

UNIV "45" UJUNG PANDANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

TUGAS AKHIR
STUDY PENGGUNAAN ABU BATU SEBAGAI
AGREGAT HALUS PADA MIX DESIGN BETON



DIAJUKAN PADA PANITIA TUGAS AKHIR
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS "45" UJUNG PANDANG

Oleh

SYAMSUDDIN
4588040020

LA UMMA
4588040045

UJUNG PANDANG
1995



UNIVERSITAS " 45 "

Jln. Urip Sumoharjo Km.4
Telp. 322411 - Telex 71303 Marannu UP
UJUNG PANDANG

FAKULTAS TEKNIK

TUGAS AKHIR

Judul : STUDY PENGGUNAAN ABU BATU SEBAGAI AGREGAT HALUS
PADA MIX DESIGN BETON.

Diberikan kepada :

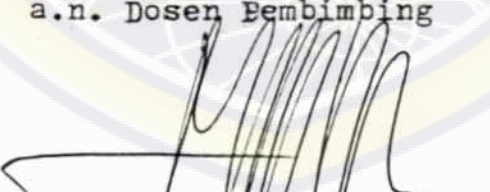
N a m a : Syamsuddin / La umma
No. Stb : 4588040020 / 4588040045
N i r m : 8911312434 / 8811310673
Jurusan : S I P I L

Ujung Pandang, Oktober 1995.

Dosen Pembimbing :

1. Ir. Abd. Madjid Akkas
2. Ir. Darwis Panguriseng, MSc
3. Ir. Abd. Rahim Nurdin

a.n. Dosen Pembimbing


Ir. Abd. Madjid Akkas

Nip. : 130 936 995



UNIVERSITAS " 45 "

Jln. Urip Sumoharjo Km.4
Telp. 452901 - Telex 71303 Marannu UP
UJUNG PANDANG

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN

(TUGAS AKHIR)

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi sebagai syarat-syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik Universitas "45" Ujung Pandang.

Judul : STUDY PENGGUNAAN ABU BATU SEBAGAI AGREGAT HALUS
PADA MIX DESIGN BETON.

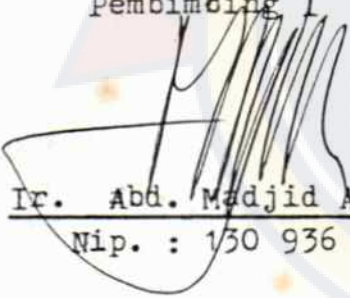
Disusun oleh
Syamsuddin / La umma

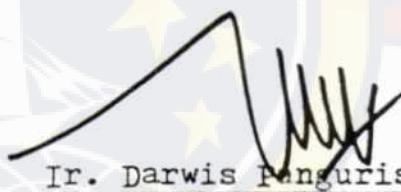
4588040020 / 4588040045

Telah diperiksa dan disetujui oleh
Dosen Pembimbing


Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Abd. Madjid Akkas
Nip. : 130 936 995

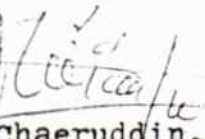

Ir. Darwis Panguriseng, MSc
Nip.: 132 008 284


Pembimbing III


Ir. Abd. Rahim Nurdin
Nip. : 131 911 820

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Sipil


Ir. Firdaus Chaeruddin, MSi
Nip. : 131 963 833


Ir. Burhanuddin Badrun
Nip. :

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyusun tugas akhir ini sampai selesai. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas "45" Ujung Pandang dengan Judul :

" STUDY PENGGUNAAN ABU BATU SEBAGAI AGREGAT HALUS
PADA MIX DESIGN CONCRETE "

Terwujudnya tulisan ini merupakan hasil usaha terpadu dari kami dan bantuan dari berbagai pihak, utamanya bapak-bapak dosen pembimbing. Untuk itu perkenankanlah kami menghaturkan banyak terima kasih dengan setulus hati kepada :

- Bapak Ir. Abd. Madjid Akkas, bapak Ir. Darwis Panguriseng MSc, dan bapak Ir. Abd. Rahim Nurdin sebagai dosen pembimbing dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- Bapak Ir. Firdaus Chaeruddin MSi, sebagai dekan Fakultas Teknik Universitas "45" Ujung Pandang.
- Bapak Ir. Burhanuddin Badrun, bapak Ir. Kamaruddin dan bapak Ir. M. Natsir Abduh sebagai pembantu dekan I, II, dan III pada Fakultas Teknik Universitas "45" Ujung Pandang.
- Bapak Ir. A. Rumpang Yusuf dan bapak Ir. Burhanuddin Badrun sebagai ketua dan sekretaris jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Ujung Pandang.
- Bapak Kepala Laboratorium Proyek Pembangunan Waduk Bili-Bili di Bili-Bili beserta stafnya.


- Bapak pimpinan PT. CIKAL di Desa Romangloe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa beserta karyawan.
- Bapak-bapak dan Ibu-ibu dosen Fakultas Teknik Universitas "45" Ujung Pandang.
- Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang membantu kami dalam usaha penyelesaian tulisan ini.

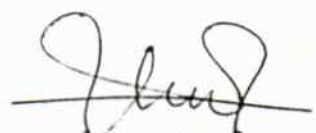
Dan tak kalah pentingnya ucapan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta beserta seluruh keluarga dengan segala kesabaran dan do'anya serta dorongan hingga tulisan ini dapat terselesaikan.

Akhirnya sebagai manusia biasa, tetap menyadari tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan karena kekurangan dan keterbatasan kami, olehnya itu segala koreksi dan saran kearah perbaikan sangat kami harapkan. Dan harapan kami kiranya tulisan ini dapat memberikan mamfaat walaupun kecil bagi mereka yang membacanya.

Sungguminasa, April 1995

P e n u l i s,


(Syamsuddin)
4588040020


(La umma)
4588040045

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Judul	i
Lembar Tugas	ii
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel dan Gambar	ix
Bab. I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	I - 1
1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan	I - 3
1.3. Batasan Masalah	I - 4
1.4. Metodologi Penelitian	I - 5
1.4.1. Lokasi Penelitian	I - 5
1.4.2. Metode Pengambilan dan pemeriksaan Sampel	I - 5
1.4.3. Metode Pengumpulan Data	I - 7
1.5. Komposisi Bab / Sistematika Penulisan ..	I - 7
Bab.II. TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Proses Produksi Abu Batu	II - 1
2.2. Karakteristik / Sifat-Sifat Teknis Abu Batu	II - 2
2.3. Kwantitas Produksi Abu Batu	II - 3
2.4. Alternatif Penggunaan Abu Batu	II - 4
2.5. Komposisi Butiran Abu Batu	II - 5
2.6. Pengertian Beton	II - 6
2.6.1. Sifat-sifat Beton	II - 7
2.6.2. Bahan-bahan Beton	II -14

