi literatur kemudian penyiapan bahan, pengujian bahan, mix desain, pengolahan beton, perawatan beton, dan yang terakhir pengujian kuat tekan beton.

Dari kesimpulan didapat Hubungan antara FAS dengan kuat tekan rata – rata, selisih antara air bersih dengan air laut. (persentase). Pada FAS 0,45 , besar slump 9,0 dan kuat tekan rata – rata untuk air bersih adalah 34,80 Mpa. Sedangkan untuk air laut adalah 28,52 Mpa. Selisihnya adalah 6,28 Mpa. 18%. Pada FAS 0,50 , besar slump 10,0 dan kuat tekan rata – rata untuk air bersih adalah 26,03 Mpa. Sedangkan untuk air laut adalah 21,56 Mpa. Selisihnya adalah 4,47 Mpa. 17%. Pada FAS 0,55 , besar slump 10,5 dan kuat tekan rata – rata untuk air bersih adalah 21,79 Mpa. Sedangkan untuk air laut adalah 18,56 Mpa. Selisihnya adalah 3,23 Mpa. 14,82%. Pada FAS 0,60 , besar slump 11,0 dan kuat tekan rata – rata untuk air bersih adalah 20,14 Mpa. Sedangkan untuk air laut adalah 17,71 Mpa. Selisihnya adalah 2,43 Mpa. 12%.

Nilai variasi yang didapat adalah pada FAS 0,45 = 31,93%, 0,50 = 56,1%, dan pada FAS 0,55 = 50,52%. Nilai FAS yang paling baik digunakan adalah 0,45 dengan nilai variasi 31,93%. Karena persentase variasinya paling kecil dari yang lainnya.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut Asma Allah SWT dan memanjatkan puji syukur atas segala rahmat, hidayah dan petunjuk-Nya yang tidak terhingga. Serta sholawat dan salam selalu terlimpah atas nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia kepada kehidupan yang lebih baik.

Proyek akhir adalah sebuah karya tulis ilmiah yang wajib disusun oleh seorang mahasiswa pada jenjang diploma tiga sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar ahli madya (A.md). Pada program studi teknik Universitas Jember, hal – hal mengenai proyek akhir ini telah jelas diatur dan dimuat dalam buku pedoman pendidikan 2001 untuk program studi diploma tiga teknik Universitas Jember. Dan nantinya akan diuji dihadapan tim penguji sehingga dapat dipertanggung jawabkan dan yang bersangkutan dinyatakan lulus.

Dalam bidang teknik sipil terdapat beberapa bidang ilmu, antara lain bidang transportasi, geoteknik, hidroteknik, analisa struktur, menejemen proyek, dan struktur bahan. Dalam hal ini penulis mengambil bidang ilmu struktur bahan dengan judul proyek akhir ” Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Air Laut Sebagai Campuran Beton ”. Judul ini diambil karena penulis menganggap perlu kiranya ada penelitian mengenai air laut sebagai pengganti air bersih dalam pembuatan campuran beton.

Dengan terselesaikannya laporan proyek akhir ini, penulis menyadari bahwasanya banyak pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaiannya ini. Oleh karena itu, dalam tulisan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak – pihak yang telah berjasa diantaranya yaitu :

1. Ir. Widyono Hadi, MT selaku ketua Program Studi Teknik Universitas Jember.
2. Erno Widayanto, ST., MT selaku ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Indra Nurcahyaningtyas, ST., MT selaku Ketua Program Studi D-III Teknik Sipil.
4. Bpk. Ketut Aswatama, ST., MT sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak membimbing dalam penyusunan laporan proyek akhir ini.

5. Bpk. Dwi Nurtanto, ST., MT selaku dosen pembimbing II yang telah banyak mengarahkan dan memberimasukan demi kesempurnaan laporan proyek akhir ini.
6. Bpk. Moch. Akir selaku teknisi Laboratorium Struktur Jurusan Teknik.
7. Rekan kerjaku Mursid yang telah membantu praktek, analisis dan memberikan dorongan semangat.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan mengabdikan berbagai pihak lewat tulisan ini, penulis berharap mudah-mudahan semuanya mendapatkan ridho Allah SWT. Serta kritik dan saran membangun atas kehilafan penulis akan tetap sangat diharapkan. Akhirnya semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi komunitas teknik sipil pada khususnya dan masyarakat luas pada umumnya.

Jember, Januari 2007

penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Beton.....	4
2.2 Semen.....	5
2.3 Agregat.....	8
2.4 Air.....	11
2.5 Campuran (<i>admixture</i>).....	13
2.6 Kekuatan Tekan Beton.....	13

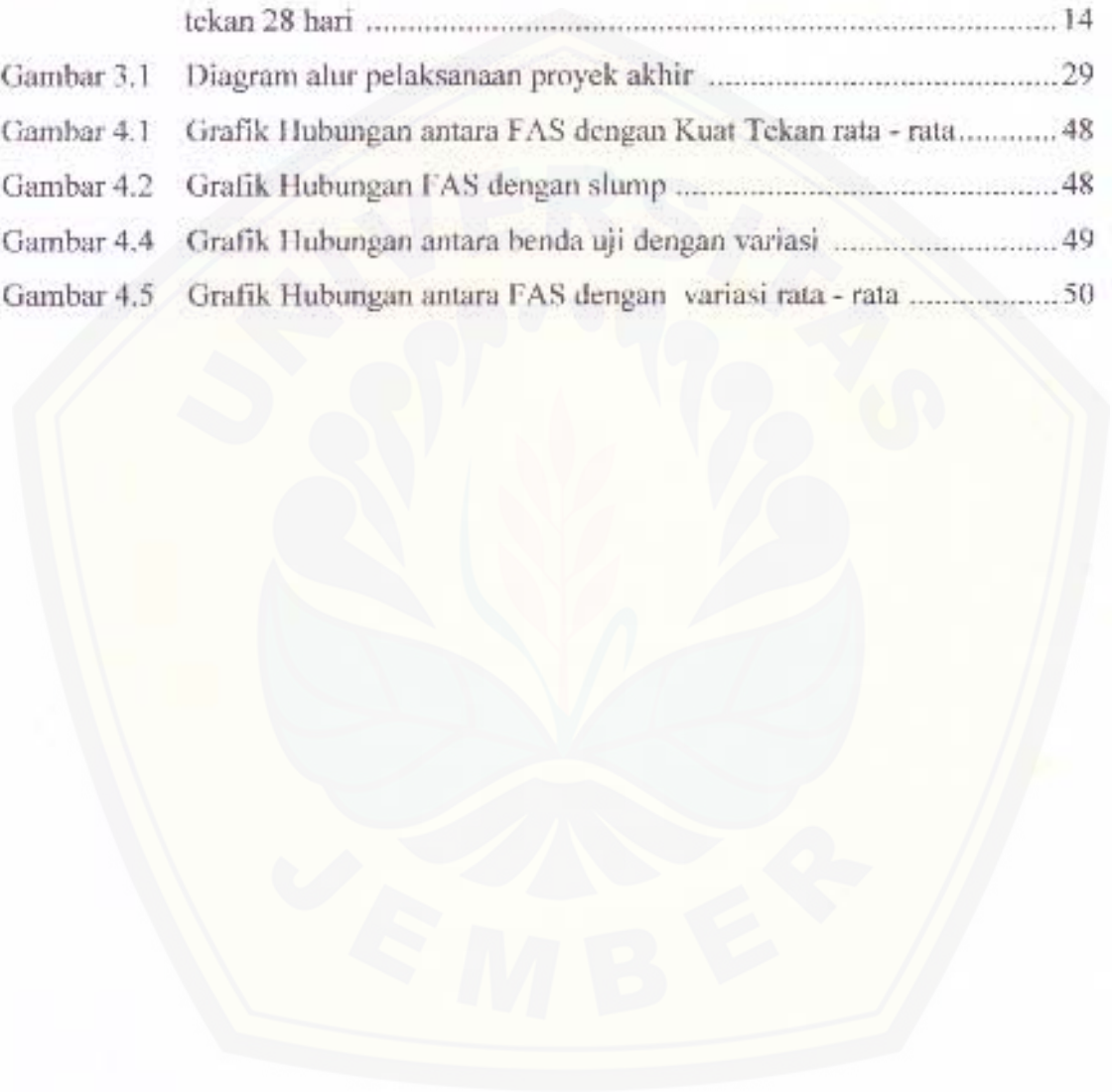
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Studi Kepustakaan	19
3.2 Konsultasi	19
3.3 Persiapan Bahan Dan Materi	19
3.3.1 Alat.....	19
3.3.2 Bahan.....	20
3.4 Pengujian Material	21
3.4.1 Pengujian semen.....	21
3.4.2 Agregat halus (pasir alami).....	22
3.4.3 Agregat kasar (batu pecah).....	24
3.4.4 Mix Design (rancangan adukan beton)	26
3.5 Pembuatan Benda Uji	27
3.6 Perawatan	27
3.6 Pengujian Kuat Tekan	27
3.7 Analisa Dan Pembahasan	28
3.8 Kesimpulan	29
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Data laboratorium	30
4.1.1 Semen	30
4.1.2 Agregat Halus	32
4.1.3 Agregat Kasar	34
4.2 Rancangan Adukan Beton dengan Metode DoE	36
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Susunan unsur – unsur kimia semen	8
Tabel 2.2 Gradasi pasir	9
Tabel 2.3 Gradasi agregat kasar	10
Tabel 2.4 Unsur – unsur dalam air laut	13
Tabel 2.5 Ukuran mutu pelaksanaan	17
Tabel 2.6 Perbandingan kekuatan beton pada berbagai perbedaan umur	18
Tabel 2.7 Koefisien variabel (V)	18
Tabel 4.1 Analisa pengujian semen PPC	30
Tabel 4.2 Analisa pengujian pasir	32
Tabel 4.3 Analisa pengujian kerikil.....	34
Tabel 4.4.1 Rancangan adukan beton dengan metode (DoE).....	41
Tabel 4.4.2 Rancangan percobaan mutu beton f_c' 17,5 Mpa (air normal)	42
Tabel 4.4.3 Rancangan percobaan mutu beton f_c' 17,5 Mpa (air laut)	43
Tabel 4.4.4 Total material yang dibutuhkan	43
Tabel 4.5 Kuat tekan beton	44
Tabel 4.5.1 Air normal dengan FAS 0,60 dan slump 11,00	44
Tabel 4.5.2 Air normal dengan FAS 0,55 dan slump 10,50	44
Tabel 4.5.3 Air normal dengan FAS 0,50 dan slump 10,00	45
Tabel 4.5.4 Air normal dengan FAS 0,45 dan slump 9,00	45
Tabel 4.5.5 Air laut dengan FAS 0,60 dan slump 11,00.....	46
Tabel 4.5.6 Air laut dengan FAS 0,55 dan slump 10,50.....	46
Tabel 4.5.7 Air laut dengan FAS 0,50 dan slump 10,00.....	47
Tabel 4.5.8 Air laut dengan FAS 0,45 dan slump 9,00.....	47
Tabel 4.6 Hubungan antara nilai FAS, kuat tekan rata – rata dan nilai variasi rata - rata	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pengaruh nilai perbandingan air – semen pada kekuatan tekan 28 hari	14
Gambar 3.1 Diagram alur pelaksanaan proyek akhir	29
Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara FAS dengan Kuat Tekan rata - rata.....	48
Gambar 4.2 Grafik Hubungan FAS dengan slump	48
Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara benda uji dengan variasi	49
Gambar 4.5 Grafik Hubungan antara FAS dengan variasi rata - rata	50





BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang masalah

Beton merupakan bahan yang sangat pokok pada konstruksi suatu gedung. Beton juga merupakan bahan yang banyak digunakan untuk suatu konstruksi disamping baja dan kayu. Beton tersusun dari agregat kasar, agregat halus, semen, air dan juga dapat ditambah dengan bahan tambahan bila itu diperlukan.

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Dalam teknik sipil, struktur beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat atau pelat cangkang. Dalam teknik sipil hidro, beton digunakan untuk bangunan air seperti bendungan, saluran, dan drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam teknik sipil transportasi untuk pekerjaan *rigid pavement* (lapis keras permukaan yang kaku), saluran samping, gorong – gorong, dan lainnya. Jadi, beton hampir digunakan dalam semua aspek ilmu teknik sipil. Artinya, semua struktur dalam teknik sipil akan menggunakan beton, minimal dalam pengerjaan pondasi.

Seperti yang kita ketahui, air juga merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton. Peranan air sebagai material beton dapat menentukan mutu beton. Air yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Salah satu syarat air adalah air bersih atau air yang dapat diminum.

Akan tetapi pada daerah – daerah tertentu, air bersih dapat merupakan barang ekonomis, yakni harus hemat dan terkontrol penggunaannya. Hal ini seperti terdapat pada daerah – daerah pesisir atau pinggir pantai ataupun pulau kecil yang mana air bersih merupakan barang yang sangat berharga. Air bersih lebih diperuntukkan untuk kegiatan domestik, rumah tangga. Seperti memasak, mencuci dan mandi. Sebaliknya di tempat – tempat tersebut air laut merupakan barang bebas.

Yaitu barang yang orang dengan mudah mendapatkannya. Dari kenyataan ini akan diteliti bagaimana jika air laut digunakan sebagai pencampur beton.

Menurut Aman Subakti (1997) dalam penggunaan air laut akan mengurangi kuat tekan beton sekitar 10% - 20%. Akan tetapi hal ini dapat diatasi dengan :

1. Menambah lebih banyak semen dalam adukan beton.
2. Dan atau disertai pengurangan air campurannya.
3. Tidak terbukti bahwa penggunaan air laut menyebabkan berkaratnya tulangan. Biasanya yang menyebabkan karatnya tulangan adalah karena tulangan terbuka kemudian terpengaruh air laut atau cuaca.
4. Membuat lapisan selimut beton yang cukup tebal, minimal 7,5 cm.

Dari latar belakang di atas diadakanlah penelitian tentang penggunaan air laut sebagai campuran beton.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan suatu masalah yaitu :

1. Berapa kuat tekan beton yang menggunakan air laut sebagai pencampur beton.
2. Berapa besar penurunan kekuatan beton yang menggunakan air laut dengan pencampuran beton dibandingkan dengan air bersih.

1.3 BATASAN MASALAH

Dari rumusan masalah di atas penelitian kami batasi sebagai berikut.

- a. Menggunakan semen PPC Gresik ($f_c = 17,5$ Mpa)
- b. Agregat kasar diambil dari daerah sekitar Jember
- c. Agregat halus diambil dari daerah Lumajang
- d. Mix desain menggunakan metode DOE.
- e. Standart perhitungan yang digunakan SKSNI T/ 15/1991/03.

- f. Pengamatan kuat tekan benda uji dilakukan pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji adalah 10 buah untuk tiap perlakuan.
- g. Sampel uji menggunakan silinder.
- h. FAS yang digunakan adalah (0,60), (0,55), (0,50) dan (0,45). Baik untuk air bersih maupun air laut.
- i. Tidak meneliti unsur kandungan yang terdapat pada air laut.
- j. Air laut diambil berasal di satu tempat yaitu di Watu Ulo. Dan diambil pada bulan Desember 2006.

1.4 TUJUAN.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton yang menggunakan air laut sebagai pencampur beton.
2. Untuk mengetahui besar penurunan kekuatan beton yang menggunakan air laut dengan pencampuran beton dibandingkan dengan air bersih.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah campuran terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Beton terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen dan air. Campuran pasir semen dan air akan mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar (*fresh*) dicor, beton mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air, membentuk suatu bahan struktur yang padat dan tahan lama (Samckto, 2001).

Beton merupakan material yang lazim digunakan sebagai bahan bangunan yang telah dikenal sejak dahulu. Perkembangan beton yang amat pesat dimulai pada akhir abad 20 dengan dikembangkannya beton bertulang, hingga beton mutu tinggi pada dekade terakhir, beton merupakan bahan konstruksi yang banyak digunakan didunia karena :

- a. Beton merupakan bahan yang kedap air,
- b. Elemen struktur beton relatif mudah dibentuk atau dicetak menjadi berbagai ukuran dan tipe.
- c. Beton merupakan bahan murah dan relatif mudah dikerjakan dan disediakan (Kristanto, F. A. dan Suhariyanto. A, 2002)

Kualitas beton yang harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk tujuan konstruksi adalah dapat memenuhi harapan maksimal yang tepat. Semuanya itu tergantung pada beberapa hal seperti berikut :

- a. Semen (mutu, komposisi dan kehalusan butiran)
- b. Ukuran dan mutu agregat (keseragaman gradasi butiran, kekasaran)

- c. Jenis bahan campuran tambahan (*admixture*)
- d. Perbandingan campuran
- e. Pemadatan yang dilakukan (cara dan lamanya)
- f. Tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*)
- g. Perawatan atau ketahanan jangka panjang (*durability*)

Adapun metode perencanaan adukan beton yang digunakan adalah Metode yang biasa dipakai oleh Departemen Pekerjaan Umum yaitu metode DOE (Department of Environment). Metode ini bermula dari perencanaan adukan beton cara inggris (The British Mix Design Method) yang telah mengalami beberapa perubahan. Metode ini mempunyai dua anggapan dasar, yaitu :

1. Mudahnya pengerjaan adukan beton tergantung dari jumlah air bebas dan tidak tergantung dari kadar semen dan faktor air semen.
2. Kekuatan beton tergantung dari faktor air semen dan tidak tergantung dari banyaknya air dan kadar semen.

2.2 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melcatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu masa yang padat. Semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton bertulang adalah bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air atau disebut juga semen hidraulis (*hidraulic semen*).

Walaupun terdapat sejumlah semen portland standar, kebanyakan beton untuk gedung-gedung terbuat dari semen standar atau semen biasa Tipe I (untuk beton dimana kekuatan kritis dibutuhkan dalam jangka waktu 28 hari) atau dari semen dengan kuat awal yang tinggi Tipe III, yaitu untuk beton dimana kekuatan diperlukan dalam jangka waktu beberapa hari saja (L.J Murdock, 1999).

