



PROYEK AKHIR

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON
YANG MENGGUNAKAN DUA KELOMPOK
AGREGAT YANG BERBEDA



Medik
Pembinaan
Tgl. 12 Nov 2002
No. Induk: SRS
Klass 693.5
ANI
p
@/

Oleh :

ANI SUHARTINI (991903301113)
ETIK HARIYANI (991903301114)

JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JEMBER
2002

LEMBAR PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON
YANG MENGGUNAKAN DUA KELOMPOK
AGREGAT YANG BERBEDA**

Diajukan sebagai syarat Yudisium Tingkat Diploma III Studi Teknik Sipil
Program – Program Diploma III Teknik
Universitas Jember


Oleh :

ANI SUHARTINI
991903301113

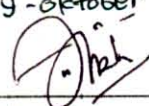
ETIK HARIYANI
991903301114

Telah diuji dan disetujui oleh :

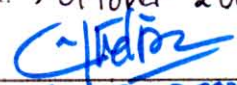
1. **Akhmad Hasanuddin, ST.MT.**
Dosen Pembimbing I/Ketua Sidang


tgl. 9 - oktober 2002

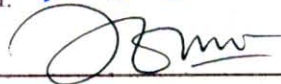
2. **Yeny Dhokhikah, ST.**
Dosen Pembimbing II


tgl. 9 Oktober 2002

3. **Indra Nurtjahjaningtyas, ST. MT.**
Dosen Penguji


tgl. 9 - 10 - 2002

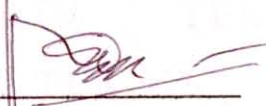
4. **Sonya Sulistyono, ST.**
Dosen Penguji


tgl. 9 - 10 - 2002

5. **Ir. Krisnamurti**
Dosen Penguji


tgl.

6. **Ir. Hernu Suvoso**
Dosen Penguji


tgl. 9 - oktober 2002

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON
YANG MENGGUNAKAN DUA KELOMPOK
AGREGAT YANG BERBEDA**

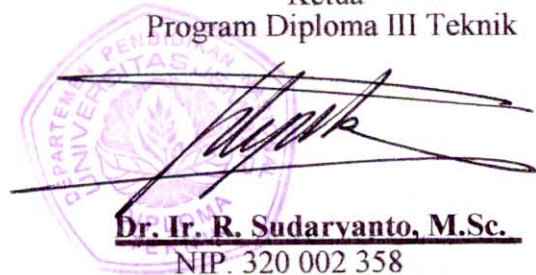
Mengetahui

Ketua Jurusan
Program Studi Teknik Sipil



Sonya Sulistyono, ST.
NIP. 132 231 418

Ketua
Program Diploma III Teknik



Dr. Ir. R. Sudaryanto, M.Sc.
NIP. 320 002 358

ABSTRAK

Oleh

ANI SUHARTINI dan ETIK HARIYANI

Beton merupakan bahan konstruksi bangunan yang paling luas penggunaannya dan sangat dibutuhkan dalam jumlah yang besar untuk setiap konstruksi bangunan. Sehingga dibutuhkan lokasi terbaik untuk mendapatkan bahan pembentuk beton (agregat) agar dapat memenuhi kebutuhan akan beton.

Tujuan dalam percobaan ini yaitu untuk membandingkan kuat tekan beton yang disusun oleh agregat yang berasal dari dua lokasi yang berbeda yaitu agregat Sungai Pring Tali Pakusari dan agregat Gumuk Kerang Sumpersari .

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perbedaan jenis agregat pada kuat tekan beton, maka diadakan penelitian dengan mencetak kubus-kubus beton sejumlah 20 buah untuk masing-masing perlakuan dengan proporsi campuran 1:2:3 dalam komposisi berat dengan menggunakan variabel tetap yaitu Semen PC I dan $FAS = 0.5$. Proses uji tekan dilakukan pada saat kubus-kubus tersebut berumur 21 hari.

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton yang disusun oleh agregat Gumuk Kerang Sumpersari lebih rendah 4.4% dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat yang berasal dari sungai Pring Tali Pakusari.

Berdasarkan hasil pengujian dapat diperoleh lokasi terbaik untuk sumber pengambilan agregat, yaitu agregat sungai Pring Tali Pakusari .



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dengan segala limpahan rahmat dan anugerah-NYA, kami dapat menyelesaikan dan menyusun Proyek Akhir yang berjudul **Pengujian Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Dua Kelompok Agregat Yang Berbeda.**

Proyek Akhir yang telah kami selesaikan merupakan suatu persyaratan mutlak atau wajib kami tempuh untuk memenuhi kurikulum pada semester 6 (enam) yang merupakan syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya (A.m.d) pada Program Studi Diploma III Teknik Universitas Jember.

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, kami dibantu oleh beberapa pihak yang telah memberikan masukan berharga. Baik berupa bimbingan ataupun saran yang dapat menyempurnakan dari tulisan kami. Oleh karena itu perkenankan kami untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang membantu diantaranya kepada :

1. Bapak Dr.Ir R Sudaryanto, MSc selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Sonya Sulistyono, ST. Selaku Ketua Jurusan Program Studi Diploma III Teknik Sipil
3. Bapak Ahmad Hasanuddin, ST.MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan dan segala sesuatu yang bermanfaat untuk penyelesaian Proyek Akhir kami.

4. Ibu Indra Nurtjahjaningtyas, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan dan segala sesuatu yang bermanfaat untuk penyelesaian Proyek Akhir kami.
5. Bapak Moh. Akir, selaku Teknisi Laboratorium Uji Bahan yang telah banyak membantu dalam proses penelitian di laboratorium.
6. Orang Tua yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir kami.
7. Teman – teman seperjuangan yang telah membantu terselesainya Proyek Akhir kami.
8. VIXSAS Computer, rental yang baik hati.
9. Almamater tercinta

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir yang sudah diselesaikan ini belumlah sempurna, untuk itu penulis tidak menutup diri dan menerima kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Proyek Akhir kami.

Akhir kata berharap semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi kami sendiri pada khususnya.

Jember, 26 September 2002

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Semen	6
2.1.1 Semen Portland	7
2.1.2 Sifat Kimia Semen Portland.....	7
2.2 Air	9
2.3 Agregat.....	10
2.3.1 Agregat Halus.....	11
2.3.2 Agregat Kasar.....	11
2.3.3 Agregat Sungai.....	11
2.3.4 Agregat Gumuk.....	12
2.3.5 Sifat-Sifat Agregat	13

2.4 Analisa Agregat.....	14
2.4.1 Analisa Saringan	14
2.4.2 Kadar Air Agregat.....	15
2.4.3 Berat Jenis	15
2.4.4 Air Resapan.....	16
2.4.5 Berat Volume	17
2.4.6 Pengembangan Volume Pasir'	18
2.4.7 Kandungan Bahan Organik	18
2.4.8 Kandungan Lumpur Cara Basah	19
2.4.9 Kandungan Lumpur Cara Kering.....	19
2.5 Kuat Tekan Beton	20
2.6 Kriteria Mutu Beton	22
2.6.1 Kuat Tekan Beton Rata-rata.....	22
2.6.2 Standart Deviasi	23
2.6.3 Kuat Tekan Karakteristik	23
2.7 Pengujian Hipotesa.....	24
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	 26
3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Proyek Akhir.....	26
3.1.1 Mulai	27
3.1.2 Pengumpulan Material	27
3.1.3 Penyusunan Tinjauan Pustaka.....	27
3.1.4 Analisa Agregat.....	27
3.1.5 Pengecoran	28
3.1.6 Perendaman.....	28
3.1.7 Pengujian Kuat Tekan.....	29
3.1.8 Pembahasan.....	29
3.1.9 Kesimpulan	29
3.2 Hipotesa Penelitian.....	29

BAB 4 HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA.....	30
4.1 Semen.....	30
4.2 Air.....	30
4.3 Agregat Halus.....	30
4.4 Agregat Kasar.....	34
4.5 Kuat Tekan Beton	37
4.5.1 Beton Jenis I.....	37
4.5.2 Beton Jenis II.....	38
4.6 Pengujian Hipotesa.....	39
 BAB 5 APLIKASI.....	 40
 BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	 41
6.1 Kesimpulan	41
6.2 Saran	42
 DAFTAR PUSTAKA.....	 43

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 – DATA-DATA PENGUJIAN PASIR KALI

LAMPIRAN 2 – DATA-DATA PENGUJIAN PASIR GUMUK

LAMPIRAN 3 – DATA-DATA PENGUJIAN KERIKIL GUMUK

LAMPIRAN 4 – DATA-DATA PENGUJIAN KERIKIL KALI

LAMPIRAN 5 – DAFTAR TABEL - F

LAMPIRAN 6 – PERHITUNGAN DISTRIBUSI NORMAL

LAMPIRAN 7 – HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persentase Komposisi Semen Portland	6
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Pengujian Pasir	31
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pengujian Kerikil.....	34
Tabel 4.3 Kuat Tekan Karakteristik Beton Jenis I	37
Tabel 4.4 Kuat Tekan Karakteristik Beton Jenis II.....	38
Tabel 6.1 Kesimpulan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

No Lampiran

Lampiran 1 : Data-data Pengujian Pasir Kali

a. Analisa Saringan Pasir.....	L1-1
b. Berat Jenis Pasir.....	L1-1
c. Air Resapan Pasir.....	L1-2
d. Berat Isi Pasir.....	L1-2
e. Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik.....	L1-2
f. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Basah.....	L1-3
g. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Kering.....	L1-3
h. Kadar Air Pasir.....	L1-3
i. Pengembangan Volume Pasir.....	L1-4

Lampiran 2 : Data-data Pengujian Pasir Gumuk

a. Analisa Saringan Pasir.....	L2-1
b. Berat Jenis Pasir.....	L2-1
c. Air Resapan Pasir.....	L2-2
d. Berat Isi Pasir.....	L2-2
e. Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik.....	L2-2
f. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Basah.....	L2-3
g. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Kering.....	L2-3
h. Kadar Air Pasir.....	L2-3
i. Pengembangan Volume Pasir.....	L2-4

Lampiran 3 : Data-data Pengujian Kerikil Gumuk

a. Analisa Saringan Kerikil.....	L3-1
b. Berat Jenis Kerikil.....	L3-2
c. Air Resapan Kerikil.....	L3-2

d. Berat Isi Kerikil.....	L3-2
e. Kadar Air Kerikil.....	L3-3
f. Kebersihan Kerikil Terhadap Lumpur Cara Kering.....	L3-3

Lampiran 4 : Data-data Pengujian Kerikil Kali

a. Analisa Saringan Kerikil.....	L4-1
b. Berat Jenis Kerikil.....	L4-2
c. Air Resapan Kerikil.....	L4-2
d. Berat Isi Kerikil.....	L4-2
e. Kadar Air Kerikil.....	L4-3
f. Kebersihan Kerikil Terhadap Lumpur Cara Kering.....	L4-3

Lampiran 5 : Nilai Kritis Distribusi F.....L5-1

Lampiran 6 : Perhitungan Distribusi Normal

a. Lengkung Distribusi Normal Beton Jenis I.....	L6-1
b. Lengkung Distribusi Normal Beton Jenis II.....	L6-3
c. Luas Kurva Distribusi Normal.....	L6-5
d. Tabel Luas Dibawah Kurva Normal.....	L6-6

Lampiran 7 : Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

a. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Jenis I	L7-1
b. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Jenis II	L7-2



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan memainkan peranan penting dalam kehidupan masyarakat dan seringkali mempengaruhi suasana hidup setiap individu. Sebagian besar dari hidup kita berada di sekitar atau di dalam bangunan, seperti : perumahan, kantor-kantor, pabrik-pabrik, rumah sakit, jembatan dan sebagainya. Pengaruh yang sedemikian luas itu mengakibatkan bangunan memegang peranan penting dalam meningkatkan kesejahteraan dan perekonomian suatu negara. Laju perkembangan di sektor bangunan dapat dilihat dengan meningkatnya kebutuhan bahan-bahan konstruksi. Salah satu bahan konstruksi yang paling banyak dibutuhkan saat ini adalah beton. Penyempurnaan teknik beton belakangan ini pun juga mengalami kemajuan.