2.7. Agregat Halus (Abu Batu)	II - 19
2.7.1. Bahan Asal Agregat Halus	II - 20
2.7.2. Fungsi Agregat Halus Dalam Beton. II -	20
2.7.3. Sifat-sifat Agregat Halus	II - 21
2.7.4. Spesifikasi Agregat Halus Untuk Beton	II - 24
2.8. Spesifikasi Agregat Kasar Untuk Beton...	II - 25
2.9. Persyaratan Air Untuk Beton	II - 27
2.10. Perencanaan Campuran Beton (Fix Design Concrete)	II - 29

Bab. III. PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Bahan dan Metode Pemeriksaan	III - 1
3.1.1. Pengambilan Sampel Dilapangan ...	III - 1
3.1.2. Pengujian di Laboratorium	III - 2
3.2. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Abu Batu)	III - 2
3.2.1. Pemeriksaan Kadar Organik	III - 2
3.2.2. Pemeriksaan Kadar Lumpur	III - 4
3.2.3. Pemeriksaan Kadar Air	III - 5
3.2.4. Pemeriksaan Berat Jenis	III - 6
3.2.5. Pemeriksaan Berat Volume	III - 8
3.2.6. Pemeriksaan Gradasi	III - 9
3.3. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Kerikil bulat dan Kerikil Pecah)	III - 11
3.3.1. Pemeriksaan Kadar Lumpur	III - 11
3.3.2. Pemeriksaan Kadar Air	III - 12
3.3.3. Pemeriksaan Berat Jenis	III - 13

3.3.4.	Pemeriksaan Berat Volume	III - 15
3.3.5.	Pemeriksaan Gradasi	III - 16
3.3.6.	Pemeriksaan Keausan	III - 17
3.4.	Perencanaan Campuran Beton	III - 19
3.4.1.	Data Perencanaan	III - 22
3.4.2.	Perhitungan Perencanaan Campuran Beton	III - 24
3.5.	Pelaksanaan Pemeriksaan Beton	III - 52
3.5.1.	Pemeriksaan Nilai Slump	III - 52
3.5.2.	Pemeriksaan Berat Volume Beton Cair	III - 53
3.5.3.	Pencetakan dan Perawatan Slinder.	III - 54
3.5.4.	Pemeriksaan Kuat Tekan Beton	III - 55

Bab. IV. ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1.	Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Abu Batu)	IV - 1
4.2.	Hasil Perhitungan Perbandingan Campuran..	IV - 5
4.3.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Mutu Beton	IV - 5
4.3.1.	Analisa Statistik Mutu Beton K 225	IV - 6
4.4.	Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton....	IV - 11
4.5.	Hasil Pemeriksaan Pemakaian Agregat Halus Terhadap Mutu Beton Yang Diuji	IV - 17

Bab. V. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

5.1.	Kesimpulan	V - 1
5.2.	Saran - Saran	V - 2

- DAFTAR PUSTAKA
- LAMPIRAN

DAFTAR TABEL DAN GAMBAR

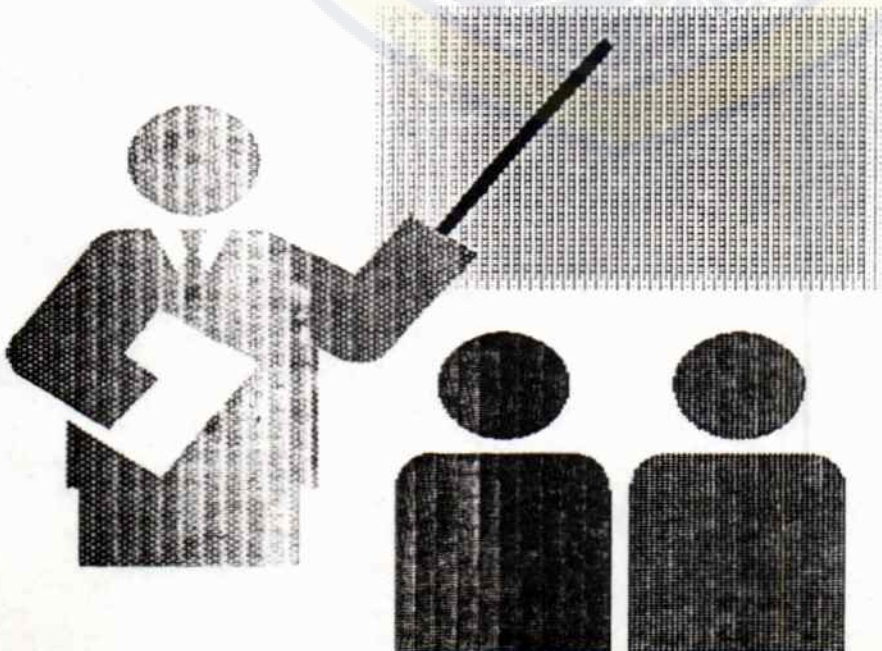
Tabel :		Halaman
II - 1	Nilai-nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton	II - 42
II - 2	Jumlah semen minimum dan nilai faktor air semen maksimum	II - 42
II - 3	Daftar umum tentang saringan	II - 43
II - 4	Batas-batas gradasi agregat kasar (BS. 882 : Bagian 2, 1973)	II - 43
II - 5	Batas-batas gradasi agregat halus (BS. 882 : Bagian 2, 1973)	II - 44
II - 6	Spesifikasi untuk keausan batuan	II - 44
II - 7	Standar warna cairan	II - 45
II - 8	Berat jenis spesifik dan penyerapan	II - 45
II - 9	Perkiraan kekuatan tekan beton dengan faktor air bebas / semen 0,50	II - 46
II - 10	Perkiraan kadar air yang dibutuhkan untuk berbagai tingkat pengerjaan beton	II - 46
III - 1	Hasil perhitungan dan pemeriksaan agregat halus (abu batu)	III - 20
III - 2	Hasil perhitungan dan pemeriksaan agregat kasar batu kerikil dan batu pecah	III - 21
III - 3	Perhitungan penggabungan agregat kasar batu kerikil dan agregat halus abu batu	III - 26
III - 4	Penggabungan agregat halus dan agregat kasar batu kerikil dengan perbandingan 39 % abu batu dan 61,0 % batu kerikil	III - 32
III - 5	Penggabungan agregat kasar batu pecah untuk memperoleh spesifikasi agregat yang memenuhi syarat gradasi ayakan	III - 40