Secara umum semen dibedakan menjadi dua jenis, yaitu semen hidrolis dan semen nonhidrolis. Semen hidrolis adalah semen yang dapat mengeras bila bereaksi dengan air dan dapat menghasilkan padatan yang stabil dan tidak larut dalam air. Semen nonhidrolis adalah semen yang dapat mengeras tanpa diberi air (gypsum, kapur keras). Salah satu semen hidrolis adalah semen portland yang menurut PBI 1982 adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghancurkan Klinker yang terutama terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis dicampur dengan gypsum sebagai bahan tambahan. Semen portland sendiri terdiri dari beberapa tipe, antara lain yaitu :

1. Semen portland tipe I : semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus
2. Semen portland tipe II : Semen portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Semen tipe ini sangat baik jika digunakan pada bangunan – bangunan yang berhubungan dengan air.
3. Semen portland tipe III : Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah terjadi pengikatan.
4. Semen portland tipe IV : Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
5. Semen portland tipe V : Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan yang sangat tahan terhadap sulfat. Semen tipe ini baik sekali jika digunakan pada konstruksi yang berhubungan dengan air laut atau lingkungan yang keadaan kelilingnya korosif.

Sesuai dengan kebutuhannya kecuali semen portland jenis umum, ada jenis semen yang memiliki tujuan khusus seperti yang diterangkan sebagai berikut:

1. Semen portland mengeras cepat (*Rapid hardening portland cement*)
Adalah semen yang mempunyai kemampuan untuk mengeras lebih cepat dari pada semen biasa dalam standar ASTM semen termasuk semen tipe portland III.
2. Semen portland tahan sulfat
Adalah semen yang tahan terhadap sulfat, yang dimaksud dengan sulfat disini adalah garam sulfat yang larut, misalnya air laut, rawa, dan sebagainya. Semen ini masuk dalam tipe II dan tipe V.
3. Semen portland dengan panas rendah (*Low heat cement*)
Penggunaan jenis semen ini adalah untuk konstruksi – konstruksi yang tebal, dimana bahaya panas dalam inti beton massa itu dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan dalam konstruksi, dalam ASTM semen jenis ini termasuk semen tipe IV.
4. Semen portland pozzoland
Merupakan bahan campuran antara semen portland biasa dengan bubuk halus trass atau pozzoland, atau benda – benda yang bersifat pozzoland. Berat jenis semen ini biasanya kurang dari 3,0.
5. Masonry semen
Semen jenis ini adalah semen portland yang dicampur dengan bubuk batu batuan kapur sampai 50% penggunaan semen jenis ini untuk aduk pasangan.
6. Semen portland putih
Semen jenis ini adalah Semen portland dimana bahan dasarnya mengandung senyawa besi yang rendah.

Semen portland pozzoland adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling bersama – sama terak semen portland dan bahan yang mempunyai sifat pozzoland, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dan bubuk bahan yang mempunyai sifat pozzoland.

Tabel 2.1 Susunan Unsur - Unsur Kimia Semen

Oksida	Persen
Kapur, CaO	60 – 65
Silika, SiO ₂	17 – 25
Alumina, Al ₂ O ₃	3 – 8
Oksida besi, Fe ₂ O ₃	0,5 – 6
Oksida magnesia MgO	0,5 – 4
Sulfur, SO ₃	1 – 2
Soda/potash, Na ₂ O + K ₂ O	0,5 – 1

Sumber : *Konstruksi Beton Bertulang, 2001.*

Masih ditambah sedikit unsur – unsur lain :

1. *Trikalsium silikat* (C₃S) atau 3CaO. SiO₂
2. *Dikalsium silikat* (C₂S) atau 2CaO. SiO₂
3. *Trikalsium aluminat* (C₃A) atau 3CaO. Al₂O₃
4. *Tetrakalsium aluminoforit* (C₄AF) atau 4CaO. Al₂O₃. Fe₂O₃

2.3 Agregat

Agregat adalah suatu batuan yang mengandung senyawa-senyawa kimia sehingga mempunyai suatu karakteristik kekuatan dan berat jenis yang berbeda-beda. Agregat menempati sekitar 75% dari isi total beton, sifat-sifat agregat mempunyai pengaruh yang besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras. Sifat agregat bukan hanya mempengaruhi sifat beton, akan tetapi juga mempengaruhi ketahanan

(*durability*) yaitu daya tahan terhadap kemunduran mutu akibat siklus dari pembekuan pencairan (L.J Murdock).

Agregat terdiri dari :

1. Agregat halus adalah agregat yang lolos dari ayakan No.4 (lebih kecil dari 3/16 inci). Pasir merupakan agregat halus yang mempunyai kandungan serpih, batu tulis dan tanah. Menurut peraturan SK-SNI-T 15-1990-03, kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar.

Tabel 2.2 Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen bahan 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	85 – 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

Sumber : beton bertulang, 2001

Keterangan :

Daerah I = pasir kasar

Daerah II = pasir agak kasar

Daerah III = pasir agak halus

Daerah IV = pasir halus

2. Agregat kasar adalah bahan yang tertahan dalam saringan No.4 dan ukuran nominal maksimum agregat kasar yang diijinkan ditentukan oleh jarak bersih antara sisi dari acuan dan antara batangan baja yang bersebelahan dan tidak melebihi dari :
 - a. $1/5$ dari dimensi yang paling sempit antara sisi dari acuan.
 - b. $1/3$ tinggi dari slab.
 - c. $3/4$ jarak bersih antara baja tulangan

Ukuran agregat mempunyai pengaruh yang penting terhadap jumlah semen dan air yang diperlukan untuk membuat satu-satuan beton. Ukuran agregat juga sangat mempengaruhi *bleeding*, penyelesaian akhir, susut dan sifat dapat tembus (*permeability*).

Tabel 2.3 Gradasi agregat kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100
20	30 – 70	95 – 100
10	10 – 35	25 – 55
4,8	0 – 5	0 – 10

Sumber : *Konstruksi beton bertulang, 2001*

Menurut PBI 1971 agregat kasar yang memenuhi syarat adalah sebagai berikut :

- a. Agregat kasar berupa kerikil alami atau batu pecah yang dihasilkan dari alat pemecah batu.
- b. Agregat kasar harus terdiri dari butir – butir yang keras, tajam dan tidak berpori.

- e. Jika mengandung butir pipih tidak boleh lebih dari 20 % dari berat.
- d. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % terhadap berat kering.
- c. Tidak boleh mengandung zat – zat yang dapat merusak beton, yaitu reaktif alkali.
- f. Harus terdiri dari butir – butir yang bervariasi ;
 - Sisa dari ayakan 31,5 mm harus 0% dari berat.
 - Sisa di ayakan 4 mm harus berkisar antara 90% sampai 98% dari berat.

2.4 Air

Air yang digunakan untuk campuran beton biasanya sesuai dengan yang dipakai untuk minum. Biasanya jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton berkisar antara 25 % dari jumlah berat semen. Kelebihan air dalam adukan dapat membahayakan karena air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan beton, dan ini dinamakan *Bleeding*.

Air yang mengandung kotoran akan mempengaruhi waktu ikatan awal adukan beton dan mengakibatkan lemahnya kekuatan beton setelah mengeras dan daya tahannya menurun.

Dalam penggunaan air laut akan mengurangi kekuatan sekitar 10% - 20%. Akan tetapi hal ini dapat diatasi dengan:

- a. menambah lebih banyak semen dalam adukan beton.
- b. Dan atau disertai pengurangan air campurannya, tidak terbukti bahwa penggunaan air laut menyebabkan berkaratnya tulangan. Biasanya yang menyebabkan karatnya tulangan adalah karena tulangan terbuka kemudian terpengaruh air laut atau cuaca.
- c. Buatlah lapisan beton yang cukup tebal, minimal 7,5 cm.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah. Asalkan memenuhi syarat mutu yang

telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3.5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam – garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai campuran beton pra tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan.

Air laut yang mengandung 30.000 – 36.000 mg garam per liter (3% - 3.6%) pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran untuk betron tidak bertulang. Beton pra-tegang dan beton pra-tekan atau dengan kata lain untuk beton – beton mutu tinggi.

Air asin yang terdapat dipedalaman mengandung 1000 – 5000 mg garam per liter. Air dengan kadar garam sedang, mengandung 2000 – 10000 mg garam per liter. Air didaerah pantai, memiliki kadar garam sekitar 20000 – 30000 mg garam per liter.

Air laut tidak boleh digunakan untuk pembuatan beton pra-tegang atau pra-tekan, karena batang – batang baja pra-tekan langsung berhubungan denga betonnya. Air laut sebaiknya tidak digunakan untuk beton yang ditanami almunium didalamnya, beton yang memiliki tulangan atau yang mudah mengalami korosi pada tulangan akibat perubahan panas (temperatur) dan lingkungan yang lembab (ACI 318 – 89:2-2).