Beton adalah bahan yang paling luas penggunaannya. Hal ini karena terdapat faktor-faktor yang mendukung dan menjadikan beton sebagai material bangunan yang umum dan tampak nyata sekali digunakan. Salah satu faktornya adalah kemudahan pembuatannya, dimana dalam keadaan plastis, beton dapat diisi dan diendapkan dalam cetakan (bekisting). Daya tahannya yang tinggi terhadap api dan cuaca merupakan kelebihanannya. Selain itu kemudahan dalam pelaksanaannya yang meliputi pengangkutan, penuangan, maupun kontrol kualitas (Widyono, 1997). Ditinjau dari struktural, kelebihan sifat beton adalah kekuatan tekan beton yang besar sehingga beton dapat menahan struktur-struktur yang berat. Suatu hal yang tak kalah pentingnya tentang bahan baku beton yang tersedia

cukup banyak dan mudah didapat. Sebagian besar dari material-material pembentuknya, kecuali semen, biasanya tersedia di lokasi dengan harga murah atau pada tempat yang tidak terlalu jauh dari lokasi konstruksi (Subakti,1994). Material- material tersebut bisa berupa agregat halus ataupun kasar. Agregat boleh berupa kerikil, batu pecah, sisa-sisa bahan tambang, agregat ringan buatan, pasir atau bahan sejenis lainnya.

Dalam struktur beton biasanya perlu dipilih bahan-bahan yang sesuai untuk adukan/campuran. Dalam menghasilkan beton dengan sifat-sifat yang diinginkan dan yang paling ekonomis. Komposisi agregat biasanya 70% - 75% dari volume total beton, sehingga sifat- sifat agregat ini berpengaruh besar terhadap beton yang sudah mengeras (J. Muurdock,1991). Pada umumnya, semakin padat susunan agregat, semakin kuat beton yang dihasilkan daya tahan terhadap cuaca dan semakin besar nilai ekonomisnya (Samekto,2001). Untuk itu perlu pemilihan bahan-bahan untuk campuran khususnya agregat agar dihasilkan beton yang berkualitas dan murah.

Berdasarkan hal tersebut maka diambil kajian mengenai penggunaan agregat sebagai bahan campuran beton di daerah Jember yang digunakan oleh masyarakat setempat terutama pembangunan gedung. Dengan membandingkan dua kelompok agregat dari dua lokasi yang berbeda diharapkan memperoleh lokasi pengambilan agregat yang baik dengan tetap memperhatikan kualitas material yang digunakan. Dengan jenis dan kualitas tiap material yang berbeda yang berkenaan dengan sejarah geologi daerah sekitarnya. Penelitian ini dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi dalam upaya penguasaan

teknik produksi, pengembangan industri konstruksi (dibidang rancang bangun) dan sebagai referensi pada perencanaan beton untuk konstruksi bangunan.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah-masalah yang dapat dirumuskan adalah :

1. Berapa perbedaan kuat tekan beton dari dua kelompok agregat yang diambil dari dua lokasi.
2. Bagaimana pengaruh masing-masing jenis agregat terhadap variasi kuat tekan beton.

1.3 Pembatasan Masalah

- a. Penelitian dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Program Diploma III Teknik Universitas Jember dan tidak dilakukan penelitian di lapangan.
- b. Semen yang dipakai adalah Semen Gresik type I (PC), dengan pertimbangan mudah didapatkan dipasaran.
- c. Agregat halus dan kasar yang digunakan berasal dari 2 lokasi yang berbeda, dan dari 1 lokasi didapatkan agregat halus dan kasar.

Jenis agregat halus adalah pasir sungai Pring Tali (desa Pakusari) dan pasir Gumuk Kerang (desa Sumbersari).

Jenis agregat kasar adalah batu pecah tangan sungai Pring Tali (desa Pakusari) dan batu pecah mesin(Gumuk Kerang, Sumbersari).

Agregat kasar maupun agregat halus yang digunakan tidak diperoleh dari hasil pencampuran.

- d. Air bersih yang digunakan untuk campuran beton dan perendaman beton adalah air tawar yang berasal dari PDAM Kabupaten Jember yang terdapat di lokasi penelitian (Laboratorium Uji Bahan Program Diploma III Teknik Universitas Jember).
- e. Benda uji berupa kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm.
- f. Jumlah benda uji sebanyak 20 buah sehingga total untuk 2 macam perlakuan adalah 40 benda uji.
- g. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 21 hari.
- h. Perbandingan campuran beton yaitu 1 : 2 : 3 dalam komposisi berat dengan $FAS = 0,5$.
- i. Pemasakan benda uji campuran beton pada semua benda uji menggunakan alat perojok besi.
- j. Kualitas pembuatan benda uji dianggap sama.
- k. Seluruh agregat dikondisikan dalam keadaan SSD sebelum dicampur dalam campuran beton.
- l. Pengujian hanya dilakukan pada kuat tekan benda uji.
- m. Proses kimia yang terjadi pada saat pencampuran dan saat beton mengeras tidak diadakan penelitian.
- n. Studi analisa terhadap agregat dilakukan sebagai informasi (parameter) tambahan yang diperlukan untuk mendukung analisa data tanpa mempengaruhi proses jalannya penelitian.

1.4 Maksud Dan Tujuan

a. Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah:

1. Untuk para praktisi, sebagai alternatif pemilihan lokasi pengambilan agregat yang terdekat sehingga dapat mempermudah proses pelaksanaan di lapangan.
2. Untuk para peneliti, dapat dijadikan referensi pada perencanaan beton untuk konstruksi bangunan terutama di daerah Jember.

b. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui adanya perbedaan kuat tekan antara dua kelompok agregat yang berasal dari dua lokasi yang berbeda.
2. Untuk mengetahui pengaruh jenis agregat terhadap kuat tekan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan suatu bahan konstruksi bangunan, yang dapat ditentukan terlebih dahulu sifat-sifatnya dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih.

Bahan-bahan pilihan itu merupakan ikatan keras, yang ditimbulkan oleh reaksi kimia antara semen dan air, serta agregat dimana semen yang mengeras itu bereaksi dengan baik maupun kurang baik. Agregat dapat berupa kerikil, batu pecah, sisa-sisa bahan tambang, agregat ringan buatan, pasir, atau bahan sejenis lainnya.

2.1 Semen

Material semen adalah material yang memiliki sifat-sifat adhesif dan kohesif yang diperlukan untuk mengikat agregat-agregat menjadi satu masa yang padat yang mempunyai kekuatan yang cukup untuk membuat struktur beton, terutama sekali dipakai bahan yang disebut semen hidrolis (George,1993). Dari berbagai jenis semen hidrolis yang telah dikembangkan, semen portland, yang untuk pertama kalinya dipatenkan di Inggris pada tahun 1824, merupakan semen yang paling banyak dipakai. Semen hidrolis adalah semen yang dapat mengeras bila bereaksi dengan air dan dapat menghasilkan padatan yang stabil dalam air (tidak larut). Disebut semen portland (portland cement) karena setelah mengeras mirip dengan batu portland yang ditemukan di Inggris (J.Murdock,1991).

2.1.1 Semen Portland

Semen Portland, disingkat s.p, ialah bahan pengikat hidrolik yang tidak boleh mengandung kurang dari 1,7 bagian berat oksid, calcium (CaO) pada bagian berat asam kersik (Si O₂) yang dapat dilarutkan, dan yang dibuat dengan mencampur baik-baik, dibawah pemeriksaan kimia yang terus menerus. Bahan-bahan dasar dengan kehalusan yang tertentu dan perbandingan-perbandingan yang tertentu, sehingga didapat campuran yang semestinya. Kemudian campuran ini dibakar sampai melebur dan setelah itu digiling halus dengan (atau tidak) penambahan suatu bahan tambahan yang mempengaruhi waktu pengikatan (Gmelig Meijling J.P.B, 1953).

2.1.2 Sifat Kimia Semen Portland

Perkiraan terhadap komposisi semen portland diberikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Persentase Komposisi dan Kadar Senyawa Kimia Semen Portland

	Biasa	Pengerasan cepat	Panas rendah	Tahan sulfat
Analisa				
Kapur	63,1	64,5	60,0	64,0
Sulfat	20,6	20,7	22,5	24,4
Alumina	6,3	5,2	5,2	3,7
Besi oksida	3,6	2,9	4,6	3,0
Senyawa kimia:				
Triksium silikat	40	50	25	40
Dikalsium silikat	30	21	45	40
Triksium alumina	11	9	6	2
Senyawa besi	11	9	14	9

Sumber : L.J.Murdock,K.M.Brook,1999. Bahan dan Praktek Beton

Hampir dua pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen. Zat kapur yang berlebihan kurang baik untuk semen serta menyebabkan terjadinya disintegrasi semen. Kadar kapur yang tinggi tapi tidak berlebihan, cenderung memperlambat pengikatan, tapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi.

Ketika semen dicampur dengan air, timbullah reaksi kimia antara campuran-campurannya dengan air. Pada tingkatan awal, sejumlah kecil dari "retarder" cepat terlarut, dan dapat berpengaruh terhadap reaksi-reaksi kimia lain yang sedang mulai. Reaksi-reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan, ada empat macam yang paling penting (J. Murdock 1999:67), yaitu:

1. Trikalsium Silikat (3CaO SiO_2 disingkat C_3S)
2. Dikalsium Silikat (2CaO SiO_2 disingkat C_2S)
3. Trikalsium Aluminate ($3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$ disingkat C_3A)
4. Tetrakalsium Alumino Ford ($4\text{CaO Al}_2\text{O}_3$ disingkat C_4AF)

Senyawa - senyawa tersebut mempunyai sifat sebagai berikut:

- C_3S : Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama dalam 14 hari pertama.
- C_2S : Senyawa ini berpengaruh terhadap proses pengikatan kekuatan yang terjadi dari 14 hari sampai dengan 28 hari, dan seterusnya. Semen dengan kandungan senyawa yang tinggi ini membuat semen

mempunyai ketahanan terhadap agresi kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering yang relatif rendah, oleh karenanya merupakan semen portland yang paling awet.

- C_3A : Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas, menyebabkan pengerasan awal, dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak, oleh perubahan volume.
- C_4AF : Dengan air akan bereaksi dengan cepat dan pasta akan terbentuk dalam beberapa menit. Adanya senyawa ini kurang penting karena tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat keras semen lainnya.

2.2 Air

Di dalam campuran beton, air mempunyai 2 fungsi. Pertama, memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan. Kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan (J. Murdock, 1999:96).

Apabila air bercampur dengan semen akan menyebabkan terjadinya proses hidrasi, air yang berlebihan akan menyebabkan banyak gelembung air setelah proses hidrasi selesai. Sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai dan sebagai akibatnya beton yang dihasilkan akan berkurang kekuatannya (George, 1993).

Beton yang mengandung proporsi air yang sangat kecil, menjadi sangat kering dan sangat sukar dipadatkan. Oleh karena itu diperlukan tambahan

air untuk menjadi pelincir campuran agar dapat dikerjakan, dan oleh karena seluruh bagian air menguap ketika beton mengering, dengan meninggalkan rongga-rongga, penting dalam hal ini untuk menjaga agar air yang digunakan seoptimal mungkin.

Selain itu kualitas air juga sangat berpengaruh terhadap mutu beton. Air yang dapat digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, dan zat organik atau bahan lain yang dapat merusak beton maupun tulangan. Air yang baik untuk pembuatan beton adalah air tawar yang dapat diminum, dapat berupa air tawar alami atau air tawar olahan (Widyono,1997:8).

2.3 Agregat

Agregat adalah bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan merupakan sifat yang paling penting dari suatu agregat, yang dapat mempengaruhi daya ikatnya terhadap pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air, dimana itu semua akan mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan, waktu musim dingin dan agresi kimia serta ketahanan terhadap proses penyusutan (Widyono,1997:8).

Pemilihan agregat sangat mendukung dalam memperbaiki keawetan serta stabilitas volume beton. Agregat yang umum dipakai adalah pasir, kerikil, dan batu pecah.

2.3.1 Agregat Halus

Istilah agregat halus diartikan sebagai agregat yang dapat melewati saringan uji 5 mm B.S. 410 dan hanya berisi agregat kasar sejumlah tertentu seperti yang diijinkan untuk bermacam-macam batas gradasi seperti yang diuraikan dalam B.S. 882 ; bagian 2 ; 1973 (J.Murdock, 1999).

2.3.2 Agregat Kasar

Istilah agregat kasar harus diartikan sebagai agregat yang tertinggal diatas saringan uji 5 mm B.S. 410 dan hanya mengandung bahan yang lebih halus seperti yang diijinkan untuk bermacam-macam ukuran seperti yang tercantum dalam B.S. 882 ; bagian 2 ; 1973. Agregat kasar boleh diartikan sebagai kerikil yang utuh, kerikil pecah, batu pecah atau sebagainya terdiri dari kerikil pecah dengan kombinasi kerikil utuh dengan kerikil pecah (J.Murdock, 1999).