III - 6	Perhitungan penggabungan agregat kasar batu pecah dengan agregat halus abu batu	III - 41
III - 7	Penggabungan agregat halus dan agregat kasar dengan perbandingan 37 % abu batu dan 63 % batu pecah	III - 47
III - 8	Perbandingan kekuatan tekan beton terhadap berbagai umur beton	III - 56
III - 9	Hasil perencanaan campuran beton mutu K 225 untuk agregat kasar batu kerikil	III - 57
III - 10	Hasil perencanaan campuran beton mutu K 225 untuk agregat kasar batu pecah	III - 58
III - 11	Evaluasi hasil pemeriksaan kuat tekan beton untuk agregat halus abu dicuci dengan agregat kasar batu kerikil	III - 59
III - 13	Evaluasi hasil pemeriksaan kuat tekan beton untuk agregat halus abu batu dicuci dengan agregat kasar batu pecah	III - 61
IV - 1	Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus (abu batu)	IV - 4
IV - 2	Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar batu kerikil dan batu pecah	IV - 4
IV - 3	Proporsi campuran dalam perbandingan berat	IV - 5
IV - 4	Analisa statistik mutu beton K 225 untuk agregat halus dicuci dengan agregat kasar batu kerikil	IV - 6
IV - 6	Analisa statistik mutu beton K 225 untuk agregat halus dicuci dengan agregat kasar batu pecah	IV - 9

Gambar :	Halaman
II - 1 Skema proses produksi agregat halus abu batu pada Crushing Plant	II - 6
II - 2 Alat percobaan slump test	II - 8
II - 3 Type slump yang terjadi dalam praktek	II - 9
III - 1 Barchart penggabungan agregat halus abu batu dengan agregat kasar batu kerikil	III - 31
III - 2 Lengkung ayakan agregat gabungan abu batu dan batu kerikil	III - 33
III - 3 Barchart penggabungan agregat halus dan agregat kasar batu pecah	III - 46
III - 4 Lengkung ayakan agregat gabungan abu batu dengan agregat kasar batu pecah	III - 48
IV - 1 Hubungan kuat tekan beton dengan umur beton	IV - 12

BAB I

PENDAHULUAN



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Semakin lajunya perkembangan pembangunan di kawasan Indonesia Timur yang dilaksanakan oleh pemerintah dan swasta dalam segala sektor pembangunan, seperti yang dituangkan dalam Garis-Garis Besar Haluan Negara yang memberikan dorongan untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan pembangunan diberbagai bidang pembangunan termasuk bidang Teknologi Konstruksi Beton. Salah satu kegiatan kearah itu adalah dengan menciptakan keseragaman dan kesamaan bahasa diantara tenaga-tenaga ahli yang berkecimpung dalam bidang usaha-usaha penelitian, perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan mutu.

Meningkatnya perkembangan dibidang teknologi konstruksi beton menuntut para ahli untuk memacu diri memanfaatkan hasil teknologi untuk menghasilkan suatu jenis bahan konstruksi yang baik dan berkualitas. Suatu hasil konstruksi yang baik dan berkualitas tidak terlepas dari pada jenis dan mutu bahan yang digunakan. Sedang untuk mendapatkan mutu bahan-bahan yang berkualitas seperti dimaksudkan di atas hanya dapat dicapai dengan terus mengadakan penyelidikan dan penelitian baik di lapangan maupun di laboratorium.

Sejalan dengan digalakkannya pembangunan disegala bidang oleh pemerintah untuk perkembangan dimasa masa yang akan datang. Salah satu bidang pembangunan yang paling vital mendapat prioritas utama adalah pembangunan Bendungan Serba Guna Bili-Bili di Sulawesi Selatan, yang merupakan proyek terbesar di kawasan Indonesia timur. Namun disisi lain dari hasil pembangunan tersebut ada masalah yang ditimbulkan, yaitu sulitnya untuk mendapatkan bahan-bahan material alamiah berupa pasir dan kerikil.

Namun masalah tersebut diatas kami disini mencoba melihat hal yang bisa mengatasi, dengan mengadakan study penelitian penggunaan abu batu sebagai agregat halus pada mix design beton. Dimana kami melihat perkembangan teknologi peralatan pemecah batu (stone crusher) yang dapat menghasilkan bahan-bahan konstruksi beton dari berbagai ukuran, mulai dari yang halus sampai yang kasar. Namun dari teknologi tersebut kami melihat masih ada hasil produksi yang belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi, sehubungan dengan masih tersedianya bahan material alamiah.

Hal tersebut diatas yang mendorong kami untuk mengadakan penelitian Study Penggunaan Abu Batu Sebagai Agregat Halus Pada Mix Design Beton, yang mana banyak kami jumpai Stone Crusher yang menghasilkan Abu Batu cukup banyak diantaranya : PT CIKAL

Stone Crusher ini ditempatkan pada Daerah Tingkat II Gowa Kecamatan Bontomarannu Desa Romangloe, dimana lokasi tersebut berdekatan dengan pengambilan bahan material alam yaitu pada sungai Jeneberang, mulai dari pertemuan sungai Jenelata dengan sungai Jeneberang kearah hulu Sungai Jeneberang.

Alternatif pemilihan lokasi tersebut diatas sebagai lokasi pengambilan sampel adalah karena material asal sungai Jeneberang Kabupaten Gowa telah lama digunakan sebagai bahan konstruksi di daerah kabupaten Gowa, Ujung Pandang dan sekitarnya. Namun bahan yang dihasilkan dari Stone Crusher berupa limbah Abu Batu yang cukup banyak, belum diketahui sifat sifat dan mutu dari agregat abu batu tersebut.

Diharapkan dari studi penelitian ini akan diperoleh data dan hasil yang dapat dipertanggung jawabkan yang mana menjadi salah satu bahan masukan bagi Laboratorium Proyek Pembangunan Waduk Bili-Bili, Fakultas Teknik Universitas "45", Serta bagi pemerintah daerah Khususnya Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Gowa para pengusaha yang bergerak dibidang jasa konstruksi dan masyarakat umum lainnya.

1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dari penulisan ini adalah untuk mencari alternatif kemungkinan-kemungkinan yang dapat diterapkan penggunaan abu batu sebagai agregat halus pada campuran beton untuk konstruksi.

Adapun tujuan dari studi penelitian ini adalah :

- Dari tulisan ini diharapkan para pembaca dapat mengetahui dan memberikan gambaran, pengenalan serta pengertian secara umum mengenai penggunaan abu batu dalam mix design beton.
- Tulisan ini diharapkan bisa memperoleh data tentang sifat-sifat karakteristik dan gambaran tentang mutu dari agregat tersebut sebagai bahan konstruksi beton, sehingga dapat diketahui kualitas dari pemakaian abu batu tersebut.
- Juga bertujuan untuk mengembangkan dan memanfaatkan salah satu hasil teknologi yang dapat mengolah bahan alamia (batu kali) menjadi bahan konstruksi lain dengan diameter butiran yang berbeda mulai dari yang halus sampai yang kasar.
- Dari tulisan ini diharapkan akan menjadi alternatif sebagai bahan agregat halus pada campuran beton.