Tabel 2.4 Unsur – unsur dalam air laut

Unsur Kimia	Kandungan (ppm)
Clorida (Cl)	19.000
Natrium (Na)	10.600
Magnesium (Mg)	1.270
Sulfur (S)	880
Calium (Ca)	400
Kalsium (K)	380
Brom (Br)	65
Carbon (C)	28
Cr	13
B	4.6

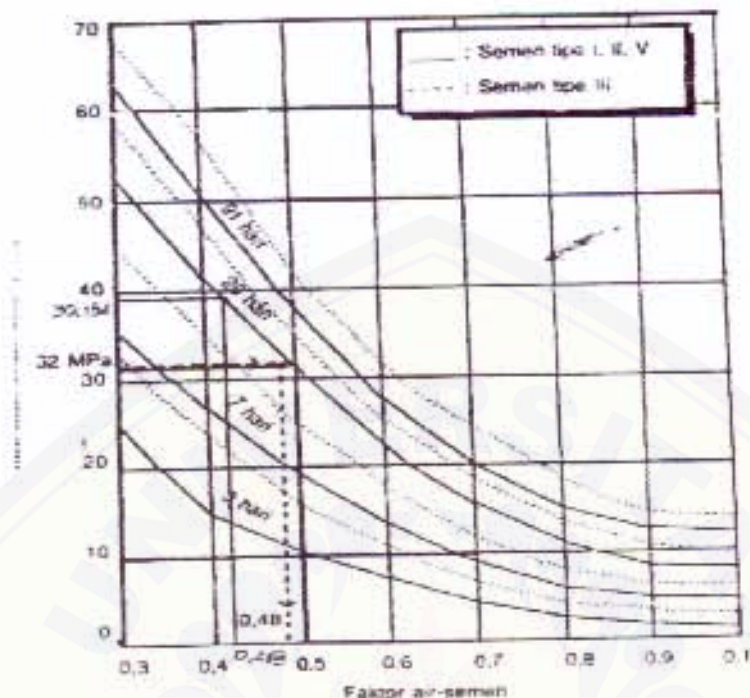
2.5 Campuran (*admixture*)

Disamping semen, agregat kasar, agregat halus dan air, bahan-bahan lain yang dikenal sebagai campuran (*admixture*) dapat ditambahkan kepada campuran beton pada saat mencampur beton. Campuran dapat dipakai untuk merubah sifat dari beton agar dapat berfungsi lebih baik atau agar lebih ekonomis.

Pada pengujian ini, tidak menggunakan bahan campuran (*admixture*). Proses pencampuran hanya menggunakan semen, agregat kasar, agregat halus dan air dengan komposisi yang disesuaikan dengan pelaksanaan dilapangan.

2.6 Kekuatan Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Perbandingan air terhadap semen merupakan factor utama didalam penentuan kekuatan beton, seperti dalam gambar :



Gambar 2.1 Pengaruh nilai perbandingan air - semen pada kekuatan tekan 28 hari

Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawai didalam proses pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan (*Service ability*) akan tetapi mempengaruhi kekuatan. Suatu ukuran dari pengerjaan beton ini diperoleh dengan percobaan slump (Samckto, 2001).

Kekuatan tekan beton didapatkan dari uji tekan beton yang disesuaikan dengan waktu mengerasnya beton. Dalam peraturan uji tekan beton dapat dilakukan untuk waktu 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Kuat tekan adalah kemampuan benda uji untuk menahan gaya tekan atau kemampuan maksimum benda uji dalam menahan gaya tersebut yang menyebabkan kehancuran. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain :

- a. Jenis semen dan kualitas
- b. Jenis dan tekstur permukaan agregat

c. Perawatan

d. Suhu

Dimana kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{\text{pembacaan dial} \times 100}{A \times \text{kalibrasi}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana : f_c' = Kuat tekan beton

A = luas benda uji (silinder)

- Kalibrasi : - beton umur 7 hari = 0.65
 - beton umur 14 hari = 0.88
 - beton umur 21 hari = 0.95
 - beton umur 28 hari = 1.00

Kuat Tekan rata – rata adalah nilai rata-rata kuat tekan beton dari sejumlah beton yang sama jenisnya. Dimana kuat tekan rata-rata dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_c' m = \frac{\sum f_c'}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana : $f_c' m$ = kuat tekan rata-rata

$\sum f_c'$ = jumlah nilai kuat tekan

n = jumlah benda uji untuk satu jenis perlakuan

Kuat tekan karakteristik beton adalah kuat tekan dimana dari sejumlah pemeriksaan ada kemungkinan kuat tekan yang kurang dari kuat tekan yang disyaratkan terbatas sampai 5 % (Samekto, 2001). Dimana kuat tekan karakteristik dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f_c' k = f_c' m - 1.64S \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana : $f_c' k$ = kuat tekan karakteristik

$f_c' m$ = kuat tekan rata-rata

S = standart deviasi

Untuk menentukan besarnya batas bawah dan batas atas dari kuat tekan karakteristik maka dilakukan perhitungan f_c' up dan f_c' down. f_c' up adalah suatu garis yang menyatakan penyimpangan paling tinggi dari nilai baku, sedangkan f_c' down adalah garis yang merupakan batas kontrol bawah yang merupakan penyimpangan paling rendah yang diijinkan. Dimana f_c' up dan f_c' down dihitung dengan menggunakan rumus :

$$F_c'k = f_c'm \pm 1.64 S \dots\dots\dots(2.4)$$

Dan apabila semua titik-titik pengujian berada didaerah yang dibatasi oleh garis f_c' up dan f_c' down dikatakan proses. Ini berarti bahwa proses berlangsung atau beroperasi dibawah penyebab wajar sebagaimana yang diharapkan. Dan apabila terdapat suatu titik jauh berad dibawah f_c' up dan f_c' down, maka dikatakan bahwa diduga telah terjadi hal yang tidak wajar dan perlu diadakan suatu perbaikan.

Dalam pengujian statistik ini dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis perhitungan yaitu meliputi :

Variasi kekuatan silinder disebabkan oleh berbagai factor yang berbeda. Faktor ini cenderung mengurangi kekuatan tekan, meskipun terdapat pula factor yang mengakibatkan peningkatan kekuatan beton.

Jadi sebenarnya kuat tekan yang diperoleh tergantung pada keseimbangan besarnya pengaruh positif dan negatif. Sedangkan besarnya penyimpangan (deviasi) dari harga rata-rata tergantung dari penjumlahan pengaruh positif dan negatif. Pada umumnya dijumpai bahwa hasil keseluruhan kuat tekan terletak didekat nilai rata-rata dengan angka penurunan menunjukkan penyimpangan (J. Murdock, 1999). Dimana variasi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Variasi} = \frac{S}{f_c'm} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana : S = standart deviasi

$f_c'm$ = kuat tekan rata - rata

Analisa kuat tekan yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai distribusinya ada hubungannya dengan teori probabilitas (kemungkinan) jadi hasilnya mengikuti suatu distribusi normal (Gaussen). Distribusi Gaussen mempunyai sifat yang keseluruhannya ditentukan nilai rata-rata seperangkat hasil pengujian beserta standart deviasi (L. J. Murdock, 1999).

Standart deviasi dengan notasi 's' merupakan bentuk simpangan rata-rata yang diperbarui dan juga merupakan ukuran dispersi yang lebih umum dipergunakan. Dalam kenyataannya standart deviasi adalah demikian pentingnya sehingga menjadi standart ukuran dispersi. Kuadrat dari standart deviasi disebut varians s^2 .

Dimana standart deviasi dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (fc' - fc'm)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.6)$$

- dimana : s = standart deviasi
 fc' = kuat tekan beton
 $fc'm$ = kuat tekan rata-rata
 n = jumlah benda uji

Tabel 2.5 Ukuran Mutu Pelaksanaan

Volume pekerjaan		Standart deviasi (S) kg/ cm ²		
Keterangan	Σ beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Sedang
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 ≤ 65	45 < S ≤ 65	35 < S ≤ 55

Sumber : PBI 1971

Tabel 2.6 Perbandingan Kekuatan Beton Pada Berbagai Perbedaan Umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,15	1,35
Semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber : PBI 1971

Tabel 2.7 Koefisien Variasi (V)

	Amat baik	Baik	Cukup	Kurang
Variasi (%)	$V < 10$	$10 < V < 15$	$15 < V < 20$	> 20

Sumber : USBR 1965



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Studi Kepustakaan

Dilakukan untuk memperoleh data-data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan, yang merupakan hasil dari peneliti terdahulu atau Buku petunjuk praktikum yang ada dan literatur-literatur lainnya yang berhubungan dengan penelitian proyek akhir. Studi kepustakaan ini nantinya akan dipakai sebagai landasan atau dasar penelitian proyek akhir.

3.2 Konsultasi

Konsultasi dilakukan dengan Dosen pembimbing proyek akhir untuk mencapai hasil yang sempurna, baik proses kegiatan penelitian maupun proses penyusunan laporan proyek akhir.

3.3 Persiapan Bahan Dan Materi

Bahan atau materi yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah beton. Yaitu kuat tekan beton $f_c' 17,5 \text{ Mpa}$ yang menggunakan air laut sebagai campuran beton. Air laut di ambil dari daerah di sekitar Jember. Yaitu di Watu Ulo. Benda uji yang akan dibuat adalah berbentuk silinder dengan ukuran, yaitu berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah sampel sebanyak 10 buah untuk setiap perbandingan. Jumlah total keseluruhan benda uji sebanyak 80 buah benda uji.