2.3.3 Agregat Sungai

Sungai-sungai yang terjal akan mengakibatkan aliran yang deras sehingga deposit dari partikel batu-batuan akan mempunyai variasi yang cukup besar dan biasanya butir-butir halusnya tidak cukup, disamping itu batu-batuan jenis ini cukup bersih. Tetapi ada sungai-sungai yang landai, variasi dari perbedaan ukuran partikel tidak berubah untuk jarak tertentu, kebanyakan partikel-partikelnya lebih bulat dan batuan jenis ini lebih kotor.

Umumnya pasir yang digali dari dasar sungai cocok digunakan untuk pembuatan beton. Pasir ini terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari

sumber air ke muara sungai. Akibat terguling dan terkikis (proses erosi / pelapukan) akhirnya membentuk butir-butir halus. Arus sungai membawa pecahan dan mengendapkannya di muara sungai.

Kerikil sungai merupakan yang paling umum dan memenuhi syarat karena deposit ini mempunyai gradasi yang konsisten sebagai hasil dari daya seleksi oleh sungai. Bentuknya biasanya bulat, tidak teratur dan gaya kikis selama transportasi oleh aliran sungai dan pengendapan sesudahnya menghasilkan eliminasi partikel-partikel yang lemah. Pada umumnya, kerikil-kerikil sungai seragam dalam tebalnya (J. Murdock, 1999).

2.3.4 Agregat Gumuk

Jenis pasir dan kerikil ini merupakan hasil penghancuran batuan oleh alam dari batuan induknya, dan terdapat dekat atau seringkali jauh dari asalnya karena terbawa oleh arus angin dan mengendap di suatu tempat. Endapan-endapan kerikil (batu pecah) atau pasir seringkali terdapat di daratan (bukan di sungai). Karena peristiwa lampau didapat timbunan kerikil dan pasir di daratan. Jenis agregat ini biasanya kotor karena banyak tercampur dengan sisa-sisa penghancuran bahan organik/makhluk hidup, dan tercampur dengan tanah/butiran yang sangat halus. Pada umumnya agregat jenis ini bentuknya berubah-ubah dan tidak seragam. Oleh karena itu, dalam pemakaiannya untuk campuran beton agregat jenis ini memerlukan perhatian khusus, karena perubahan susunan butir agregat sangat berpengaruh terhadap sifat beton yang dibentuk dari agregat ini. Jika terpaksa menggunakan agregat ini untuk campuran beton, diperlukan

penanganan khusus seperti pencucian jika agregat kotor dan penyaringan jika gradasi tidak seragam (Samekto, 2001:11).

2.3.5 Sifat-Sifat Agregat

Menurut Gmelig.Meijling J.P.B, 1953 agregat memiliki sifat-sifat antara lain:

(1) Keteguhan

Keteguhan batu alam ialah tahanan yang dikerjakan olehnya terhadap bermacam-macam gaya luar. Yang terpenting diantaranya ialah tahanan terhadap tekanan. Batu alam tidak atau hanya sedikit memberi perlawanan terhadap gaya geser dan tarik. Selain dengan kekerasan bagian-bagian, maka keteguhan berhubungan pula dengan jenis bahan pelekak.

Keteguhan tekan terbesar terdapat pada batu-batuan keras, seperti granit, dimana strukturnya rapat dan teratur. Keteguhan tekan batu-batu keras berganti-ganti antara 2000 dan 3000 kg/cm².

(2) Keawetan

Batu alam harus juga cukup menahan serangan-serangan dari lain jenis. Inipun berhubungan dengan bagian-bagian didalam batu alam. Kadang-kadang timbul sebab-sebab dan keadaan-keadaan dimana batu alam termakan pula dan akhirnya kehilangan gayanya. Misalnya, asam-asam atau air hujan dapat menyebabkan batu kehilangan tahanan terhadap gaya-gaya luar.

Pada batu-batuan berpori, maka air yang diserap oleh pori-pori dan saluran saluran dapat membeku dan merusak batunya karena pembesaran isi batuan itu tidak tahan oleh tegangan-tegangan luar ini, kemudian menyerpih. Gas bakar dan uap-uap kimia dapat menyerang berbagai macam batu alam. Jika batu-

batu itu mengandung bahan-bahan pelekak yang termakan oleh asam yang mengandung belerang.

Granit dan basalt tahan akan serangan semacam ini. Untuk menambah keteguhan iklim, maka permukaan batu dapat dilumuri dengan silikat-silikat atau fluat-fluat, sehingga tertutuplah pori-porinya.

(3) Keteguhan Aus

Batu - batuan dengan butir yang halus umumnya adalah batu-batuan yang mudah diupam, akan lekas aus dan menjadi licin. Batu-batuan berbutir kasar, seperti granit dan kuarsit mempunyai tahanan yang lebih besar terhadap keausan. Tetapi jika butir-butir kuarts dihubungkan sesamanya dengan bahan perekat lembek, maka keteguhan aus akan sangat berkurang. Dengan daerah yang banyak berpasir, dimana pasir yang terhalau oleh angin akan mengasah batu alam, tidak bolehlah dipergunakan jenis jenis batu alam lembek dan profil-profil halus. Profil-profil itu akan cepat aus.

2.4 Analisa Agregat

Analisa agregat dilakukan sebelum memulai mencampur agregat untuk campuran beton. Proses ini dilakukan untuk mengetahui apakah agregat tersebut layak untuk campuran beton.

2.4.1 Analisa Saringan

Pada prinsipnya analisa saringan pasir diadakan dengan melewatkan sejumlah pasir yang dikeringkan melewati sederetan saringan uji mulai dari suatu saringan yang cukup besar untuk melewatkan seluruh bahan (J. Murdock, 1999).

Setelah selesai diayak sisa ayakan ditimbang dan hasilnya dimasukkan ke dalam daftar seperti tabel 4.1 yang dikutip dari lampiran LI-A dan L2-A

Kegiatan analisa ayakan pasir bertujuan untuk mengetahui gradasi pasir. Gradasi pasir dinyatakan dengan suatu angka yang dinamakan angka kehalusan atau modulus kehalusan (fineness modulus). Menurut Abrams : “ *angka kehalusan adalah jumlah persen tertinggal kumulatif pada tiap – tiap ayakan dari suatu seri ayakan yang ukuran lubangnya berbanding dua kali lipat, mulai dari ayakan berukuran lubang 0.15mm, dibagi 100 dinyatakan dalam persen*”.

2.4.2 Kadar Air Agregat

Pengaruh kelembaban agregat pada komponen beton sangat besar. Kelembaban pasir mempengaruhi tingkat pengerasan pada beton sehingga jika pada kelembaban tinggi maka beton akan mengalami kelambanan dalam mengeras. Hal ini juga akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri.

Kelembaban agregat dipengaruhi oleh : kondisi agregat, besar pori, daya hisap, gradasi dan jenis agregat (Anonim, 2002). Standart yang digunakan adalah P.B. – 0210 – 1976. Kadar air agregat dihitung dengan :

$$\text{Kelembaban} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.1})$$

Dimana : W1 = berat asli

W2 = berat kering oven

2.4.3 Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan antara berat agregat kering-permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada

suhu tertentu (PBI 1976). Ditinjau dari berat jenisnya, agregat dibedakan atas 3 macam (Samekto, 2001:13)

1. Agregat ringan, yaitu agregat yang memiliki berat jenis kurang dari 2.0 dan biasanya digunakan untuk beton non struktural. Agregat ini dapat juga digunakan untuk beton struktural atau blok dinding tembok. Agregat ini memiliki kelebihan, yaitu memiliki berat sendiri yang rendah, sehingga strukturnya ringan dan fondasinya dapat lebih kecil. Agregat ringan dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Contoh agregat ringan antara lain: agregat batu apung.
2. Agregat normal, adalah agregat yang memiliki berat jenis antara 2.5 sampai 2.7. Agregat ini biasanya berasal dari batuan granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya. Beton yang menggunakan agregat normal biasanya memiliki berat jenis sekitar 2.3 dengan kuat tekan antara 15 Mpa sampai 40 Mpa. Beton yang dihasilkan dinamakan beton normal.
3. Agregat berat, adalah agregat yang memiliki berat jenis lebih dari 2.8. Contoh agregat berat misalnya batu magnet dan serbuk besi. Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis yang tinggi juga (dapat sampai 5.0). Beton jenis ini efektif digunakan sebagai dinding pelindung sinar radiasi sinar X.

Standart yang digunakan adalah P.B. - 0202 - 1976.

Berat jenis agregat dihitung dengan:

$$\text{Berat.Jenis} = \frac{W_3}{W_3 - W_2 + W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.2})$$

Dimana : W_1 = berat picnometer + pasir + air

W_2 = berat picnumeter + air

W_3 = berat pasir SSD

2.4.4 Air Resapan

Penyerapan dari partikel dengan berbagai ukuran pada agregat yang sama mungkin berubah – ubah. Penyerapan dari suatu agregat sering merupakan petunjuk yang berguna terhadap kekedapan air dan daya tahan terhadap pembekuan di musim dingin pada beton yang disusun dari agregat ini (Anonim, 2001).

Air yang meresap kedalam agregat berada dalam pori-pori antar butir, dan ini tidak tampak pada permukaan, banyak air ini dipengaruhi banyaknya pori-pori yang ada dalam butir agregat itu. Pada agregat normal, kemampuan menyerap air pada kerikil sekitar 1 – 2% saja (Samekto, 2001 :18).

Standart yang digunakan adalah PB – 0202 – 1976. Kadar air resapan dihitung dengan :

$$KAR = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.3)}$$

Dimana : W_1 = berat kering oven

W_2 = berat SSD

2.4.5 Berat Volume

Berat volume beton tergantung pada berat volume bahan campuran, berarti juga tergantung pada jenis bahan campuran (Anonim, 2001).

Pengujian berat volume bertujuan untuk membandingkan sifat agregat yang berbeda dan umumnya tidak tepat penggunaannya untuk merubah proporsi berat kedalam proporsi volume dilapangan (J.Murdock, 1999 : 57).

Standart yang digunakan adalah PB – 0204 – 1976. Berat volume agregat dihitung dengan :

$$\text{Berat Volume} = \frac{W2 - W1}{V} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.4})$$

Dimana : W1 = berat silinder
 W2 = berat silinder + agregat
 V = volume silinder

2.4.6 Pengembangan Volume Pasir

Bilamana pasir dibasahi, lapisan air terbentuk pada partikel-partikel dan tegangan permukaan cenderung untuk memisahkannya, sehingga menyebabkan penambahan volume, disebut sebagai pengembangan isi (J. Murdock, 1999 :57).

Standart yang digunakan adalah PB – 0207 – 1976. Pengembangan volume pasir dihitung dengan :

$$\text{Bulking} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.5})$$

Dimana : W1 = volume pasir
 W2 = volume pasir dalam air

2.4.7 Kandungan Bahan organik

Untuk pengujian ini, analisa hasil tidak dilihat dari pengamatan hasil perhitungan seperti pengujian yang lain. Karena pada prinsipnya pengujian ini hanyalah membandingkan warna yang terjadi dengan warna standart. Tingkat ketuaan pada warna menggambarkan tingginya zat organik yang dikandung material.

Cara kalorimetrik dapat dipergunakan sebagai petunjuk apakah pengujian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh zat organik terhadap kekuatan beton atau tidak.

Agregat halus tidak boleh mengandung zat-zat organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams – Harder, dengan larutan NaOH (PBI 1971).

Disamping zat organik, bahan-bahan seperti gula, minyak dan lemak juga berpengaruh buruk terhadap sifat-sifat beton. Gula bersifat menghambat pengikatan semen dan perkembangan kekuatan beton, sedangkan minyak dan lemak akan mengurangi daya ikat semen (Samekto, 2001 : 21).

2.4.8 Kandungan Lumpur (Cara Basah)

Lempung, lumpur dan debu yang menempel pada permukaan agregat dapat mengganggu ikatan antara agregat dengan pasta semennya. Ikatan ini sangat penting dalam adukan beton karena akan berpengaruh terhadap kekuatan dan daya tahan beton (Samekto, 2001 : 21). Karena pengaruh buruk dari ketiga komponen tersebut maka jumlahnya dalam agregat harus dibatasi yaitu tidak boleh lebih dari 5% untuk agregat halus (PBI 1971).