1.3. Batasan Masalah

Dalam pembahasan ini penulis memberikan batasan masalah dengan maksud dan tujuan agar penulisan ini dapat tercapai. Adapun batasan - batasan hanya menyangkut mengenai :

- Studi penggunaan abu batu sebagai agregat halus pada mix design beton.

- Penggunaan semen sebagai bahan pengikat digunakan semen Tonasa type I yang disesuaikan dengan standar semen portlan SI 13 / 1977.
- Agregat kasar kerikil dan batu pecah dari stone Crusher PT. Cikal asal material Sungai Jeneberang.
- Air yang digunakan adalah air standar PDAM.
- Mutu beton yang direncanakan adalah K 225.

1.4. Metodologi Penelitian

1.4.1. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel dan data-data dilakukan di daerah Kabupaten Gowa. Pengambilan sampel pada satu Stone Crusher, hal ini dilakukan agar dapat memberikan hasil yang dapat mewakili daerah tersebut. Adapun lokasi pengambilan sampel (abu batu) yaitu:

- Stone Crusher PT. CIKAL diporos jalan raya Malino Desa Romangloe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Daerah Tingkat II Gowa.

Sedangkan pemeriksaan agregat dilakukan pada Laboratorium Proyek Pembangunan Waduk Bili-Bili

1.4.2. Metode Pengambilan dan Pemeriksaan Sampel

Sebelum pemeriksaan tentang karakteristik agregat di Laboratorium, terlebih dahulu diadakan pengambilan contoh sampel agregat halus (abu - batu) pada areal penumpukan agregat halus.

Pengambilan contoh disuatu lokasi dilakukan pada suatu tempat tertentu. Penentuan tempat pengambilan tersebut disesuaikan dengan keadaan onggo-onggokan yang membentuk bukit-bukit yang tinggi dengan lereng yang terjal.

Adapun cara pengambilan sampel sebagai benda uji diusahakan dapat menggambarkan / mewakili bahan yang ada pada lokasi unit Stone Crusher, sebagaimana kita ketahui bahwa contoh benda uji tersebut sangat besar pengaruhnya terhadap ketelitian pengujian. Adanya perbedaan ukuran dan bentuk dari agregat abu batu membutuhkan berbagai pengujian untuk contoh-contoh dengan ukuran yang berbeda. Dalam pengumpulan sampel dan pemilihan sampel yang kami lakukan dilapangan, adalah cara penumpukan, yaitu pengambilan sampel yang dapat mewakili bahan yang ada, maka cara yang digunakan adalah mengambil bahan sebelah luar, sebelah dalam, bagian atas dan bagian bawah dengan menggunakan skop. Hal tersebut dilakukan pada suatu tempat dalam satu tumpukan besar. Karena itu kami tidak dapat menjamin bahwa karakteristik agregat yang diambil pada musim hujan dan musim kemarau itu sama maka disini perlu kami tegaskan bahwa waktu kami mengambil agregat sebagai bahan sampel kami lakukan pada musim hujan tepatnya pada bulan Januari 1995.

1.4.3. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data sebagai bahan utama dalam penulisan ini, maka digunakan 3 (tiga) - metode pengumpulan data yaitu:

- Study Pustaka, yaitu dengan membaca judul - buku karya ilmiah dan bahan kuliah untuk mendapatkan landasan teori untuk penulisan ini.
- Study Lapangan, dilakukan dengan mengadakan obserpasi lokasi lapangan untuk Stone Crus - her serta mengadakan wawancara dengan me - reka yang terlibat dalam pengolahan agregat halus (abu batu).
- Pemeriksaan Sampel, akan dilakukan dalam - Laboratorium untuk mendapatkan data - data yang akan digunakan dalam penganalisaan dan pembahasan tulisan ini.

1.5. Komposisi Bab / Sistimatika Penulisan

Sistimatika penulisan yang kami gunakan adalah membagi kerangka masalah dalam beberapa bab, dengan maksud agar penulisan ini menjadi jelas secara garis besarnya tulisan ini terdiri dari 5 (lima) bab yang di mulai dengan pendahuluan, kemudian dilanjutkan dengan penjelasan teori-teori dasar. Tinjauan umum dan kaji - an pustaka serta mengadakan penelitian dalam laborato -

rium, pengolahan data-data hasil pemeriksaan yang di-analisa dengan kesimpulan dan saran-saran.

Adapun urutan penyajian adalah sebagai berikut:

Bab. I Merupakan bab, pengantar sebelum memasuki pembahasan yang sebenarnya dan memberikan suatu gambaran umum secara singkat mengenai penulisan ini meliputi : Latar belakang masalah, - maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab. II Merupakan tinjauan umum dan kajian pustaka - yang meliputi : Proses produksi abu batu, karakteristik/sifat-sifat teknis abu batu, kuantitas produksi abu batu, alternatif penggunaan abu batu, komposisi butiran abu batu, pengertian beton, agregat halus (abu batu), persyaratan air untuk beton dan rancangan campuran beton.

Bab. III Merupakan pelaksanaan penelitian di Laboratorium yang meliputi: Bahan dan metode pemeriksaan, pemeriksaan karakteristik agregat halus (abu batu), pemeriksaan karakteristik agregat kasar (kerikil/batu pecah), perencanaan campuran beton dan pelaksanaan pemeriksaan beton.

Bab. IV Merupakan analisa penelitian dan pembahasan - yang meliputi: spesifikasi dan hasil pemerik-

saan karakteristik agregat halus (abu batu),-
hasil perhitungan perbandingan campuran, ha-
sil pemeriksaan karakteristik mutu beton, hu-
bungan kuat tekan dengan umur beton dan hasil
pemakaian agregat halus abu batu terhadap mu-
tu beton yang diuji.

Bab. V Merupakan bab penutup yang memberikan bebera-
pa kesimpulan dari seluruh isi penulisan di-
sertai dengan saran-saran yang diusulkan.



BAB II

TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN PUSTAKA

2.1. Proses Produksi Abu Batu

Proses untuk menghasilkan agregat halus buatan - (abu batu) diperlukan pemecahan-pemecahan batu sehingga di dapatkan agregat halus (abu batu), pemecahan batu terjadi melalui proses suatu alat yang disebut - Crusher. Crusher ini dioperasikan menyerupai sebuah pabrik yang disebut Crushing Plant.

Pada pekerjaan crushing ini diperlukan beberapa kali pemecahan atau benturan, tahap-tahap pekerjaan - pemecahan untuk memproduksi abu batu antara lain :

1. Pemecahan tahap pertama oleh primary Crusher dimana batu yang berdiameter besar untuk pertama kalinya melalui proses pemecahan dengan benturan rahang Crusher.
2. Pemecahan tahap ke dua oleh secondary Crusher ini dimaksudkan untuk memperkecil butiran agregat yang akan dihasilkan.
3. Pemecahan tahap ke tiga merupakan pemecahan lanjutan dari tahap dua yang mana pada tahap pemecahan ini untuk lebih memperhalus agregat butiran sebelumnya.