3.3.1 Alat.

Peralatan yang akan dipakai dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Satu set saringan ASTM
2. Alat getar
3. Timbangan analitis 2600 gr
4. Timbangan analitis 25 kg
5. Mold standart
6. Mesin mollen kapasitas $\frac{1}{2} m^3$
7. Gerobak dorong
8. Scoop
9. Perojok besi berdiameter 1,6 cm dan panjang 60 cm
10. Satu set alat Slump Test
11. Mesin uji kuat tekan
12. Cetakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
13. Pienometer
14. Stopwatch
15. Molen (Kapasitas Max 10 Benda Uji)
16. Oven
17. Alat bantu lainnya

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan beton:

1. Semen PPC
2. Pasir
3. Kerikil (butiran max 40 mm)
4. Air
5. Air laut
6. Larutan NaOH
7. Air suling

3.4 Pengujian Material

Pengujian material meliputi pengujian agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah) dan semen PPC. Sedangkan untuk air tidak dilakukan pengujian karena sudah dianggap memenuhi syarat sebagai campuran beton. Pengujian material ini dilakukan untuk memperoleh data-data spesifikasi material yang nantinya akan diperlukan dalam rancangan adukan beton.

3.4.1 Pengujian Semen

Dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat karakteristik semen yang diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Konsistensi normal semen (ASTM C 187 – 79)
Bertujuan untuk mengukur kadar air normal yang digunakan untuk mengikat dan mengeringnya semen portland denga menggunakan alat vikat.
2. Waktu mengikat dan mengeras semen portland (ASTM C 191 – 71)
Bartujuan untuk mengukur waktu mengikat dan mengeras semen
3. Berat jenis semen (ASTM C 188 – 78)
Untuk mengukur berat jenis semen

$$BJ \text{ semen} = 0,8 \frac{W_1}{W_2 + W_3 - W_2} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

W_1 = berat semen (gr)

W_2 = berat semen + minyak + picnometer (gr)

W_3 = berat picnometer + minyak (gr)

4. Kehalusan semen

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengujian kehalusan semen portland dan membuktikan bahwa semen portland mempunyai kehalusan.

$$\text{Kehalusan semen (F)} = \frac{A}{B} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

F = kehalusan semen (gr)

A = berat semen yang tertahan di atas masing – masing saringan No. 100 dan No. 200 (gr)

B = berat semen semula (gr)

5. Berat volume semen

Bertujuan untuk mengukur berat volume semen

$$BV = \frac{(W2 - W1)}{V} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan :

W1 = berat silinder (gr)

W2 = berat silinder + semen (gr)

V = volume silinder (cm³)

3.4.2 Agregat halus (pasir alami)

Dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat karakteristik dari agregat halus yang nantinya akan dibutuhkan untuk mix design. Pengujiannya antara lain :

1. Analisa saringan pasir

Untuk mengukur distribusi ukuran pasir atau gradasi pasir sehingga akan diketahui golongan / zona pasir dan modulus kehalusannya.

2. Kelembaban pasir (ASTM C 556 – 72)

Bertujuan untuk mengukur kelembaban pasir asli dengan cara kering.

$$\text{Kelembaban pasir} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan :

W1 = berat pasir asli (gr)

W_2 = berat pasir oven (gr)

3. Berat jenis pasir (ASTM C 128 – 73)

Bertujuan untuk mengukur berat jenis pasir dalam kondisi SSD.

$$BJ \text{ pasir} = \frac{W_1}{W_1 - W_3 + W_2} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

W_1 = berat pasir + air + picnometer (gr)

W_2 = berat pasir SSD (gr)

W_3 = berat picnometer + air (gr)

4. Air resapan pasir (ASTM C 127 – 77)

Bertujuan untuk mengukur kadar air resapan pasir.

$$KAR = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan :

W_1 = berat pasir SSD (gr)

W_2 = berat pasir oven (gr)

5. Berat volume pasir (ASTM C 556 – 72)

Bertujuan untuk mengukur berat volume pasir baik dalam keadaan lepas maupun padat.

$$BV \text{ pasir} = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

W_1 = berat silinder (gr)

W_2 = berat silinder + pasir (gr)

V = volume silinder (gr)

6. Pengembangan volume pasir

Bertujuan untuk mengukur prosentase volumeudara yang terkandung dalam rongga antar butir.

$$\text{Bulking volume pasir} = \frac{V1 - V2}{V2} \times 100\% \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

V1 = volume pasir semula (cm^3)

V2 = volume pasir dalam air (cm^3)

7. Kebersihan pasir terhadap bahan organik

Bertujuan untuk mengukur kebersihan pasir terhadap bahan – bahan organik.

8. Kebersihan pasir terhadap lumpur

Bertujuan untuk mengukur banyaknya lumpur dalam pasir baik dengan cara kering maupun basah.

a. cara kering

$$KL = \frac{W1 - W2}{W2} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

W1 = berat pasir kering asli (gr)

W2 = berat pasir bersih kering (gr)

b. cara basah

$$KL = \frac{h}{H} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

h = tinggi lumpur (gr)

H = tinggi pasir dalam air (gr)

3.4.3 Agregat kasar (batu pecah)

Dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat karakteristik dari agregat kasar yang dibutuhkan untuk mix design. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Analisa saringan agregat kasar (ASTM C 136 – 76)

Untuk mengukur distribusi ukuran agregat kasar atau gradasi agregat kasar sehingga akan diketahui butir maksimal agregat kasar dan modulus kehalusannya.

2. Kelembaban agregat kasar (ASTM C 556 – 72)

Bertujuan untuk mengukur kelembaban agregat kasar dengan cara kering.

$$\text{Kelembaban agregat kasar} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots (2.17)$$

Dengan :

W1 = berat agregat kasar di udara (gr)

W2 = berat agregat kasar oven (gr)

3. Berat jenis agregat kasar (ASTM C 128 – 73)

Bertujuan untuk mengukur berat jenis agregat kasar dalam kondisi SSD.

$$\text{BJ agregat kasar} = \frac{W1}{W1 - W2} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

W1 = berat agregat kasar di udara (gr)

W2 = berat agregat kasar dalam air (gr)

4. Air resapan agregat kasar (ASTM C 127 – 77)

Bertujuan untuk mengukur kadar air resapan agregat kasar

$$\text{KAR} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots (2.19)$$

Dengan :

W1 = berat agregat kasar kondisi SSD (gr)

W2 = berat agregat kasar oven (gr)

5. Berat volume agregat kasar / kerikil (ASTM C 29 – 78)

Bertujuan untuk mengukur berat volume agregat kasar baik dalam keadaan lepas maupun padat.

$$BV \text{ agregat kasar} = \frac{W2 - W1}{V} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

W1 = berat silinder (gr)

W2 = berat silinder + agregat kasar (gr)

V = volume silinder (gr)

6. Kebersihan agregat kasar terhadap lumpur cara kering (ASTM C 117 – 76)

Bertujuan untuk mengukur kadar lumpur agregat kasar

$$KL = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan :

W1 = berat agregat kasar kering asli (gr)

W2 = berat agregat kasar kering oven (gr)

7. Ketahanan agregat (impact test)

Bertujuan untuk mengetahui ketahanan atau kekekalan butiran agregat.

$$\text{Nilai impact} = \frac{A - B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan :

A = berat agregat (gr)

B = berat yang tertahan saringan (gr)

3.4.4 Mix Design (rancangan adukan beton)

Perhitungan mix design dilakukan untuk mengetahui proporsi kebutuhan material (kerikil, pasir, semen dan air) dalam campuran beton. Metode rancangan adukan beton yang dipakai adalah metode yang biasa dipakai oleh Departemen Pekerjaan umum yaitu metode DOE yang merupakan pengembangan dari metode rancangan adukan beton cara inggris.

3.5 Pembuatan Benda Uji

Adapun pembuatan benda uji menggunakan metode DOE (*Department Of Environment*).

- a. Siapkan masing-masing bahan campuran sesuai dengan ukuran yang ditentukan.
- b. Masukkan pasir dan kerikil ke dalam molen.
- c. Kemudian masukkan semen, hingga tercampur secara merata kemudian diberi air atau air laut sedikit demi sedikit sampai habis air yang disediakan sesuai dengan FAS yang telah ditentukan.
- d. Pemutaran molen sampai adukan beton merata/homogen untuk menghindari terjadinya segregasi.
- e. Melakukan pengujian Slump dengan menggunakan kerucut Abrams.
- f. Mengisi cetakan silinder dengan adukan beton dalam tiga lapis dengan tiap lapis dirojok sebanyak 25 kali sampai cetakan terisi penuh. Rojokan ini bertujuan untuk menghindari terbentuknya rongga dalam beton.
- g. Mendinginkan beton segar dalam cetakan selama 18 – 24 jam, setelah itu baru dikeluarkan dari cetakan.

3.6 Perawatan

Perawatan dilakukan dengan cara merendam benda uji beton sesuai dengan umur yang direncanakan (28 hari). Perendaman dilakukan untuk menghindari pengaruh cuaca terhadap proses pengerasan beton dan dapat mempengaruhi kekuatan beton.

3.7 Pengujian Kuat Tekan

Pada dasarnya pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton f_c' 17,5 Mpa antara beton menggunakan air normal dengan air laut

sebagai campuran beton dengan FAS yang berbeda – beda yang telah ditentukan. Yaitu (0,60), (0,55), (0,50), (0,45).