Standart yang digunakan adalah PB – 0208 – 1976. Kadar lumpur dengan cara basah dihitung dengan :

$$KadarLumpur = \frac{h}{H} \cdot 100\% \dots\dots\dots(Persamaan 2.6)$$

Dimana : h = Tinggi Lumpur

 H = Tinggi Pasir

2.4.9 Kandungan Lumpur Cara Kering

Prinsip pengujian kadar lumpur cara kering yaitu dengan membandingkan berat bersih kering oven dengan berat kotor (berat asli) dalam kondisi kering. Dari nilai-nilai yang didapatkan dalam pengujian ini, tidak berselisih jauh dengan nilai yang didapatkan pada pengujian kadar lumpur dengan cara basah.

Diharapkan dengan menggunakan pasir kali kekuatan dan ketahanan beton tidak menurun karena kandungan kadar lumpurnya. Jika dalam agregat mengandung banyak silt dan debu halus, maka akan menambah permukaan agregat sehingga kebutuhan air untuk membasahi semua permukaan butiran dalam campuran meningkat (Samekto, 2001 : 21).

Lempung, lumpur dan debu yang menempel pada permukaan agregat dapat mengganggu ikatan antara agregat dengan pasta semennya. Ikatan ini sangat penting dalam adukan beton karena akan berpengaruh terhadap kekuatan dan daya tahan beton (Samekto, 2001 : 21). Karena pengaruh buruk dari ketiga komponen tersebut maka jumlahnya dalam agregat harus dibatasi yaitu tidak boleh lebih dari 5% untuk agregat halus (PBI 1971).

Standart yang digunakan PB – 0208-1976: Kadar lumpur cara kering dihitung dengan :

$$\text{KadarLumpur} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.7})$$

Dimana : W1 = Berat Agregat Kering

 W2 = Berat Agregat Bersih

2.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan gaya tekan atau kemampuan maksimal beton dalam menahan beban yang mengakibatkan kehancuran (Widyono, 1997:14). Beton merupakan bahan konstruksi yang mempunyai kuat tekan yang besar. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh banyak faktor, selain faktor air semen dan tingkat pemadatan, faktor lainnya adalah:

1. Jenis semen dan kualitasnya
2. Jenis dan tekstur permukaan agregat
3. Perawatan
4. Suhu

Timbulnya variasi pada hasil pengujian kuat tekan beton disebabkan oleh faktor yang bervariasi juga. Variasi tersebut bergantung pada ketelitian dan perhatian yang diberikan oleh pembuat betonnya dan perawatan contoh benda uji di lapangan. Sebab utama variasi kuat tekan beton adalah sebagai berikut (J. Murdock, 1999) :

1. Ketidaktepatan dalam mengadakan proporsi kerikil, pasir dan semen (variasi di lapangan).

2. Variasi pada faktor air semennya, bila menggunakan campuran dengan proporsi semen, pasir dan kerikil yang tidak seragam. Berkaitan dengan kebutuhan akan workabilitas yang baik dalam pengecoran.
3. Variasi gradasi agregat yang memerlukan perubahan faktor air semen.
4. Pematatannya kurang.
5. Perawatan yang kurang baik.
6. Variasi suhu.
7. Variasi kualitas semen.

Dengan menekan benda uji beton sampai hancur pada mesin tekan beton akan diperoleh beban hancur beton. Kemudian besarnya beban hancur ini dibagi dengan luasan benda uji yang tertekan, maka akan diperoleh besarnya tegangan tekan beton. Jadi kuat tekan beton adalah beban persatuan luas yang menyebabkan beton hancur. Kuat tekan beton benda uji pada setiap kelompok dihitung dengan rumus:

$$\sigma_b' = \frac{\text{Pembacaan Dial} \times 100}{A \times \text{Kalibrasi}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.8)}$$

Dengan σ_b' = tegangan hancur beton (kg cm^{-2})

A = luas penampang uji kubus = 225 cm^2

Kalibrasi untuk umur 21 hari = 0.95

2.6 Kriteria Mutu Beton

Kriteria mutu beton dapat dilihat pada hasil perhitungan data-data sebagai berikut :

2.6.1 Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Kuat tekan beton rata-rata adalah nilai rata-rata kuat tekan beton dari sejumlah beton yang sama jenisnya. Disini kita menghitung kuat tekan beton rata-rata untuk dua jenis beton. Nilai kuat tekan rata-rata untuk setiap jenis beton dihitung dengan :

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{b'}}{n} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.9)}$$

Dimana : σ_{bm} = Kuat Tekan rata-rata

$\sigma_{b'}$ = Kuat Tekan Beton

n = Jumlah Benda Uji Untuk Satu Jenis Perlakuan = 20

2.6.2 Standart Deviasi

Variasi kekuatan kubus disebabkan oleh berbagai faktor yang berbeda. Faktor ini cenderung mengurangi kekuatan tekan, meskipun terdapat pula faktor 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 pada penjumlahan pengaruh positif dan negatif. pada umumnya dijumpai bahwa hasil keseluruhan kuat tekan terletak di dekat nilai rata-rata dengan angka penurunan menunjukkan penyimpangan (J. Murdock, 1999).

Analisa kuat tekan kubus yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai distribusinya ada hubungannya dengan teori probabilitas (kemungkinan) jadi hasilnya mengikuti suatu distribusi normal (Gaussian). Distribusi Gaussian

mempunyai sifat yang keseluruhannya ditentukan nilai rata – rata seperangkat hasil pengujian beserta standart deviasi (J. Murdock,1999 : Lampiran A).

Ukuran Mutu Pelaksanaan dihitung dengan :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\tau b' - \tau b m)^2}{n-1}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.10)}$$

Dengan S = Standart Deviasi

$\tau b'$ = Kuat Tekan Hasil Pengujian

$\tau b m$ = Kuat Tekan Beton Rata-rata

n = Jumlah Benda Uji = 20

2.6.3 Kuat Tekan Karakteristik

Yang dimaksud dengan kuat tekan karakteristik adalah kuat tekan dimana dari sejumlah besar pemeriksaan ada kemungkinan kuat tekan yang kurang dari kuat tekan yang disyaratkan terbatas sampai 5% (Samekto, 2001). kuat tekan beton karakteristik dihitung dengan :

$$\tau b k' = \tau b m' - 1.64s \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.11)}$$

Dimana : $\tau b k'$ = Kuat Tekan Beton Karakteristik

$\tau b m$ = Kuat Tekan Rata-rata

S = Standart Deviasi

2.7 Uji Hipotesa

Pengujian hipotesa merupakan bagian yang terpenting dari teori keputusan. Sebab dari pengujian ini akan diketahui apakah ada suatu pernyataan benar tidaknya mengenai populasi.

Pengujian hipotesa dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan kuat tekan beton yang disusun oleh agregat sungai dan agregat gumuk.

Data-data perhitungan Pengujian Hipotesa

$$H_0 = \eta_1 = \eta_2$$

$$H_1 = \eta_1 \neq \eta_2$$

$$\alpha = 0.05 \longrightarrow Z > Z_{\alpha/2}$$

$$Z > Z_{0.025}$$

Pengujian hipotesa dihitung dengan :

$$Z = \frac{(x - x_a) - (\eta_1 - \eta_b)}{\sqrt{\frac{\tau_a}{na} + \frac{\tau_b}{nb}}} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.12)}$$

Dimana H_0 = Dugaan/hipotesa pertama

H_1 = Dugaan/hipotesa kedua

η = kuat tekan beton rata-rata

α = Derajat kebebasan

Z = Nilai kritis

σ_a = Kuat Tekan Karakteristik Beton jenis I

σ_b = Kuat Tekan Karakteristik Beton jenis II

n = Jumlah Benda Uji Untuk Masing-masing Perlakuan

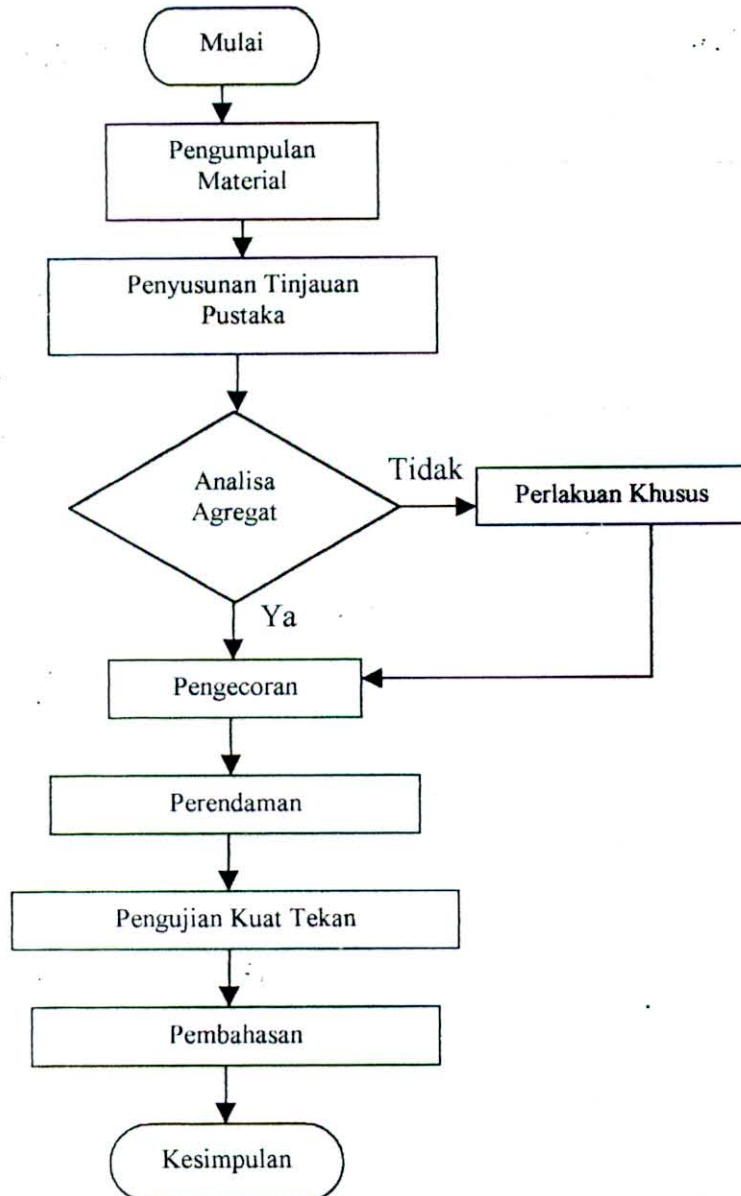
Jika $Z > 1.96$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga kuat tekan rata-rata beton jenis a dan b berbeda nyata. Dan jika $Z < 1.96$ maka H_1 ditolak dan H_0 diterima sehingga kuat tekan rata-rata beton jenis a dan b tidak berbeda.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Proyek Akhir

Pelaksanaan proyek akhir ini mengikuti diagram alir seperti dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Proyek Akhir

3.1.1 Mulai

Dimulainya penelitian untuk mengetahui nilai kuat tekan antara dua kelompok agregat dengan karakteristik yang berbeda, dimaksudkan untuk memberikan informasi bagi para peneliti tentang pemilihan campuran beton dari bahan-bahan agregat yang ada di Jember.

3.1.2 Pengumpulan Material

Pengambilan sampel dari Gumuk Kerang, Kecamatan Sumbersari dan Sungai Pring Tali Kecamatan Pakusari, Kabupaten Jember.

3.1.3 Penyusunan Tinjauan Pustaka

Penyusunan tinjauan pustaka diperoleh dari referensi buku-buku perpustakaan. Dilakukan guna memperoleh data-data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan yang merupakan hasil dari para peneliti terdahulu atau dari buku petunjuk praktikum yang ada dan literatur-literatur lainnya yang berhubungan dengan penelitian Proyek Akhir. Studi kepustakaan nantinya akan dipakai sebagai landasan penelitian Proyek Akhir.