Semua tahapan pemecahan tersebut diatas terjadi karena benturan, getaran dan putaran yang digerakkan oleh dinamo. Setelah melalui ke tiga tahapan pemecahan

oleh Crusher, agregat kasar dan halus selanjutnya bergerak melalui rol berjalan (belt conveyor) menuju sebuah screen (ayakan). Pada stone Crusher PT. CIKAL ini dilengkapi 4 macam screen yaitu:

1. Screen I dengan ukuran 20 - 30 mm (split)
2. Screen II dengan ukuran 10 - 20 mm (cipping)
3. Screen III dengan ukuran 05 - 10 mm (screen)
4. Screen IV dengan ukuran 0 - 05 mm (abu batu)

Dari ke empat screen tersebut diatas, agregat halus abu batu diproduksi melalui screen nomor empat (4) dimana abu batu lolos pada ayakan 5 mm. Abu batu kemudian dibawah melalui rol berjalan menuju pencurah penampungan agregat abu batu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar skema proses pengolahan agregat kasar menjadi agregat halus pada Crushing Plant.

Gambar II - 1

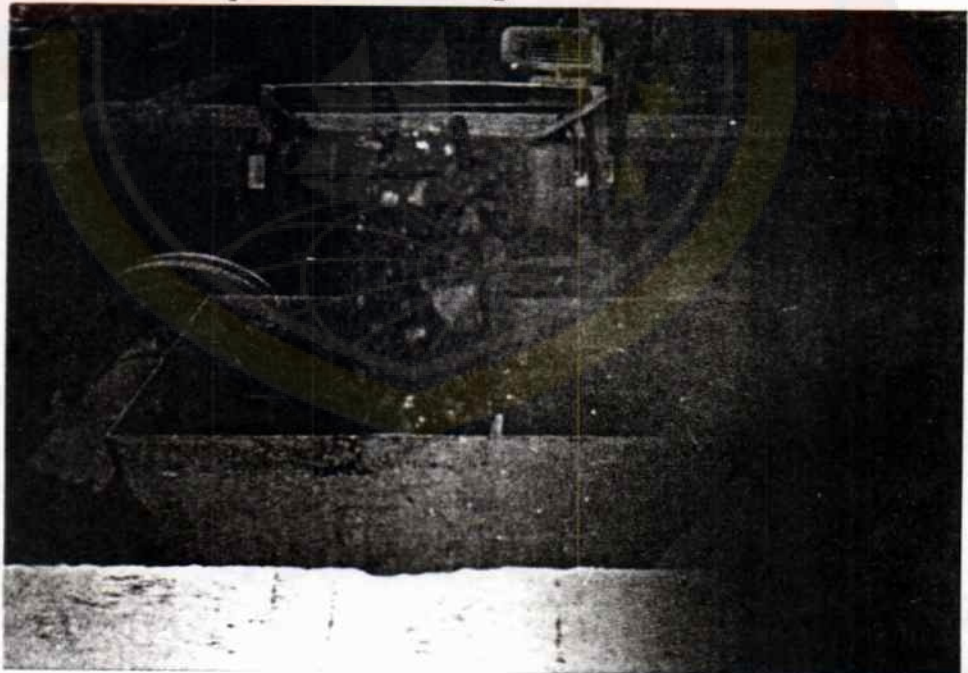
2.2. Karakteristik/ Sifat-sifat Teknis Abu Batu

Abu batu yang merupakan hasil dari pemecahan alat alat pemecah batu Stone Crusher, juga mempunyai karakteristik/sifat-sifat teknis tidak jauh beda dengan agregat halus alamia seperti pasir. Sifat-sifat teknis abu batu yang tidak dimiliki pada agregat alamia yaitu pada butirannya, dimana pada abu batu mempunyai bidang permukaan yang banyak. Abu batu terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras yang bersifat kekal dan tidak mudah hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan air hujan.

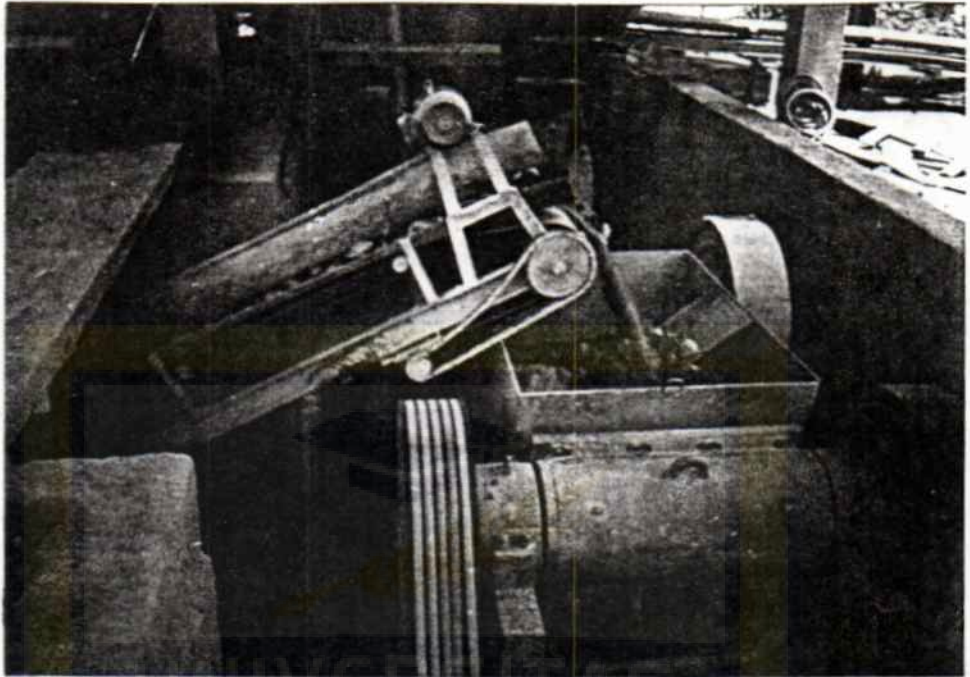
GAMBAR II - 1 : PROSES PENGOLAHAN AGREGAT KASAR MENJADI AGREGAT HALUS (ABU BATU) PADA CRUSHING PLANT