Adapun langkah-langkah dalam pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. menyiapkan benda uji beton yang akan diuji kuat tekannya dengan mengeluarkan dari tempat perendaman dan mendinginkannya selama ± 24 jam, kemudian menimbang beratnya dengan timbangan analitis 25 kg.
2. menempatkan benda uji dalam mesin kuat tekan (*compression strenght*) tepat pada centernya.
3. membuka beban (*load*) dengan memutar stang beban ke arah *load*.
4. menghidupkan mesin agar mesin dapat membebani benda uji sampai pada saat benda uji beton tidak kuat lagi menahan beban yang ditunjukkan dengan berhenti naiknya jarum (hitam dan merah) penunjuk beban (dalam KN) dan biasa diikuti dengan retaknya benda uji.
5. mematikan mesin tepat pada saat kedua jarum mulai tidak dapat naik lagi atau jarum hitam mulai turun.
6. mengurangi beban dengan memutar stang beban ke arah *unload* sedikit demi sedikit agar jarum hitam tidak bergerak turun dengan cepat karena hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada mesin.
7. membaca dan mencatat beban maksimum dari benda uji beton tersebut.
8. mengeluarkan benda uji setelah mesin benar – benar tidak membebani (*unload maksimum*)

3.8 Analisa Dan Pembahasan

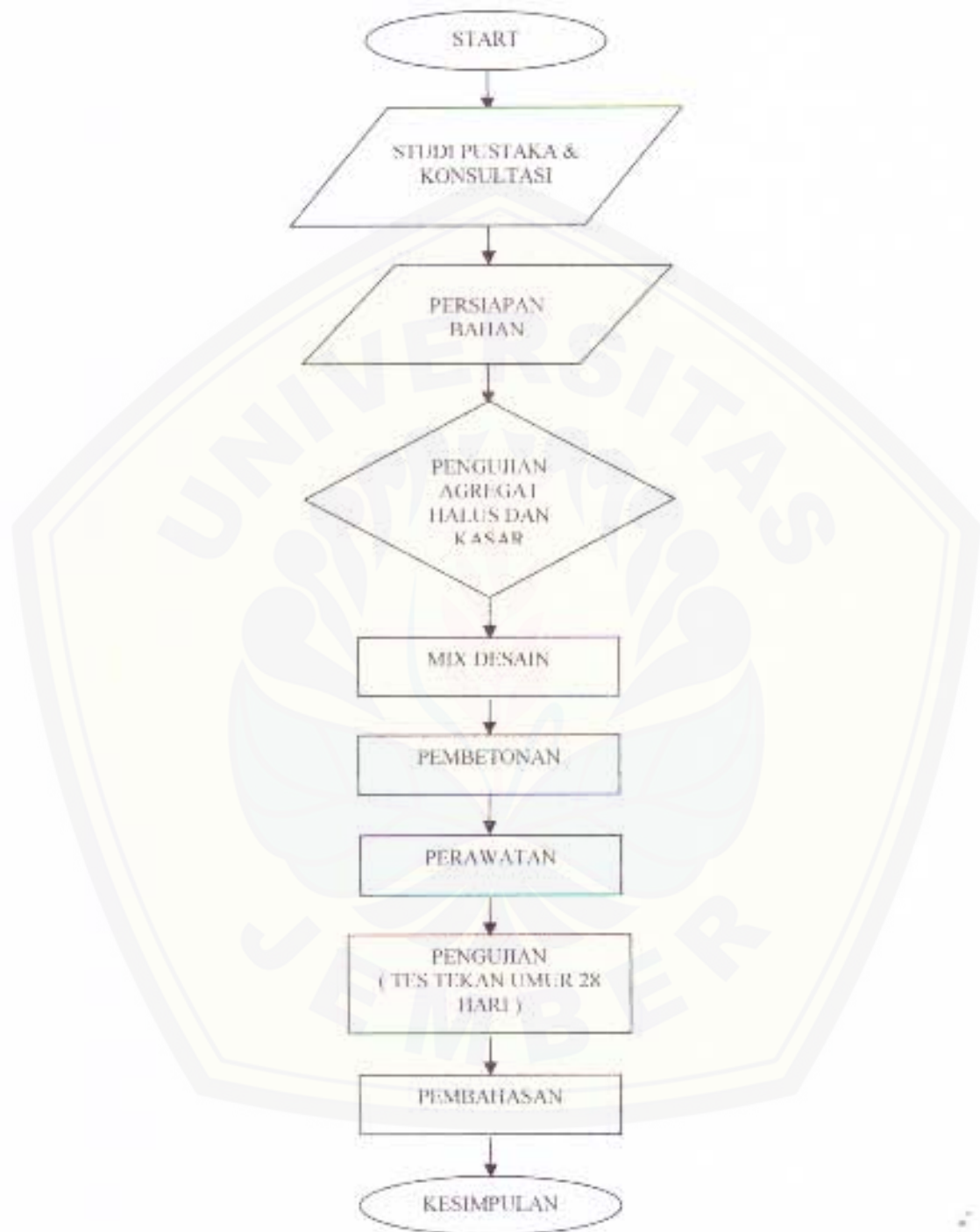
Dalam penelitian ini dilakukan beberapa analisa dan pembahasan diantaranya sebagai berikut :

1. Analisa hasil pengujian semen
2. Analisa hasil pengujian agregat (kasar dan halus)
3. Analisa pembuatan dan perawatan benda uji
4. Analisa pengujian kuat tekan beton

Dengan menekan benda uji beton sampai hancur pada mesin tekan beton, akan diperoleh beban hancurbeton. Kemudian beban hancur beton ini dibagi dengan luasan permukaan benda uji yang tertekan, maka akan diperoleh besarnya tegangan tekan beton. Jadi kuat tekan beton adalah beban persatuan luas yang menyebabkan beton hancur.

3.9 Kesimpulan

Sebuah kesimpulan harus singkat, mudah dimengerti dan dapat menjawab apa yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah. Kesimpulan itu sendiri ditarik dari hasil analisa dan pembahasan terhadap data – data laboratorium. Dalam penelitian ini sebuah kesimpulan harus dapat menyebutkan pengaruh penggunaan air bersih dan air laut yang masing – masing mendapatkan empat perlakuan dalam pengujian kuat tekan beton.



Gambar 3.1 Diagram Alur Pelaksanaan Proyek Akhir.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Pada FAS 0,45 , besar slump = 9,0 dan kuat tekan rata – rata untuk air bersih adalah 34,80 Mpa. Sedangkan untuk air laut adalah 28,52 Mpa. Variasinya 31,93 %. Karena persentase variasinya paling kecil diantara yang lain.

Proporsi semen yang digunakan dalam adukan beton lebih kecil dibandingkan proporsi semen dari hasil perhitungan metode DOE.

5.2 SARAN

Untuk menghasilkan hasil analisa yang lebih sempurna sebaiknya dilakukan pengujian lanjutan. Misalnya kandungan air laut.

Pengujian untuk bahan pembentuk beton sebaiknya seluruh pengujian harus dilakukan.

Nilai FAS yang digunakan seharusnya dilakukan penambahan semen.

DAFTAR PUSTAKA

Astanto, T.B. *Konstruksi Beton Bertulang*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SK SNI – 15 – 1991 – 03 . Bandung: Penerbit Yayasan LPMB.

Murdock, L.J dan Brook, K.M. 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Mulyono Tri., 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sumekto, W. Rahmadiyanto, C. 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jakarta. Penerbit Kanisius.

LAMPIRAN

I. SEMEN

1.1 Susunan Unsur - Unsur Kimia Semen

Oksida	Persen
Kapur, CaO	60 – 65
Silika, SiO ₂	17 – 25
Alumina, Al ₂ O ₃	3 – 8
Oksida besi, Fe ₂ O ₃	0,5 – 6
Oksida magnesia MgO	0,5 – 4
Sulfur, SO ₃	1 – 2
Soda/potash, Na ₂ O + K ₂ O	0,5 – 1

Sumber : *Konstruksi Beton Bertulang, 2001.*

Masih ditambah sedikit unsur – unsur lain :

- *Trikalsium silikat (C₃S)* atau 3CaO, SiO₂
- *Dikalsium silikat (C₂S)* atau 2CaO, SiO₂
- *Trikalsium aluminat (C₃A)* atau 3CaO, Al₂O₃
- *Tetrakalsium aluminoforit (C₄AF)* atau 4CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃

1.2 Tabel Persyaratan Jumlah Semen Minimum

Jenis pembetonan	Semen min (kg/ m ³)
Beton di dalam ruang bangunan	
a) Keadaan keliling non-korosif	275
b) Keadaan keliling korosif	325
Beton di luar ruang bangunan	
a) Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
b) Terlindung dari hujan dan matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah	
▪ Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325