3.1.4 Analisa Agregat

Melakukan beberapa pengujian terhadap agregat (pasir dan kerikil) dari dua lokasi yang berbeda guna mengetahui karakteristik agregat. Dari analisa agregat ini dapat diketahui kelayakan agregat untuk campuran beton. Pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap agregat adalah sebagai berikut :

1. Analisa Saringan
2. Kelembaban Agregat

3. Berat Jenis Agregat
4. Air resapan
5. Berat volume
6. Pengembangan Volume Pasir
7. Kandungan Bahan Organik
8. Kebersihan Lumpur Cara Basah
9. Kebersihan Lumpur Cara kering

Perlakuan khusus digunakan apabila salah satu agregat tidak memenuhi kriteria untuk digunakan sebagai campuran beton. Contoh apabila tingkat kadar air agregat terlalu tinggi maka digunakan perlakuan khusus dengan perendaman guna memperoleh kondisi SSD, sehingga tidak mempengaruhi nilai FAS. Contoh lain apabila kandungan lumpur terlalu tinggi harus dilakukan pencucian agar tidak mengurangi kuat tekannya.

3.1.5 Pengecoran

Merupakan proses pembuatan benda uji dengan mencampur 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil dalam proporsi berat dan nilai FAS = 0.5 sebanyak 40 benda uji.

3.1.6 Perendaman

Memeungkinkan terjadinya proses hidrasi untuk meningkatkan kekuatan dan kepadatan beton selama 21 hari.

3.1.7 Tes Kuat Tekan

Untuk mengetahui besar nilai kuat tekan untuk masing-masing sampel. Dengan menekan masing-masing sampel pada mesin uji tekan hingga benda uji hancur.

3.1.8 Pembahasan

Pembahasan dilakukan dengan membandingkan hasil uji tekan dari kedua jenis beton dengan menggunakan uji hipotesa.

3.1.9 Kesimpulan

Menjawab perumusan masalah berdasarkan hasil pembahasan.

3.2 Hipotesa Penelitian

Dalam penelitian proyek akhir ini akan ditemui beberapa kemungkinan yang akan terjadi akibat penggunaan agregat yang berbeda dalam campuran beton. Kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi akibat perbedaan dari karakteristik agregat yang digunakan antara lain sebagai berikut :

H_0 : $\eta_1 = \eta_2$ yang berarti kuat tekan beton jenis I sama dengan kuat tekan beton jenis II.

H_1 : $\eta_1 \neq \eta_2$ yang berarti kuat tekan beton jenis I berbeda dengan kuat tekan beton jenis II.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Semen

Dalam penelitian ini menggunakan semen portland type I yang diproduksi oleh PT Semen Gresik, sehingga tidak dilakukan penelitian lagi. Hanya dilihat secara visual jika semen tidak menggumpal atau mengeras maka kondisi semen cukup baik dan layak digunakan.

4.2 Air

Air yang digunakan untuk membuat benda uji adalah air yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Jember. Air ini dianggap telah memenuhi syarat sehingga tidak dilakukan penelitian lagi.

4.3 Agregat Halus

Dari hasil pengujian analisa agregat di laboratorium didapatkan karakteristik agregat halus dari 2 lokasi pengambilan (sungai dan gumuk) seperti diberikan pada Tabel 4.1



Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Pengujian Pasir.

Macam Percobaan	Pasir Sungai (PS)	Pasir Gumuk (PG)
Analisa Saringan		
➤ Zone	ZONE II	Zone II
➤ Modulus Kehalusan	2.869	3.342
Kelembaban Pasir	8.721%	4.023%
Berat Jenis	2.49	2.158
Air Resapan	6.04%	5.275%
Berat Volume		
➤ Dengan Rojokan	1.523	1.507
➤ Tanpa Rojokan	1.343	1.296
Pengembangan Volume	32.806%	22.619%
Kandungan Bahan Organik	Kuning Muda	Kuning Muda
Kandungan Lumpur (Basah)	3.386%	8.897%
Kandungan Lumpur (Kering)	3.33%	3.8%

Sumber : hasil pengujian laboratorium

Catatan : data pada Tabel adalah data rata-rata, data pengujian lihat lampiran

Dari data-data pada Tabel 4.1 dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Meskipun modulus kehalusan kurang bisa memberikan gambaran tentang susunan besar butir dikarenakan angka kehalusan yang sama dapat memiliki variasi besar butiran yang berbeda, tetapi cukup untuk menunjukkan gradasi agregat secara umum. Kedua jenis pasir ini termasuk pasir dengan gradasi zone II dengan karakteristik pasir agak kasar. Frekuensi persen tertahan terbesar berada di fraksi nomer #30 = 21.80% untuk pasir Gumuk Kerang, sedangkan untuk pasir sungai Pring Tali frekuensi persen tertahan terbesar berada di fraksi #50 = 23.20%.

2. Pengaruh kelembaban agregat pada komponen beton sangat besar. Kelembaban pasir mempengaruhi tingkat pengerasan pada beton sehingga jika pada kelembaban tinggi maka beton akan mengalami kelambanan dalam mengeras. Hal ini juga akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri. Kadar air pasir sungai = 8.721%, sedangkan untuk pasir gumuk kadar air = 4.023%. Perbedaan kadar air yang cukup signifikan pada kedua jenis pasir merupakan hal yang tidak mungkin untuk memperlakukannya pada kondisi asli. Sehingga kedua jenis pasir dikondisikan dalam keadaan SSD sebelum keduanya digunakan sebagai bahan campuran beton.
3. Berat jenis rata-rata untuk pasir sungai = 2.49, sedangkan berat jenis rata-rata untuk pasir gumuk = 2.158. Menurut berat jenisnya pasir sungai termasuk jenis agregat normal karena nilai berat jenisnya berkisar ± 2.5 . Agregat normal adalah agregat yang memiliki berat jenis antara 2.5 – 2.7. Sedangkan untuk pasir gumuk termasuk jenis agregat ringan karena nilai berat jenisnya $\pm 2.16 \sim 2.0$ biasanya digunakan untuk beton non struktur.
4. Daya resap rata-rata untuk pasir sungai = 6.04%. Sedangkan daya resap rata-rata untuk pasir gumuk = 5.275%. Pasir gumuk memiliki kadar resapan yang lebih rendah dari pada pasir sungai. Itu berarti bahwa kedua jenis pasir harus direndam dalam air sampai jenuh untuk mempertahankan FAS dalam campuran beton atau dikondisikan dalam keadaan SSD.
5. Berat volume pasir sungai dengan rojokan = 1.523 gram/cm³, berat volume untuk percobaan yang tanpa rojokan = 1.343 gram/cm³. Berat volume pasir gumuk dengan rojokan = 1.507 gram/cm³, sedangkan untuk percobaan yang

tanpa rojokan berat volume = 1.296 gram/cm³. Seperti terlihat dalam tabel 4.1 gambaran secara umum nilai berat volume (Dengan rojokan/tanpa rojokan) masing-masing jenis pasir tidak berbeda jauh. Hanya saja berat volume pasir sungai sedikit lebih tinggi dari berat volume pasir gumuk. Hal ini disebabkan faktor jumlah air yang dikandung oleh pasir tersebut.

6. Pengembangan volume rata-rata pasir kali = 32.806%, sedangkan pengembangan volume rata-rata untuk pasir gumuk = 22.619%. Perbedaan nilai pengembangan volume dari kedua jenis pasir cukup signifikan. Hal ini dikarenakan pada umumnya pasir berkembang isinya dengan cepat sampai sebesar 20% - 30%, bilamana kadar air naik sampai sebesar 4% - 6%.
7. Dari hasil 3 kali percobaan tiap jenis pasir, diperoleh data bahwa kedua jenis pasir mempunyai warna yang lebih muda (kuning muda) dibandingkan warna standart (kuning), maka kedua jenis agregat halus tersebut tidak mengandung unsur-unsur kimia yang melebihi standart yang ditetapkan serta layak digunakan untuk campuran beton.
8. Dari data 3 kali percobaan didapatkan kadar lumpur rata-rata untuk pasir gumuk sebesar 8.897%. Sedangkan rata-rata kadar lumpur pasir sungai sebesar 3.386%. Melihat besarnya kadar lumpur pada pasir gumuk bahkan melebihi dari nilai yang disyaratkan dalam PBI 1971 maka pemakaian pasir gumuk untuk keperluan campuran beton perlu dicuci terlebih dahulu untuk menghasilkan mutu beton yang baik (tidak terjadi penurunan kekuatan beton). Sedangkan untuk pasir sungai kadar lumpurnya sudah memenuhi

kriteria untuk digunakan dalam campuran beton. Berarti pasir sungai bisa langsung digunakan dalam campuran beton tanpa pencucian terlebih dahulu.

4.4 Agregat Kasar

Dari hasil pengujian analisa agregat di laboratorium didapatkan karakteristik agregat kasar dari 2 lokasi pengambilan seperti diberikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pengujian Kerikil

Macam Percobaan	Kerikil Sungai (KS)	Kerikil Gumuk (KG)
Analisa Saringan % tertahan maksimal	3/2" (38.10 mm)	3/2" (38.10 mm)
Kelembaban Kerikil	0.604%	4.825%
Berat Jenis Kerikil	2.444	2.610
Air Resapan	4.41%	1.28%
Berat Volume		
➤ Dengan Rojokan	1.71	1.597
➤ Tanpa Rojokan	1.47	1.417
Kandungan Lumpur (Kering)	1.47%	3.13%

Sumber : hasil pengujian laboratorium

Catatan : data pada Tabel adalah data rata-rata, data pengujian lihat lampiran

Dari data-data pada Tabel 4.2 dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Hasil analisa saringan untuk kedua jenis kerikil menunjukkan bahwa persen tertahan maksimal ada pada saringan 3/2" (38.10 mm) sehingga dapat dikatakan bahwa kedua jenis kerikil memiliki ukuran butiran (gradasi) yang hampir sama.
2. Dari hasil pengamatan dan perhitungan dengan 3 kali percobaan didapat kadar air rata-rata kerikil (batu pecah) sungai = 0.604%. Sedangkan untuk

kerikil (batu pecah) gumuk kadar air rata-rata = 4.825%. Hasil perhitungan menunjukkan nilai kelembaban kerikil (batu pecah) gumuk lebih tinggi dari pada nilai kelembaban kerikil (batu pecah) sungai. Maka, kerikil (batu pecah) gumuk mempunyai peluang menyerap air yang lebih besar dibandingkan kerikil (batu pecah) sungai. Dan apabila kerikil (batu pecah) gumuk ini digunakan sebagai campuran beton, maka perlu dikondisikan pada keadaan SSD agar tidak mempengaruhi nilai FAS nya.

3. Secara lengkap hasil pengujian berat jenis untuk kedua jenis kerikil (batu pecah) adalah sebagai berikut berat jenis rata-rata untuk kerikil (batu pecah) sungai = 2.44, sedangkan untuk kerikil (batu pecah) gumuk berat jenis rata-rata = 2.610. Menurut berat jenisnya kedua jenis kerikil (batu pecah) termasuk jenis agregat normal karena nilai berat jenisnya berkisar ± 2.5 . Agregat normal adalah agregat yang memiliki berat jenis antara 2.4 – 2.7.
4. Dari perhitungan pada kedua jenis kerikil (batu pecah), diperoleh data daya resap rata-rata kerikil (batu pecah) sungai = 4.41%, sedangkan daya resap rata-rata kerikil (batu pecah) gumuk = 1.28%. Dari data tiga kali pengujian dapat disimpulkan bahwa kerikil (batu pecah) sungai memiliki kadar resapan yang lebih tinggi dari pada kerikil (batu pecah) gumuk. Itu berarti bahwa kedua jenis kerikil (batu pecah) harus dikondisikan pada keadaan SSD agar tidak mempengaruhi nilai FAS pada campuran beton.
5. Dari hasil data pengamatan dan perhitungan didapatkan hasil berat volume rata-rata kerikil (batu pecah) sungai dengan rojokan = 1.71 gram/cm^3 , sedangkan untuk berat volume rata-rata kerikil (batu pecah) gumuk = 1.597

gram/cm³, sedangkan untuk percobaan yang tanpa rojokan berat volume rata-rata kerikil (batu pecah) sungai = 1.47 gram/cm³, dan berat volume rata-rata kerikil (batu pecah) gumuk = 1.417 gram/cm³. Seperti terlihat dalam tabel 4.2 gambaran secara umum perbedaan nilai berat volume (Dengan rojokan/tanpa rojokan) masing-masing jenis kerikil (batu pecah) tidak begitu signifikan. Hal ini disebabkan faktor bentuk dari keduanya yang tidak jauh berbeda.