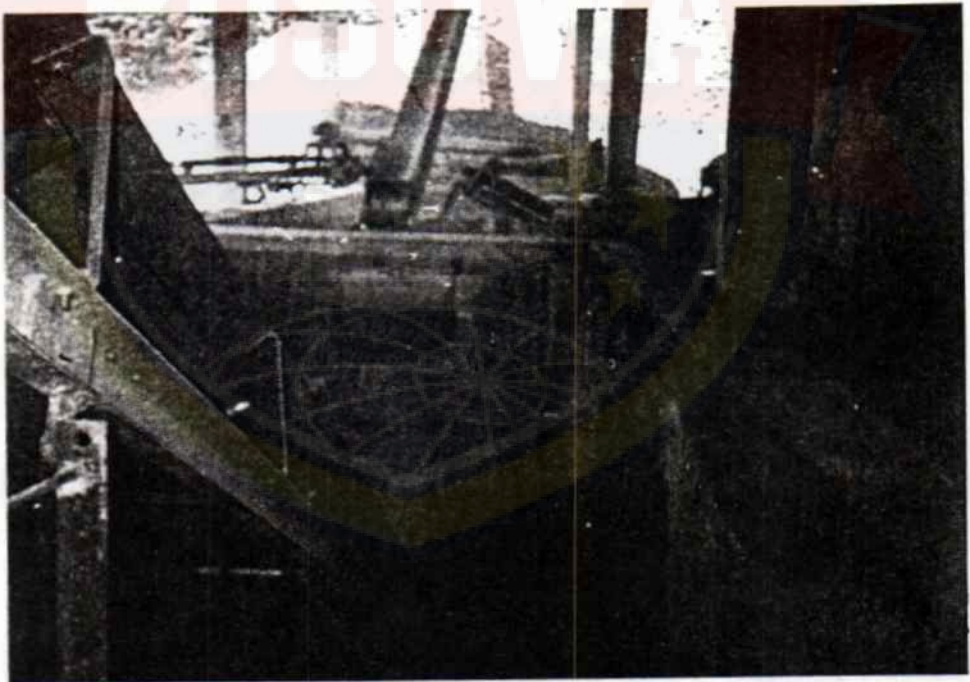
Tahap I : Pemecahan oleh Primary Crusher dimana batu yang berdiameter besar dipecahkan oleh rahang Crusher .



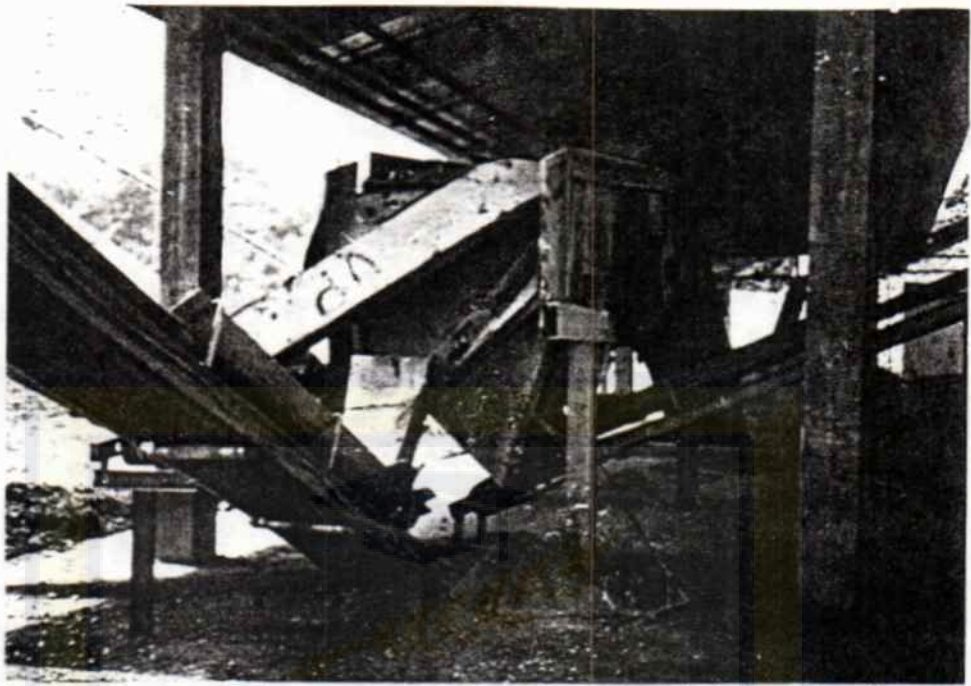
Tahap II : Pemecahan oleh Secondary Crusher ini dimaksudkan untuk memperkecil diameter butiran agregat .



Tahap III : Pemecahan lanjutan untuk memperhalus diameter butiran agregat hasil pemecahan tahap II .



Tahap IV : Dimana agregat yang telah melalui pemecahan I s/d III dibawah melalui rol berputar (belt conveyor) menuju sebuah screen (ayakan) .



Tahap V : Dimana agregat kasar dan halus dipisah oleh saringan ,
untuk abu batu dihasilkan lewat saringan 5,0 mm (lolos)



Tahap VI : Penampungan agregat halus (abu batu) pada areal pe -
nampungan , selanjutnya abu batu siap digunakan .

Abu batu tidak terlepas dari kadar lumpur, secara teknis abu batu mengandung lumpur terbukti dengan pengujian awal di Laboratorium melalui ayakan yang lolos di atas ayakan # 200, maka untuk memenuhi syarat teknis kadar lumpur yang tidak boleh melebihi dari 5 % maka abu batu harus dicuci. Sifat teknis abu batu yang pernah kami coba, karena terdiri dari butiran-butiran yang beraneka ragam bentuk dan besarnya memungkinkan memenuhi syarat untuk gradasi diatas ayakan : #.10, # . 5, # .2,5, #.1,2, #.0,6, #,0,3, # .0,15 mm. Sedangkan karakteristik/sifat-sifat teknis seperti kadar organik, penyerapan air, berat jenis dan berat volume dapat dilihat lebih jelas pada hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus abu batu pada bab III.

2.3. Kwantitas Produksi Abu Batu

Pemamfaatan teknologi yang mengolah bahan baku batu kali menjadi bahan alternatif lain untuk konstruksi beton, telah lama dilakukan dengan menggunakan alat pemecah batu yaitu Crusher. Crusher PT. CIKAL mampu memproduksi agregat dari berbagai jenis butiran. Menurut hasil survey dilapangan yang kami lakukan pada stone Crusher PT. CIKAL, bahwa produksi yang dihasilkan untuk abu batu bisa mencapai 6 ton/jam. Merupakan produksi yang cukup besar yang mampu mensuplai kebutuhan akan material konstruksi beton pada masa sekarang dan masa-masa yang akan datang.

Dari jumlah produksi abu batu tersebut memungkinkan untuk dapat memenuhi kebutuhan akan material buatan. Dengan demikian merupakan pemasukan besar bagi para pengusaha-pengusaha yang mengelolah Stone Crusher sekaligus dapat memanfaatkan hasil teknologi, agar tidak terbuang begitu saja.