Sumber : SK. SNI. T-15-1990-03

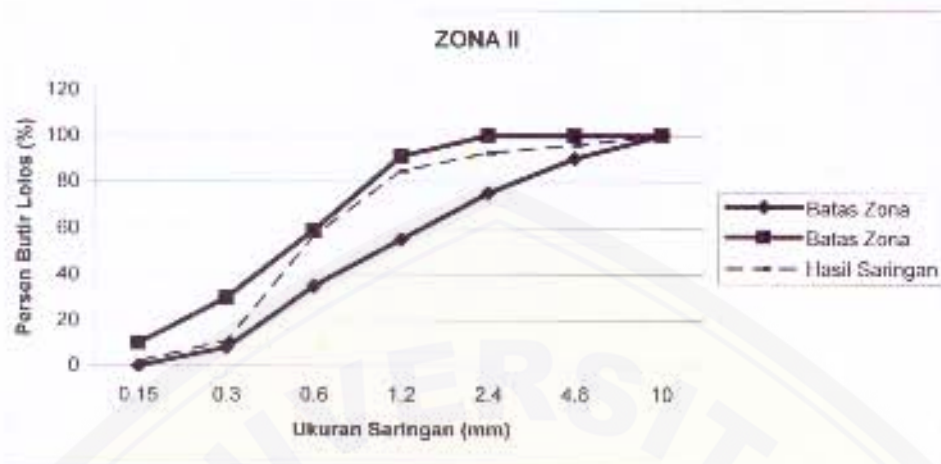
2. AGREGAT HALUS (pasir)

2.1 Tabel batas gradasi pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 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

Sumber : SK. SNI. T-15-1990-03

2.2 Gambar Daerah gradasi pasir zona II



Sumber SNI, T-15-1990-03

2.3 Tabel bahan butir yang lewat ayakan

Lubang ayakan (mm)	Persen bahan 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	85 – 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

Sumber ; beton bertulang, 2001

Keterangan :

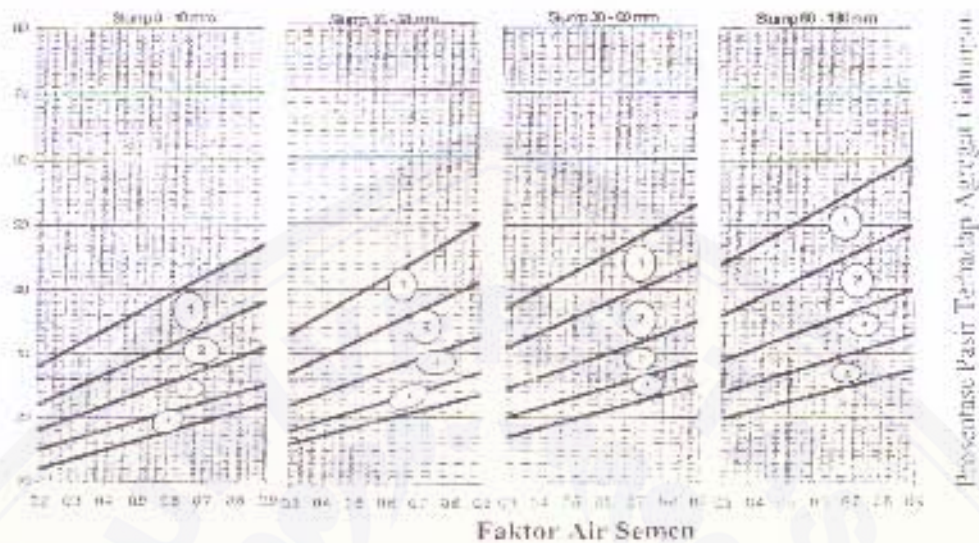
Daerah I = pasir kasar

Daerah II = pasir agak kasar

Daerah III = pasir agak halus

Daerah IV = pasir halus

2.4 Gambar grafik prosentase agregat halus terhadap agregat campuran untuk ukuran butir maksimum 40 mm



Sumber : Teknologi beton

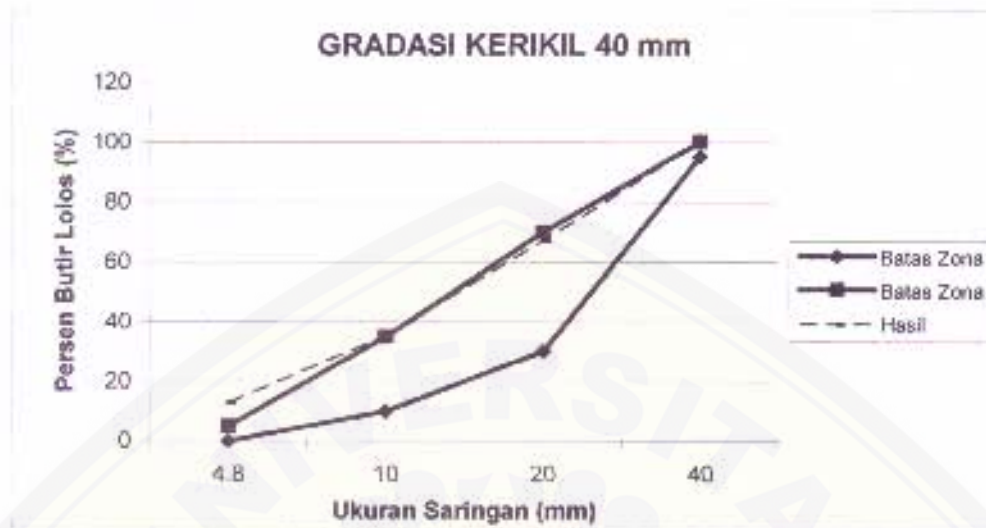
3. AGREGAT KASAR (kerikil)

3.1 Tabel batas gradasi agregat kasar (kerikil)

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100
20	30 – 70	95 – 100
10	10 – 35	25 – 55
4,8	0 – 5	0 – 10

Sumber : Konstruksi beton bertulang, 2001

3.2 Gambar Daerah gradasi kerikil ukuran maksimal 40 mm.



Sumber :SK. SNL. T – 15 – 1990 – 03

Tabel 3.3 Analisa Campuran Pasir dan Kerikil Butir Maksimum 40 mm.

saringan	% komulatif		% komulatif		Campuran pasir + kerikil				Total gabungan	
	tertinggal		lolos		tertinggal		lolos		tertinggal	lolos
	pasir	kerikil	pasir	kerikil	pasir	kerikil	pasir	kerikil	%	%
					26 %	74 %	26 %	74 %		
3"	0	0	100	100	0	0	26	74	0	100
3/2"	0	0	100	100	0	0	26	74	0	100
3/4"	0	32,93	100	67,07	0	24,368	26	49,632	24,368	75,63
3/8"	0	64,72	100	35,28	0	47,893	26	26,107	47,893	52,11
4	4,2	87,17	95,8	12,83	1,092	64,506	24,91	9,494	65,598	34,40
8	7,5	96,01	92,5	3,99	1,95	71,047	24,05	2,953	72,997	27,00
16	15,3	97,31	84,7	2,69	3,978	72,009	22,02	1,991	75,8987	24,01
30	43,5	98,11	56,5	1,89	11,31	72,601	14,69	1,399	83,911	16,09
50	89,1	98,68	10,9	1,32	23,166	73,023	2,83	0,977	96,189	3,811
100	98	99,43	2	0,57	25,48	73,578	0,52	0,422	99,058	0,942
Pan										
jumlah	257,6	674,4							566,00	

Sumber Hasil penelitian

Modulus halus agregat gabungan: 5,66

Menghitung proporsi pasir pada campuran beton

Rumus :

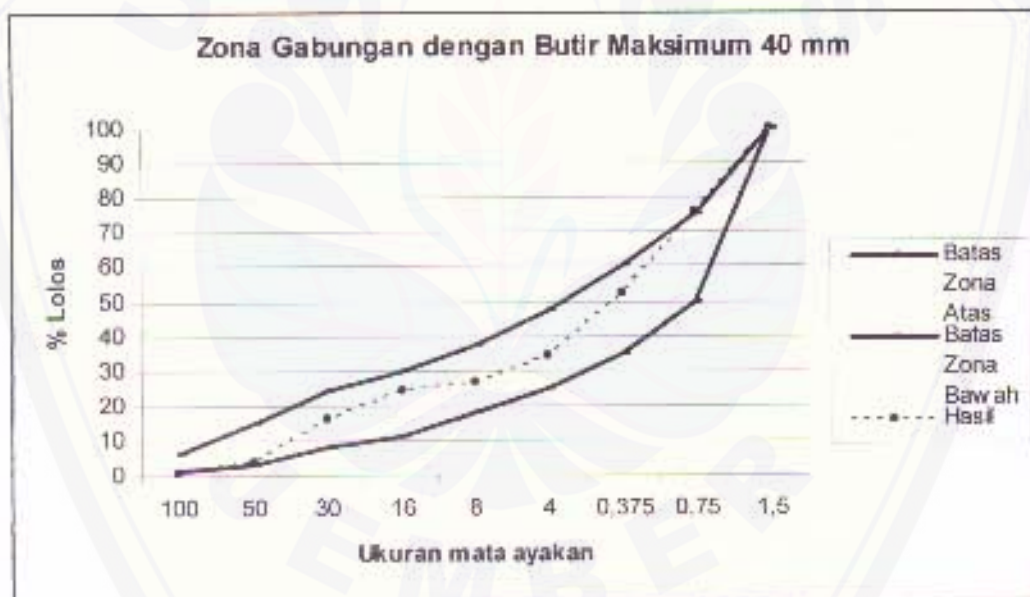
$$X = \frac{100(C - B)}{A - B}$$

Dengan, X=prosentase pasir yang akan digabungkan = 26,72

A=jumlah % kumulatif lolos pasir pada saringan no.4.=(95,8)

B= jumlah % kumulatif lolos kerikil pada saringan no.4.=(12,83)