6. Dari data 3 kali percobaan didapatkan kadar lumpur rata-rata untuk kerikil (batu pecah) gumuk sebesar = 3.13%. Sedangkan rata-rata kadar lumpur kerikil (batu pecah) sungai sebesar 1.47%. Melihat jumlahnya yang begitu besar melebihi dari nilai yang disyaratkan dalam PBI 1971 maka pemakaian kedua jenis agregat kasar tersebut untuk keperluan campuran beton perlu dicuci terlebih dahulu untuk menghasilkan mutu beton yang baik (tidak terjadi penurunan kekuatan beton).

4.5 Kuat Tekan Beton

4.5.1 Beton Jenis I (agregat berasal dari sungai)

Nilai kuat tekan karakteristik dari beton jenis I ditampilkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.3 Nilai Kuat Tekan Karakteristik

No	$\sigma b'$	$\sigma b' - \sigma_{bm}$	$(\sigma b' - \sigma_{bm})^2$
1	304	-74,1	5490,81
2	323	-55,1	3036,01
3	332	-46,1	2125,21
4	337	-41,1	1689,21
5	341	-37,1	1376,41
6	351	-27,1	734,41
7	355	-23,1	533,61
8	365	-13,1	171,61
9	370	-8,1	65,61
10	379	0,9	0,81
11	381	2,9	8,41
12	388	9,9	98,01
13	393	14,9	222,01
14	398	19,9	396,01
15	402	23,9	571,21
16	412	33,9	1149,21
17	426	47,9	2294,41
18	426	47,9	2294,41
19	435	56,9	3237,61
20	444	65,9	4342,81
	7562		29837,8

Contoh Perhitungan

1. Standart deviasi (SD) dari beton jenis I dihitung berdasarkan persamaan 2.10 dan diperoleh hasil sebesar 39.628.
2. Kuat tekan karakteristik (σ_{bk}') dari beton jenis I dihitung berdasarkan persamaan 2.11 dan diperoleh hasil sebesar 313.11 kg/cm².
3. Kuat tekan rata-rata (σ_{bm}) dari beton jenis I dihitung berdasarkan persamaan 2.9 dan diperoleh hasil sebesar 378.10 kg/cm².

4.5.2 Beton Jenis II (agregat berasal dari gumpuk)

Tabel 4.4 Nilai Kuat Tekan karakteristik

No	$\sigma b'$	$\sigma b' - \sigma_{bm}$	$(\sigma b' - \sigma_{bm})^2$
1	299	-51,35	2636,8225
2	313	-37,35	1395,0225
3	318	-32,35	1046,5225
4	318	-32,35	1046,5225
5	323	-27,35	748,0225
6	323	-27,35	748,0225
7	332	-18,35	336,7225
8	332	-18,35	336,7225
9	337	-13,35	178,2225
10	341	-9,35	87,4225
11	351	0,65	0,4225
12	365	14,65	214,6225
13	365	14,65	214,6225
14	370	19,65	386,1225
15	370	19,65	386,1225
16	374	23,65	559,3225
17	388	37,65	1417,5225
18	393	42,65	1819,0225
19	393	42,65	1819,0225
20	402	51,65	2667,7225
	7007		18044,55

Contoh Perhitungan

1. Standart deviasi (SD) dari beton jenis II dihitung berdasarkan persamaan 2.10 dan diperoleh hasil sebesar 30.817.
2. Kuat tekan karakteristik (σ_{bk}') dari beton jenis II dihitung berdasarkan persamaan 2.11 dan diperoleh hasil sebesar 299.81 kg/cm².
3. Kuat tekan rata-rata (σ_{bm}) dari beton jenis II dihitung berdasarkan persamaan 2.9 dan diperoleh hasil sebesar 350.35 kg/cm².

4.6 Uji Hipotesa

Uji hipotesa merupakan bagian yang terpenting dari teori keputusan. Sebab dari pengujian ini akan diketahui apakah ada suatu pernyataan benar tidaknya mengenai populasi.

Pengujian hipotesa dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan kuat tekan beton yang disusun oleh agregat sungai dan agregat gumuk

Pengujian Hipotesa dihitung berdasarkan persamaan 2.12 sehingga didapatkan Z -hitung = 2.47 > 1.96 yang berarti tolak H_0 dan terima H_1 sehingga kuat tekan beton rata-rata beton jenis I berbeda dengan kuat tekan rata-rata beton jenis II.

Dari hasil perhitungan ternyata didapatkan bahwa kuat tekan beton yang disusun oleh agregat sungai lebih tinggi dibandingkan kuat tekan beton yang disusun oleh agregat gumuk.

BAB V

APLIKASI

Bagi para praktisi di lapangan, pemilihan agregat disarankan untuk menggunakan agregat (pasir dan kerikil) yang berasal dari sungai. Hal ini disebabkan karena faktor kuat tekan yang dihasilkan oleh agregat ini cukup tinggi.

Selain ini faktor lain yang cukup berpengaruh yaitu hasil analisa agregat yang ditampilkan pada tabel 4.1 dan 4.2 juga faktor standart deviasi yang berarti faktor workability (kemudahan pengerjaan). Sehingga disarankan lebih memilih agregat sungai dari pada agregat gumpuk untuk penerapannya di lapangan dengan atau tanpa dalam keadaan SSD. Karena sangat sulit mengawasi secara teliti workability di lapangan.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Dari sejumlah penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 6.1 Hasil Kesimpulan Hasil Pengujian Kuat Tekan

No	Lokasi pengambilan	τ_{bk}	S	τ_{bm}
1	Pasir Kali + Kerikil Kali	313.11	39.628	378.1
2	Pasir Gumuk + Kerikil Gumuk	299.81	30.817	350.35

Dari Tabel 6.1 terlihat bahwa beton yang dibentuk dari agregat sungai memiliki kuat tekan karakteristik yang lebih besar dibandingkan dengan beton yang dibentuk dari agregat gumuk dengan tingkat perbedaan sebesar 4.44%.

2. Pengaruh masing-masing agregat terhadap variasi kuat tekan beton berdasarkan analisa agregat pada Tabel 4.1 dan 4.2 terlihat bahwa kadar lumpur yang tinggi pada agregat gumuk mengakibatkan kuat tekan beton menjadi lebih rendah.



6.2 Saran

Dalam pengujian kuat tekan beton pada penelitian proyek akhir ini dapat disajikan beberapa saran yang berhubungan dengan pengujian yang telah dilakukan yaitu :

1. Lebih disarankan untuk menggunakan agregat yang berasal dari sungai dibandingkan agregat yang berasal dari gumpuk, dilihat dari nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh kedua jenis agregat tersebut.
2. Hal penting yang harus diperhatikan ialah daya resap agregat terhadap air, untuk lebih mempertahankan FAS pada beton perlunya mengkondisikan agregat pada keadaan SSD.
3. Analisa agregat dapat digunakan sebagai alternatif pemilihan lokasi pengambilan agregat yang terbaik yaitu agregat yang berasal dari sungai sehingga dapat mempermudah proses pelaksanaan dilapangan.
4. Perlunya kelanjutan dari penelitian ini untuk kesempurnaan hasil pengujian yang dapat digunakan sebagai tambahan pengetahuan khususnya dibidang teknologi beton yaitu mengubah proporsi dari komposisi berat menjadi komposisi volume agar dapat dipergunakan dengan mudah di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1997. **Ilmu Bahan Bangunan**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. **Metode Pengujian Kuat Tekan Beton**. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Meijling G. J. P. B. Jong J.J. De. 1953 **Bahan Bangunan**. Buku Teknik H STAM, Jakarta.
- Murdock, L. J Brook, K. M dan Hindarko, Stephanus. 1991. **Bahan dan Praktek Beton**. Terjemahan Edisi Keempat. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nawi, E. G. 1990. **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**. Penerbit PT. Eresco, Bandung.
- Subakti, Aman. 1994 **Teknologi Beton Dalam Praktek**. Penerbit Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- T. Gunawan. S. Margaret. 1987. **Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Beton 1 Jilid 1**. Delta Teknik Group, Jakarta.
- Taylor, W. H. 1986. **Concrete Technologi and Practise**.
- Tjokrodimulyo Kardiyono. 1998. **Buku Ajar Bahan Bangunan**. Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Widyono. 1997. **Perbedaan Kuat Tekan Beton Terendam Air Laut Dengan Air Tawar Pada Campuran Beton Normal Dan Ditambah Accelerator**. Skripsi UNIBRAW, Malang.



LAMPIRAN 1 : DATA-DATA PENGUJIAN PASIR KALI

Tabel L1.A Analisa Saringan Pasir

Saringan		Tertahan Saringan			% Tertahan			% Kumulatif						Rata Rata
No.	D	I	II	III	I	II	III	Tertahan			Lolos			
3/8"	9.5	37	22	9	3.7	2.2	0.9	3.7	2.2	0.9	96	98	99	97.73
4	4.76	59	72	49	5.9	7.2	4.9	9.6	9.4	5.8	90	91	94	91.73
8	2.38	161	154	129	16	15	13	26	25	19	74	75	81	76.93
16	1.19	175	177	157	18	18	16	43	43	34	57	58	66	59.97
30	0.59	430	270	187	43	27	19	86	70	53	14	31	47	30.40
50	0.3	75	209	232	7.5	21	23	94	90	76	6.3	9.6	24	13.20
100	0.15	55	80	214	5.5	8	21	99	98	98	0.8	1.6	2.3	1.57
200	0.02	7	13	21	0.7	1.3	2.1	100	100	100	0.1	0.3	0.2	0.20
PAN		1	3	2	0.1	0.3	0.2	100	100	100	0	0	0	0.00
Jumlah		1000	1000	1000	100	100	100							

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L1.B Berat Jenis Pasir

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (gram)	50	50	50
Berat picnometer + benda uji + air (W1) gram	162.7	161.4	162.7
Berat picnometer diisi air (W2) gram	133.3	132.4	131.5
$BJ\ Pasir = \frac{50}{(50 - W1 + W2)}$	2.43	2.38	2.66
Rata-rata	2.49		

Sumber ; Hasil Pengujian Laboratorium



Tabel L1-C Air Resapan Pasir

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (gram)	500	500	500
Berat benda uji kering oven (W1) gram	470.23	473.01	471.31
$Resapan\ Pasir = \frac{500 - W1}{W1} \times 100 \%$	6.33%	5.71%	6.09%
Rata-rata	6.04%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L1-D berat Isi Pasir

Keterangan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	I	II	III	I	II	III
Berat silinder (W1)gr	7260	7260	7260	7260	7260	7260
Berat silinder+benda uji W2)gr	21380	21400	21180	19540	19520	19910
Berat benda uji (W2 - W1)gr	14120	14140	13920	12280	12260	12650
Volume silinder (cm ³)	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68
$Berat\ Isi\ Pasir = \frac{(W2 - W1)}{V}$	1.53	1.53	1.51	1.33	1.33	1.37
Rata-rata	1.523			1.343		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L1-E Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik

Parameter	Percobaan		
	I	II	III
Warna larutan pembanding	Coklat	Coklat	Coklat
Warna larutan benda uji	Kuning Muda	Kuning Muda	Kuning Muda

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L1-F Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Dengan Cara Basah

Keterangan	I	II	III
Tinggi lumpur (h) cm	0.3	0.6	0.3
Tinggi pasir (H) cm	9.5	15	10
$Kadar Lumpur = \frac{h}{H} \times 100 \%$	3.158%	4.0%	3.0%
Rata-rata	3.386% ✓		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L1-G Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Kering

Keterangan	I	II	III
Berat pasir kering (W1) gram	500	500	500
Berat pasir bersih kering (W2) gram	493	485	472
$Kadar Lumpur = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100 \%$	1.4%	3.4%	5.6%
Rata-rata	3.33 ✓		

Sumber ; Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L1-H Kadar Air Pasir

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji (W1) gram	250	250	250
Berat benda uji kering oven (W2) gram	230	228	232
$Kadar Air Pasir = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$	8.672%	9.736%	7.754%
Rata-rata	8.721%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L1-I Pengembangan Volume Pasir

Keterangan	I	II	III
Diameter gelas ukur (cm)	7	7	7
Tinggi pasir (t1) cm	20	20	20
Tinggi pasir dalam air (t1) cm	15	15.5	14.7
Volume pasir (W1) gram	770	770	770
Volume pasir dalam air (W2) gram	577.5	596.75	565.95
$Kadar\ Air\ Pasir = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$	33.333	29.032	36.054
Rata-rata	32.806%		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