2.4. Alternatif Penggunaan Abu Batu

Sehubungan kemajuan teknologi dibidang konstruksi baik konstruksi jalan, jembatan dan bangunan gedung - menuntuk para ahli untuk menciptakan suatu bahan material yang dapat memenuhi persyaratan. Dengan teknologi Crusher tersebut mampu menghasilkan agregat yang dapat memenuhi persyaratan ukuran butir dengan standar yang disyaratkan. Namun abu batu yang dihasilkan lewat Stone Crusher ini, baru sampai pada pemanfaatan untuk campuran hot mix (aspal panas) untuk lapisan permukaan jalan. Penggunaan abu batu untuk hot mix baru mencapai 25% sampai 30% dari total campuran hot mix, berarti sedikit sekali yang dapat dimanfaatkan untuk konstruksi jalan, sedang hasil produksi abu batu cukup banyak. Dari kenyataan yang ada dan asumsi-asumsi dari kami - mendorong untuk menggunakan abu batu sebagai alternatif agregat halus pada mix design beton. Dengan melihat hasil produksi abu batu yang cukup banyak pada setiap Stone Crusher, memungkinkan penggunaan abu batu sebagai alternatif ke dua sesudah pasir.

2.5. Komposisi Butiran Abu Batu

Akibat pemecahan-pemecahan oleh Crusher menghasilkan butir-butir agregat halus (abu batu) yang beraneka ragam ukuran butirnya, mulai dari yang halus sampai yang berbutir kasar. Khusus untuk komposisi butiran abu batu yang kami lihat langsung di lokasi penampungan, abu batu bertumpuk-tumpuk membentuk bukit-bukit abu batu yang saling mengikat dengan butir-butir yang kokoh dan tahan terhadap pengaruh cuaca. Dari tumpukan tersebut kami mengambil sampel pendahuluan untuk diteliti pada Laboratorium Proyek Pembangunan Waduk Bili-Bili.

Dalam studi awal ini kami melihat bahwa abu batunya ternyata mempunyai komposisi butiran yang tidak jauh berbeda dengan agregat halus seperti pasir. Sekilas kami akan memperlihatkan hasil dari komposisi butiran melalui analisa ayakan yang kami coba sebelumnya:

- Berat sampel dengan container : 1363,00 Gr.
- Berat container : 161,08 Gr.
- Berat sampel : 1201,92 Gr.

Melalui analisa ayakan dengan nomor saringan masing-masing diperlihatkan komposisi butiran abu batu.

Sieve	Size Cum. C + S	Weight C	Retain S	Cumulatif Retained	% Retain
10	0	161,08	0	0	100
5	169,65		8,57	0,71	99,3
2,5	432,74		271,66	23,31	76,70

1.2	481,80	161,08	320,72	49,99	50,00
0.6	256,81		195,73	66,28	33,70
0.3	293,64		132,56	77,32	22.70
0.15	259,06		97,98	85,46	14.50
Pass	498,40		176,24	100,000	0.
totl			1203,46		

Dari hasil analisa ternyata abu batu mempunyai komposisi butiran yang tidak jauh beda dengan komposisi butiran pasir alamia. Grafik gradasi dapat dilihat pada lampiran berikut.

2.6. Pengertian Beton

Beton secara umum adalah suatu campuran antara semen, air dan agregat mineral (pasir, kerikil/ batu pecah) yang menyebabkan terjadinya hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut. Bahan-bahan semen dan air bereaksi secara kimiawi, sehingga terbentuklah pasta semen yang kemudian mengikat butiran-butiran agregat menjadi satu.

Beton yang mempunyai mutu yang bagus baik keawetan, kekuatan maupun faktor ekonomisnya untuk suatu tujuan konstruksi dapat direncanakan. Dalam hal ini ada hubungannya dengan pengontrolan mutu bahan, proporsi campuran, pengangkutan, pengecoran dan pemeliharaannya.

Dalam beberapa perencanaan campuran beton, proporsi semen, air, pasir dan kerikil /batu pecah diperoleh dari hasil percobaan perhitungan untuk meng-

hasilkan mutu beton yang dikehendaki. jadi beton yang direncanakan dengan baik harus menunjukkan 3 (tiga) hal nyata yang dihasilkan yaitu :

1. Suatu campuran yang ekonomis.
2. Mudah dikerjakan pada saat beton masih segar.
3. Sifat-sifat yang disyaratkan setelah beton mengeras.

2.6.1. Sifat - sifat Beton

Pada umumnya beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara dan selebihnya adalah agregat. Campuran ini bila telah mengeras akan mempunyai sifat yang berbeda tergantung pembuatannya yang meliputi perbandingan campuran, pemadatan, pengerasan dan lain-lain.

2) ... hal 4

Sifat-sifat beton yang perlu diperhatikan dalam pembuatan beton adalah sifat-sifat yang ada pada :

A. Beton Segar

1. Kemudahan mengerjakan beton

Kemudahan mengerjakan beton dapat dinyatakan sebagai berikut :

a. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil.

b. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan

di sekitar baja tulangan dan dituang kembali.

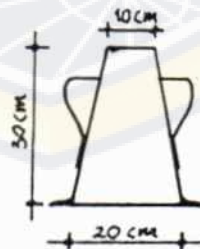
- c. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen; koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi / pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

3) ... hal 98

Kemudahan pengerjaan dapat diukur dari - kekentalannya dengan menggunakan kerucut

Abrams untuk mengukur nilai slump.

Pengambilan nilai slump tergantung dari jenis-jenis pengerjaan beton, dapat dilihat pada tabel II. - 1. Pengukuran nilai slump dilakukan dengan menggunakan alat berupa mold dalam bentuk kerucut terpancung dengan dimensi sebagai berikut:

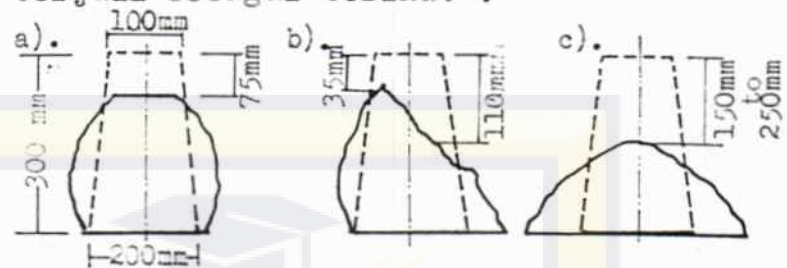


Gambar II - 2. Alat percobaan slump test

3) ... hal 102

Test nilai slump dianggap menjadi suatu ukuran dari tahanan geser dari beton terhadap pengaliran yang disebabkan oleh be

berat sendiri. Didalam praktek ada 3 (tiga) type dari pada slump yang sering terjadi sebagai berikut :



Gambar II - 3. Type slump yang terjadi dalam praktek.