C=Angka ideal dari zona gabungan ideal sesuai ukuran agregat maksimumnya pada saringan no.4.=(35)



Sumber Hasil penelitian

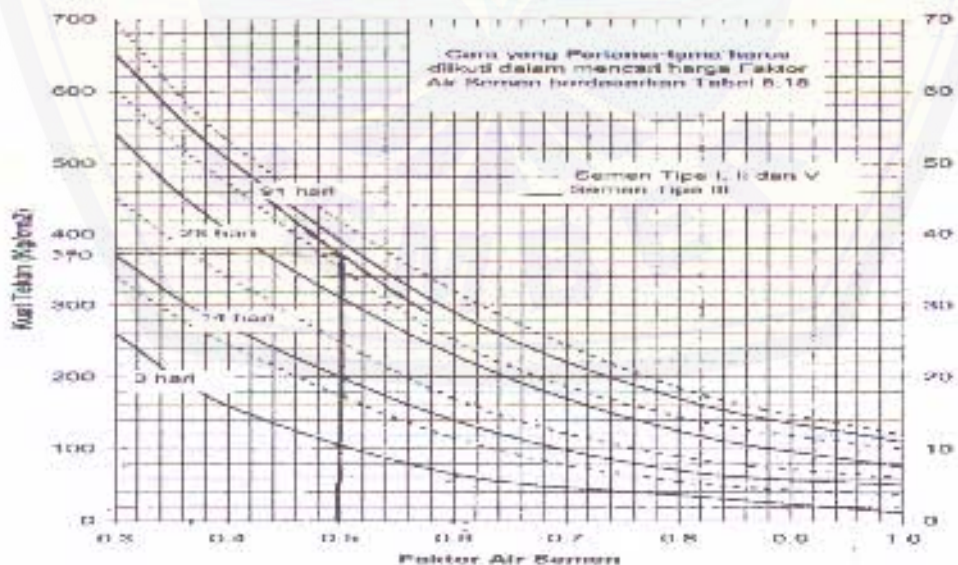
Gambar 3.3 Hasil Analisa Ayakan Agregat Gabungan.

4. AIR LAUT

Unsur – unsur dalam air laut

Unsur Kimia	Kandungan (ppm)
Clorida (Cl)	19.000
Natrium (Na)	10.600
Magnesium (Mg)	1.270
Sulfur (S)	880
Calium (Ca)	400
Kalsium (K)	380
Brom (Br)	65
Carbon (C)	28
Cr	13
B	4,6

5. Gambar Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen untuk Benda Uji Silinder (diameter 150 mm, tinggi 300 mm).



Sumber : Teknologi beton

6. Ukuran Mutu Pelaksanaan

Volume pekerjaan		Standart deviasi (S) kg/ cm ²		
Keterangan	Σ beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Sedang
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 ≤ 65	45 < S ≤ 65	35 < S ≤ 55

Sumber : PBI 1971

7. Perbandingan Kekuatan Beton Pada Berbagai Perbedaan Umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,15	1,35
Semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber : PBI 1971

8. Tabel Nilai Deviasi Standar untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Deviasi Standar (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

Sumber : Konstruksi beton bertulang

9. Koefisien Variasi (V)

	Amat baik	Baik	Cukup	Kurang
Variasi (%)	$V < 10$	$10 < V < 15$	$15 < V < 20$	>20

Sumber : USBR 1965

10. Tabel Perkiraan kuat tekan beton (Mpa) dengan Faktor Air Semen 0,05

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (N/mm^2)				Bentuk benda uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
I,II,V	Alami	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Alami	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
III	Alami	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Alami	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : Tabel 2 SK. SNL T - 15 - 1990 - 03 : 6

11. Tabel Persyaratan fas maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus.

Jenis pembetonan	Fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a) Keadaan keliling non-korosif	0,60
b) Keadaan keliling korosif	0,52
Beton di luar ruang bangunan	
a) Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b) Terlindung dari hujan dan matahari langsung	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah	
▪ Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55

Sumber Tabel 2 SK., SNI. T - 15 - 1990 03 : 6

12. Tabel Penetapan Nilai Slump

Pemakaian beton	Maksimal	Minimal
Dinding, plat 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

13. Tabel Batas Toleransi Nilai Slump

Nilai Slump Maksimum Tertulis Dalam Spesifikasi	Toleransi
3 in (76 mm) atau lebih kecil	0 – 1.5 in (0-38mm)
Lebih besar dari 3 in (76 mm)	0 – 2.5 in (0-63mm)
Nilai Slump Maksimum Tidak Tertulis dalam Spesifikasi	
Lebih kecil atau sama dengan 2 in (50 mm)	± 0.5 in (13 mm)
2 in – 4 in (50 – 100 mm)	+ 1.0 in (25 mm)
Lebih besar dari 4 in (100 mm)	+ 1.5 in (38 mm)

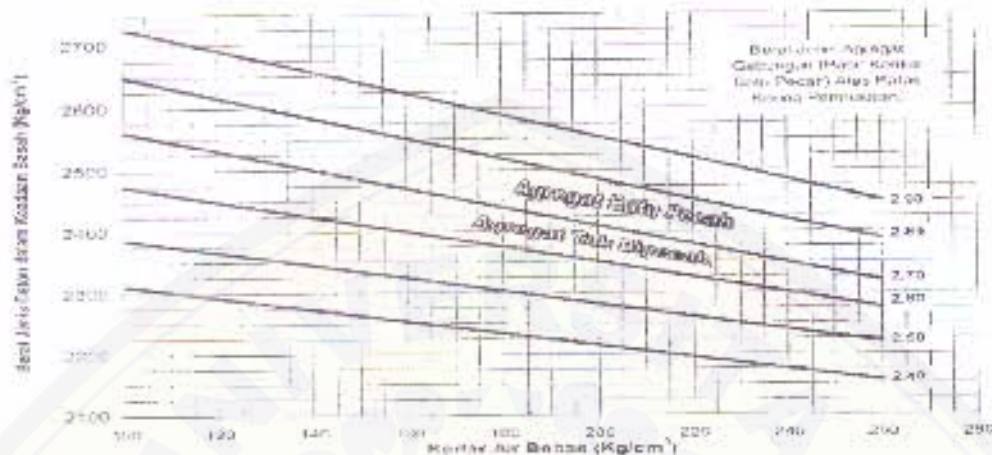
Sumber ASTM C. 685

14. Tabel Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter).

Besarnya ukuran maksimal Kerikil (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	070	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : " Teknologi beton " oleh Candra Rahmadiyanto, ST

15. Gambar grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton.



Sumber : Teknologi beton

16. Rancangan Pembuatan Adukan Beton f_c' 17,5 Mpa

Volume	Berat beton (Kg)	Air (L)	Semen (Kg)	Ag. Halus (Kg)	Ag. Kasar (Kg)
1 m ³	2300	185	285	598	1702
1 uji silinder (0,0053 m ³)	12,19	0,98	1,51	3,17	9,02
6 uji silinder (0,0318 m ³)	73,14	5,88	9,06	19,02	51,12

17. Tabel koreksi kadar air.

Uraian	pasir	kerikil	semen
Berat jenis (SSD)	2,72	2,68	3,15
Kadar air /Kelembapan	7,54%	0,85%	-
Daya serap	4,67%	2,20%	-
Berat isi	1,54	1,52	1,25
Gradasi	Zone 2	Maks 40mm	-

18. Tabel data berat benda uji silinder dengang menggunakan air bersih

No	percobaan	kerikil	pasir	semen	air	fas	slump	W benda uji
1	1. normal	41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	12,98
2		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	11,00
3		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,00
4		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,00
5		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	12,98
6		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,03
7		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,18
8		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,06
9		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,24
10		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,10
1	2. normal	41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,08
2		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,08
3		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,10
4		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,11
5		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,00
6		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	12,90
7		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,00
8		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,20
9		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,15
10		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,01
1	3. normal	41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,05
2		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,10
3		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,10
4		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,05
5		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,20
6		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	12,98
7		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	12,95
8		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	12,96
9		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,15
10		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,05
1	4. normal	41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,02
2		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,10
3		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,20
4		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,00
5		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,05
6		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	12,95
7		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,15
8		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,05
9		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	12,90
10		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,10

19. Tabel data berat benda uji silinder denggang menggunakan air laut

No	percobaan	kerikil	pasir	semen	air	fas	slump	W benda uji
1	1. air laut	41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,06
2		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	12,96
3		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,15
4		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,25
5		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,14
6		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,03
7		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,07
8		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,05
9		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,03
10		41,9	14,5	9,81	5,89	0,60	11,00	13,00
1	2. air laut	41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,05
2		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,08
3		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,04
4		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	12,86
5		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,00
6		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,10
7		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,20
8		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,05
9		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,22
10		41,9	14,5	9,81	5,4	0,55	10,50	13,15
1	3. air laut	41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,02
2		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,15
3		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	12,96
4		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	12,98
5		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,00
6		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,15
7		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,05
8		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,10
9		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,25
10		41,9	14,5	9,81	4,9	0,50	10,00	13,10
1	4. air laut	41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,02
2		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,15
3		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,25
4		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,05
5		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,15
6		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,22
7		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,10
8		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,22
9		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,05
10		41,9	14,5	9,81	4,42	0,45	9,00	13,12