LAMPIRAN 2 : DATA-DATA PENGUJIAN PASIR GUMUK

Tabel L2.A Analisa Saringan Pasir

Saringan		Tertahan Saringan			% Tertahan			% Kumulatif				
No.	D	I	II	III	I	II	III	Tertahan			Lolos	
3/8"	9.5	90.5	91	92	3.62	3.64	3.7	3.62	3.64	3.7	96.4	96.4
4	4.76	115	114	113	4.62	4.56	4.5	8.24	8.2	8.2	91.8	91.8
8	2.38	443	444	440	17.7	17.8	17.6	25.9	26	25.8	74	74
16	1.19	429	430	434	17.2	17.2	17.4	43.2	43.2	43.2	56.9	56.8
30	0.59	545	544	542	21.8	21.7	21.6	64.9	64.9	64.8	35.1	35.1
50	0.3	521	519	521	20.9	20.8	20.8	85.8	85.7	85.6	14.2	14.2
100	0.15	250	248	245	10	9.92	9.8	95.8	95.6	95.4	4.3	4.3
200	0.02	94	92	95	3.76	3.68	3.8	99.5	99.3	99.2	0.5	0.5
PAN		12.5	15	15	0.5	0.7	0.8	100	100	100	0	0
Jumlah		2500	2500	2500	100	100	100					

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L2.B Berat Jenis Pasir

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (gram)	100	100	100
Berat picnometer + benda uji + air (W1) gram	193.65	182	176.31
Berat picnometer diisi air (W2) gram	135.6	130.4	125.7
$BJ\ Pasir = \frac{50}{(50 - W1 + W2)}$	2.384	2.066	2.025
Rata-rata	2.158		

Sumber ; Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L2-C Air Resapan Pasir

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (gram)	500	500	500
Berat benda uji kering oven (W1) gram	482	473	470
$Resapan\ Pasir = \frac{500 - W1}{W1} \times 100\%$	3.734%	5.708%	6.383%
Rata-rata	5.275%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L2-D berat Isi Pasir

Keterangan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	I	II	III	I	II	III
Berat silinder (W1)gr	7260	7260	7260	7260	7260	7260
Berat silinder+benda uji W2)gr	20840	21810	21840	18720	20200	18720
Berat benda uji (W2 - W1)gr	13580	14550	13580	11460	12940	11460
Volume silinder (cm3)	9224.07	9224.07	9224.07	9224.07	9224.07	9224.07
$Berat\ Isi\ Pasir = \frac{(W2 - W1)}{V}$	1.472	1.577	1.472	1.242	1.403	1.242
Rata-rata	1.507			1.296		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L2-E Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik

Parameter	Percobaan		
	I	II	III
Warna larutan pembanding	Coklat	Coklat	Coklat
Warna larutan benda uji	Kuning. Muda	Kuning. Muda	Kuning. Muda

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L2-F Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Dengan Cara Basah

Keterangan	I	II	III
Tinggi lumpur (h) cm	0.2	0.12	0.7
Tinggi pasir (H) cm	3.5	3.45	4
$Kadar Lumpur = \frac{h}{H} \times 100 \%$	5.714%	3.478%	17.5%
Rata-rata	8.897%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L2-G Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Kering

Keterangan	I	II	III
Berat pasir kering (W1) gram	500	500	500
Berat pasir bersih kering (W2) gram	476	489	433
$Kadar Lumpur = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100 \%$	4.8%	2.2%	13.4%
Rata-rata	3.8%		

Sumber ; Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L2-H Kadar Air Pasir

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji (W1) gram	500	500	500
Berat benda uji kering oven (W2) gram	481	478	483
$Kadar Air Pasir = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$	3.95%	4.60%	3.52%
Rata-rata	4.023%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L2-I Pengembangan Volume Pasir •

Keterangan	I	II	III
Diameter gelas ukur (cm)	7	7	7
Tinggi pasir (t1) cm	22.5	20	22.5
Tinggi pasir dalam air (t1) cm	17.5	17.5	18
Volume pasir (W1) gram	636.43	663.93	636.43
Volume pasir dalam air (W2) gram	494.999	580.937	509.143
$Kadar\ Air\ Pasir = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$	28.572	14.286	24.999
Rata-rata	22.619%		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

LAMPIRAN 3 : DATA-DATA PENGUJIAN KERIKIL GUMUK

Tabel L3.A Analisa Saringan Kerikil

Saringan		Tertahan Saringan			% Tertahan			% Kumulatif						Rata	
No.	D	I	II	III	I	II	III	Tertahan			Lolos			Rata	
1 3/4"		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 1/2"	38	261	386	371	2.61	3.86	3.71	2.61	3.86	3.71	97.4	96.1	96.3	96.61	
1 1/4"		3355	3148	1943	33.6	31.5	19.4	36.2	35.3	23.1	63.8	64.7	76.9	68.45	
1"		2806	3224	725	28.1	32.2	7.25	64.2	67.6	30.4	35.8	32.4	69.6	45.94	
7/8"		1101	624	670	11	6.24	6.7	75.2	73.8	37.1	24.8	26.2	62.9	37.95	
3/4"	19	970	489	1004	9.7	4.89	10	84.9	78.7	47.1	15.1	21.3	52.9	29.74	
1/2"		952	661	862	9.52	6.61	8.62	94.5	85.3	55.8	5.55	14.7	44.3	21.49	
3/8"	9.5	313	385	691	3.13	3.85	6.91	97.6	89.2	62.7	2.42	10.8	37.3	16.86	
4	4.8	168	469	1307	1.68	4.69	13.1	99.3	93.9	75.7	0.74	6.14	24.3	10.38	
8	2.4	24	251	532	0.24	2.51	5.32	99.5	96.4	81.1	0.5	3.63	19	7.69	
16	1.2	5	101	664	0.05	1.01	6.64	99.6	97.4	87.7	0.45	2.62	12.3	5.13	
30	0.6	7	92	506	0.07	0.92	5.06	99.6	98.3	92.8	0.38	1.7	7.25	3.11	
50	0.3	12	82	384	0.12	0.82	3.84	99.7	99.1	96.6	0.26	0.88	3.41	1.52	
100	0.1	12	52	302	0.12	0.52	3.02	99.9	99.6	99.6	0.14	0.36	0.39	0.30	
200	0	8	28	38	0.08	0.28	0.38	99.9	99.9	100	0.06	0.08	0.01	0.05	
PAN		6	8	1	0.06	0.08	0.01	100	100	100	0	0	0	0.00	
Jumlah		10000	10000	10000	100	100	100								

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L3.B Berat Jenis Kerikil

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (W1) gram	3000	3000	3000
Berat benda uji SSD didalam air (W2) gram	1857	1851	1843
$BJ\ Kerikil = \frac{W1}{W1 - W2}$	2.62	2.61	2.59
Rata-rata	2.61		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L3-C Air Resapan Kerikil

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (W1) gram	1000	1000	1000
Berat benda uji kering oven (W2) gram	989	988	985
$Resapan\ Kerikil = \frac{(W1 - W2)}{W2} \times 100\%$	1.11%	1.21%	1.52%
Rata-rata	1.28%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L3-D Berat Isi Kerikil

Keterangan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	I	II	III	I	II	III
Berat silinder (W1) gram	7260	7260	7260	7260	7260	7260
Berat silinder + benda uji (W2) gram	21920	22080	21910	20400	20150	20350
Berat benda uji (W2 - W1) gram	14660	14820	14650	13140	12890	13090
Volume silinder (cm ³)	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68
$Berat\ Isi\ Kerikil = \frac{(W2 - W1)}{V}$	1.59	1.61	1.59	1.43	1.40	1.42
Rata-rata	1.597			1.417		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L-3E Kadar Air Kerikil

Keterangan	I	II	II
Berat benda uji (W1) gram	500	500	500
Berat benda uji kering oven (W2) gram	477	474	477
$Kadar\ Air\ Kerikil = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$	4.82%	5.49%	4.822%
Rata-rata	4.825%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L3-F Kebersihan Kerikil Terhadap Lumpur Cara Kering

Keterangan	I	II	III
Berat kerikil kering (W1) gram	500	500	500
Berat kerikil bersih kering (W2) gram	474	493	486
$Kadar\ Lumpur = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100\%$	5.2%	1.4%	2.8%
Rata-rata	3.13%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

LAMPIRAN 4 : DATA-DATA PENGUJIAN KERIKIL KALI

Tabel L4.A Analisa Saringan Kerikil

Saringan		Tertahan Saringan			% Tertahan			% Kumulatif						Rata Rata	
No.	D	I	II	III	I	II	III	Tertahan			Lolos			Rata Rata	
1 3/4"		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 1/2"	38	261	386	371	2.61	3.86	3.71	2.61	3.86	3.71	97.4	96.1	96.3	96.61	
1 1/4"		3355	3148	1943	33.6	31.5	19.4	36.2	35.3	23.1	63.8	64.7	76.9	68.45	
1"		2806	3224	725	28.1	32.2	7.25	64.2	67.6	30.4	35.8	32.4	69.6	45.94	
7/8"		1101	624	670	11	6.24	6.7	75.2	73.8	37.1	24.8	26.2	62.9	37.95	
3/4"	19	970	489	1004	9.7	4.89	10	84.9	78.7	47.1	15.1	21.3	52.9	29.74	
1/2"		952	661	862	9.52	6.61	8.62	94.5	85.3	55.8	5.55	14.7	44.3	21.49	
3/8"	9.5	313	385	691	3.13	3.85	6.91	97.6	89.2	62.7	2.42	10.8	37.3	16.86	
4	4.8	168	469	1307	1.68	4.69	13.1	99.3	93.9	75.7	0.74	6.14	24.3	10.38	
8	2.4	24	251	532	0.24	2.51	5.32	99.5	96.4	81.1	0.5	3.63	19	7.69	
16	1.2	5	101	664	0.05	1.01	6.64	99.6	97.4	87.7	0.45	2.62	12.3	5.13	
30	0.6	7	92	506	0.07	0.92	5.06	99.6	98.3	92.8	0.38	1.7	7.25	3.11	
50	0.3	12	82	384	0.12	0.82	3.84	99.7	99.1	96.6	0.26	0.88	3.41	1.52	
100	0.1	12	52	302	0.12	0.52	3.02	99.9	99.6	99.6	0.14	0.36	0.39	0.30	
200	0	8	28	38	0.08	0.28	0.38	99.9	99.9	100	0.06	0.08	0.01	0.05	
PAN		6	8	1	0.06	0.08	0.01	100	100	100	0	0	0	0.00	
Jumlah		10000	10000	10000	100	100	100								

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L4.B Berat Jenis Kerikil

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (W1) gram	2500	2500	2500
Berat benda uji SSD didalam air (W2) gram	1483	1470	1479
$BJ \text{ Kerikil} = \frac{W1}{W1 - W2}$	2.46	2.43	1.45
Rata-rata	2.44		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L4-C Air Resapan Kerikil

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (W1) gram	1500	1500	1500
Berat benda uji kering oven (W2) gram	1443	1430	1437
$\text{Resapan Kerikil} = \frac{(W1 - W2)}{W2} \times 100\%$	3.95%	4.89%	4.38%
Rata-rata	4.41%		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L4-D Berat Isi Kerikil

Keterangan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	I	II	III	I	II	III
Berat silinder (W1) gram	10 260	10 260	10 260	10 260	10 260	10 260
Berat silinder + benda uji (W2) gram	33 580	34 279	33 580	30 900	30 193	30 900
Berat benda uji (W2 - W1) gram	23 320	24 019	23 320	20 640	19 933	20 640
Volume silinder (cm ³)	13823,52	13823,52	13823,52	13823,52	13823,52	13823,5
$\text{Berat Isi Kerikil} = \frac{(W2 - W1)}{V}$	1,69	1,74	1,69	1,49	1,44	1,49
Rata-rata	1,71			1,47		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L-4E Kadar Air Kerikil

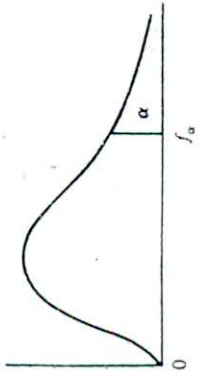
Keterangan	I	II	III
Berat benda uji (W1) gram	500	500	500
Berat benda uji kering oven (W2) gram	496	497	498
$Kadar\ Air\ Kerikil = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$	0.806%	0.604%	0.402%
Rata-rata	0.604%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel L4-F Kebersihan Kerikil Terhadap Lumpur Cara Kering

Keterangan	I	II	III
Berat kerikil kering (W1) gram	500	500	500
Berat kerikil bersih kering (W2) gram	496	492	490
$Kadar\ Lumpur = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100 \%$	0.8%	1.6%	2.0%
Rata-rata	1.47%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



Nilai kritis distribusi F

Nilai kritis distribusi (sambungan)

$f_{\alpha,os}(v_1, v_2)$

v_2	v_1								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88

$f_{\alpha,os}(v_1, v_2)$

v_2	v_1									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	241,9	243,9	245,9	248,0	249,1	250,1	251,1	252,2	253,3	254,3
2	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50
3	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36
6	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13
15	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92
19	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
21	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73
25	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71
26	2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75	1,69
27	2,20	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	1,73	1,67
28	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65
29	2,18	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64
30	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
60	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25
∞	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00

† Disalin dari Tabel 18 *Biometrika Tables for Statisticians*, Jilid I seizin E. S. Pearson dan Biometrika Trustees.

LAMPIRAN 6 : PERHITUNGAN DISTRIBUSI NORMAL

Perhitungan Koordinat Lengkung Distribusi normal (x,y)
Beton jenis I

$X = \tau_{bi} =$ interval kelas

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas} &= \frac{\text{max} - \text{min}}{1 + k \log n} \\ &= \frac{444 - 304}{1 + 3.33 \log 20} \\ &= 26.45 \end{aligned}$$

Dengan

$X =$ absis lengkung distribusi normal

$K =$ bilangan tetap = 3.33

$$Y = \frac{e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\sigma' - \tau_{bm}}{s} \right)^2}}{(s \sqrt{2\pi})}$$

Dengan

$Y =$ ordinat lengkung distribusi normal

$e =$ bilangan natural = 2.7183

$\pi =$ phi = 3.14

$S =$ standart deviasi = 39.6284

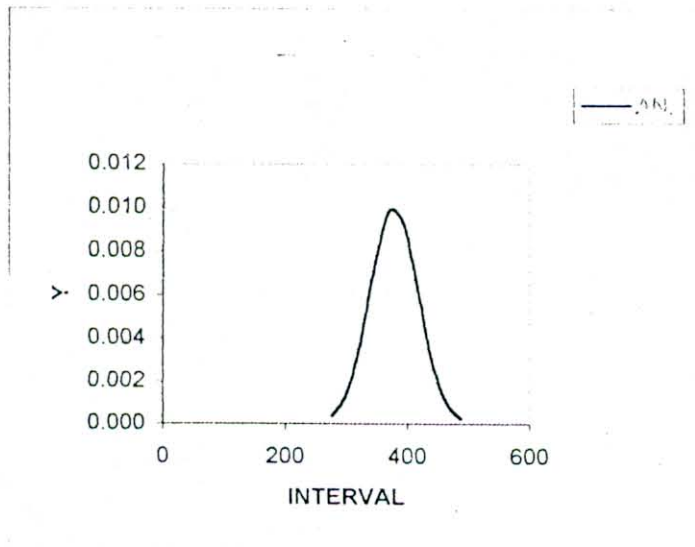
$\tau_{bm} =$ kuat tekan rata-rata = 378.1

Interval Kelas yang diambil 26.45

Tabel L6.A Persamaan Lengkung Distribusi Normal Beton Jenis I

Interval	Z	Z ²	0.5 Z ²	e	y
276.5	-2.564	6.573	3.287	0.037	0.000
300.000	-1.971	3.884	1.942	0.143	0.001
323.500	-1.378	1.898	0.949	0.387	0.004
347.000	-0.785	0.616	0.308	0.735	0.007
370.500	-0.192	0.037	0.018	0.982	0.010
394.000	0.401	0.161	0.080	0.923	0.009
417.500	0.994	0.989	0.494	0.610	0.006
441.000	1.587	2.519	1.260	0.284	0.003
464.500	2.180	4.754	2.377	0.093	0.001
488.000	2.773	7.691	3.846	0.021	0.000

Kurva Distribusi Normal Beton Jenis I



Perhitungan Koordinat Lengkung Distribusi normal (x,y)
Beton jenis II

$X = \tau_{bi} =$ interval kelas

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas} &= \frac{\text{max} - \text{min}}{1 + k \log n} \\ &= \frac{402 - 299}{1 + 3.33 \log 20} \\ &= 19.46 \sim 19.5 \end{aligned}$$

Dengan

$X =$ absis lengkung distribusi normal

$K =$ bilangan tetap = 3.33

$$Y = \frac{e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\tau_{bi} - \tau_{bm}}{s} \right)^2}}{(s \sqrt{2\pi})}$$

Dengan

$Y =$ ordinat lengkung distribusi normal

$e =$ bilangan natural = 2.7183

$\pi =$ phi = 3.14

$S =$ standart deviasi = 30.817

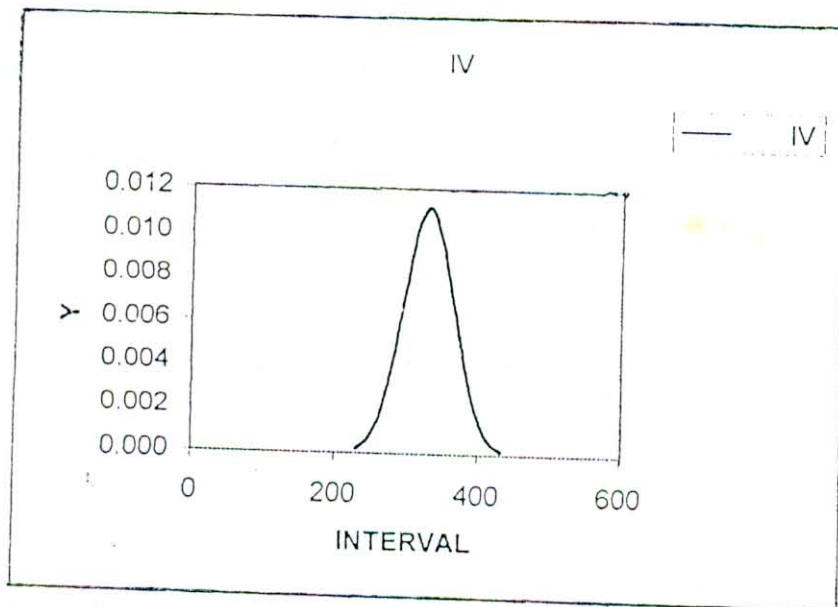
$\tau_{bm} =$ kuat tekan rata-rata = 350.35

Interval Kelas yang diambil 19.5

Tabel L6.B Persamaan Lengkung Distribusi Normal Beton Jenis II

X	Z	Z ²	0.5 Z ²	e	Y
229	-2.841	8.072	4.036	0.018	0.000
246	-2.362	5.578	2.789	0.062	0.001
263	-1.882	3.543	1.772	0.170	0.002
280	-1.403	1.968	0.984	0.374	0.004
297	-0.924	0.853	0.426	0.653	0.007
314	-0.444	0.197	0.099	0.906	0.010
331	0.035	0.001	0.001	0.999	0.011
348	0.515	0.265	0.132	0.876	0.010
365	0.994	0.988	0.494	0.610	0.007
382	1.473	2.171	1.085	0.338	0.004
399	1.953	3.813	1.907	0.149	0.002
416	2.432	5.916	2.958	0.052	0.001
433	2.912	8.477	4.239	0.014	0.000

Kurva Distribusi Normal Beton Jenis III



Tabel Luas Kurva Distribusi Normal

Jenis	Min	z	α	σ_{bk}	z	α	σ_{bm}	s
1	304	-1.87	3.07%	313.11	-1.64	5%	378.1	39.628
2	281	-1.37	8.53%	271.592	-1.64	5%	329.75	35.462
3	313	-2.03	2.12%	326.694	-1.64	5%	384.05	34.973
4	299	-1.67	4.85%	299.81	-1.64	5%	350.35	30.817

Pengujian telah dilaksanakan pada 40 buah benda uji. Dan dari kedua jenis beton telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu kubus yang mengalami kegagalan tidak lebih dari 5%. Dari hasil perhitungan didapatkan :

➤ Beton Jenis I

$$\sigma_{bm} - \sigma_{\beta k} = 378.1 - 313.11 = 64.99$$

$$1.64 \times S = 1.64 \times 39.628 = 64.99$$

$$\sigma_{bm} - \sigma_{\beta k} = 1.64 \times S$$

➤ Beton Jenis II

$$\sigma_{bm} - \sigma_{\beta k} = 350.35 - 299.81 = 50.54$$

$$1.64 \times S = 1.64 \times 30.817 = 50.54$$

$$\sigma_{bm} - \sigma_{\beta k} = 1.64 \times S$$

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Jenis I

NO	Tanggal			Benda Uji				Dial (KN)	kalibrasi	τ_k (kg/cm ²)
	pengecoran	perendaman	pengujian	jenis	umur	ukuran	berat(gr)			
1	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7624	650	0.95	304
2	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7598	690	0.95	323
3	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7758	710	0.95	332
4	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7665	720	0.95	337
5	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7835	730	0.95	341
6	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7510	750	0.95	351
7	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7841	760	0.95	355
8	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7830	780	0.95	365
9	29/5/02	30/5/02	20/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7695	790	0.95	370
10	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7860	810	0.95	379
11	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7635	815	0.95	381
12	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7843	830	0.95	388
13	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7667	840	0.95	393
14	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7560	850	0.95	398
15	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7665	860	0.95	402
16	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7803	880	0.95	412
17	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7600	910	0.95	426
18	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7913	910	0.95	426
19	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7780	930	0.95	435
20	2/6/02	3/6/02	24/6/02	I	21 HARI	225 cm ²	7769	950	0.95	444

sumber : hasil pengujian laboratorium

jenis I : kelompok campuran agregat A₁ (pasir kali) dan B1 (batu pecah kali)

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Jenis II

NO	Tanggal			Benda Uji				Dial (KN)	kalibrasi	TK (kg/cm ²)
	pengecoran	perendaman	pengujian	jenis	umur	ukuran	berat(gr)			
1	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7900	640	0.95	299
2	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7983	670	0.95	313
3	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7844	680	0.95	318
4	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7900	680	0.95	318
5	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7993	690	0.95	323
6	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	8010	690	0.95	323
7	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7806	710	0.95	332
8	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7998	710	0.95	332
9	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7992	720	0.95	337
10	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7804	730	0.95	341
11	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7968	750	0.95	351
12	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7923	780	0.95	365
13	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7920	780	0.95	365
14	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7992	790	0.95	370
15	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	8068	790	0.95	370
16	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7962	800	0.95	374
17	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	8010	830	0.95	388
18	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	7921	840	0.95	393
19	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	8037	840	0.95	393
20	8/6/02	9/6/02	30/6/02	IV	21 HARI	225 cm ²	8106	860	0.95	402

sumber : hasil pengujian laboratorium

jenis IV : kelompok campuran agregat A₂ (pasir gumuk kerang) dan B₂ (batu pecah gumuk kerang)

LEMBAR ASISTENSI

Nama Mahasiswa : ETIK HARIYANI / ANI SUHARTINI

NIM : 99 - 1114 / 99 - 1113

Asisten : 1. Yeni Dhokikah,ST
2. A. Hasanudin,ST,MT

No.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
1	14-9-02	Bisa diterima perbaikannya!	Shur
2	14-9-02	lanjutan bab lain	Shur
3	15-9-02	Perbaiki dan lanjutan	Yeni
4	15-9-02	Perbaiki pembahasan + lanjutan	Shur
5	18-9-02	Perbaiki	Shur
6	18-9-02	Acc	Yeni
7	20-9-02	Acc -	Shur
8	20-9-02	Acc	Shur
9	23-9-02	Acc → 23/102 /9	Shur
10	23-9-02	Acc	Shur



LEMBAR ASISTENSI

Nama Mahasiswa : Etik . H / Ani . S
NIM : 99 - 1114 / 99 - 1113
Mata Kuliah : Proyek Akhir
Asisten : I. Yeny Dhokhikah . ST

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
1	29 - Juli '02	- Cari 7bk pakai rumus PBI '71 tiap kelompok - gambaran kurva distribusi normal (lihat punya Andri + Feri). tiap kelompok.	
2.	26 Juli '02	- perbaiki yang telah dikoreksi (Bab I, II, III). - hit. data dg anova.	
3	19 Agustus '02	- Perbaiki yg telah dikoreksi (seperti penulisan penyanyi ; tabel ; gambar ; salah cetak, dll). - contoh per hit ungu sebaiknya di lampiran	