3) ... hal 102

Keterangan gambar :

- a. Slump sebenarnya (Normal slump); penurunan umum dan seragam tanpa terjadi pelelehan.
 - b. Slump geser (Shear slump); menunjukkan ketiadaan kohesi, ini terjadi karena campuran kasar atau dalam campuran yang bahagian atasnya mengalami penurunan yang tidak merata.
 - c. Slump runtuh (Collapse slump); memberikan petunjuk suatu beton yang rendah, kasar atau terlalu basah.
2. Beton yang kurang homogenitasnya pada saat pelaksanaan pekerjaan adukan dapat mengakibatkan terjadinya segregasi

atau bleeding dan kantong-kantong batu pada beton yang telah mengeras.

Beton yang mudah dikerjakan adalah beton yang ketika pelaksanaan pekerjaan adukan tidak menyebabkan timbulnya rongga-rongga udara serta kerangka-kerangka beton, plastis kohesif, mudah pelaksanaan pekerjaannya dan mempunyai konsistensi baik.

Hal ini dapat menghasilkan beton yang kurang kuat, kurang kedap dan kurang awet.

B. Beton Padat

1. Kekuatan

Sifat ini merupakan sifat utama dari - pada beton yang harus dimiliki.

Kekuatan beton terutama dipengaruhi - oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen, derajat kekompekan.

Selain itu dengan sendirinya dipengaruhi juga oleh bentuk permukaan dari agregat serta mutunya, serta tingkat pemadatan dari pada beton tersebut. Beton baik menahan tegangan tekan dari - pada jenis tegangan yang lain, dan - umumnya perencanaan memanfaatkan hal ini.

2. Keawetan

Keawetan suatu beton biasanya dibatasi oleh pengaruh-pengaruh:

- a. Pengaruh cuaca berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
- b. Daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan semacam air laut, konstruksi di tanah yang rusak, rawa-rawa dan air limbah lainnya, kimia hasil industri, buangan air kotor yang berisi kotoran manusia, kotoran binatang dan minyak tumbuh-tumbuhan.
- c. Kikisan akibat orang berjalan kaki, lalu lintas, geseran ombak air laut oleh partikel-partikel air dan angin.

3) ... hal 23

3. Perubahan bentuk

Perubahan bentuk pada beton di bagi 3 (tiga) bagian yaitu:

a. Elastisitas

Beton bukan benda yang sesungguhnya elastis. Sifat elastis suatu bahan adalah sesungguhnya modulus elastis

yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk sebagai akibat dari tekanan yang diberikan.

b. Rangkak (Creep)

Rangkak adalah perubahan bentuk akibat pembebanan yang terus bertambah atau kalau beban dibebaskan/ ditiadakan berubah sebagian. Beton yang dibebani tekan secara tetap akan mengalami perpendekan dimana perpendekan terbagi atas dua yaitu:

1. Perpendekan yang dapat kembali - seperti semula.
2. Perpendekan yang terus bertambah atau kalau dibebaskan berubah sebagian.

2) ... hal 13.

Hal ini disebabkan oleh penutupan - pori-pori dalam. Aliran dari pasta semen, pergerakan kristal di dalam agregat dan terjadinya tekanan air dari gelombang semen karena adanya tekanan.

4. Penyusutan (Shrinkage)

Penyusutan adalah perubahan bentuk - akibat pembebanan yang terus bertambah walaupun beban ditiadakan tidak berubah lagi.

a. Penyusutan awal beton ketika masih berada dalam keadaan cair atau plastis, akibat reduksi dari volume air dengan semen yang mencapai sekitar satu persen dari volume absolut semen kering, akibat kehilangan air yang merembes melalui acuan, akibat penyerapan dari acuan.

b. Penyusutan kering lebih lanjut dari beton ketika mengeras dan menjadi kering.

3) ... hal 15

2.6.2. Bahan-bahan Beton

Bahan campuran beton sangat menentukan baik tidaknya mutu beton yang akan dihasilkan, olehnya itu tak henti-hentinya para peneliti mengadakan eksperimen untuk mendapatkan data-data akurat yang bisa dijadikan sebagai standar atau patokan didalam perencanaan atau menentukan karakteristik serta perbandingan bahan campuran yang akan digunakan. Seperti yang telah kita ketahui bahwa bahan campuran beton terdiri dari:

- a. Semen
 - b. Air
 - c. Agregat
- A. Semen

Semen adalah sejenis bahan perekat hidrolis apabila bereaksi dengan air akan mengeras, persenyawaan antara semen dan air tidak terjadi dalam waktu yang singkat akan tetapi terjadi dalam waktu yang lama.

Untuk pembuatan beton, semen merupakan tulang perekatnya oleh karena merupakan bahan pemersatu antara butir-butir pasir dan kerikil menjadi satu kesatuan, kualitas semen akan menentukan kualitas betonnya.

Semen merupakan senyawa kimia yang mengalami perubahan dari senyawa-senyawa yang tidak

stabil menjadi bentuk yang stabil disertai dengan energi dalam yang terlepas berbentuk panas. Semen yang digunakan adalah semen yang memenuhi ketentuan-ketentuan dan syarat-syarat yang ditentukan dalam SI - 13.77

2) ... hal 1

Ketika semen bercampur dengan air, timbullah reaksi kimia antara campuran-campurannya dengan air. Pada tingkatan awal, sejumlah kecil dari "retarder" (gyeps) 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 yaitu :

- a. Tricalcium Aluminate (tiga melekul kapur terikat pada satu alumina) C_3A , senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas; menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas; kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi; paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air tanah; dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak, oleh perubahan volume.
- b. Tricalcium silikat (tiga melekul kapur pada satu silikat) C_3S . Senyawa ini mengeras dalam

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

c. Dicalcium Silikat (dua melekul kapur pada satu silikat) C_2S . Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap terhadap perogres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dan seterusnya.

Semen yang mempunyai proporsi dicalcium silikat banyak mempunyai ketahanan terhadap agresi kimia yang relatif tinggi, Penyusutan kering yang relatif rendah, oleh karenanya, merupakan semen portland yang paling awet.

d. Tetra calcium aluminoferrite (empat melekul kapur pada satu alumina dan satu Besi oksida) C_4AF . Adanya senyawa aluminoferrite kurang penting karena tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen keras lainnya. Reaksi-reaksi kimia yang dilukiskan diatas, berlangsung pada formasi suatu campuran "gel" dan kristal dari larutan semen dengan air, dimana timbul adhesi dan daya tarik fisik satu dengan lainnya dan terhadap-

agregat, secara berangsur-angsur saling ikat dan mengeras menghasilkan beton. Penting untuk dicatat disini bahwa pengikatan dan pengerasan adalah reaksi kimia dimana air memegang peranan penting, bukan hanya masalah pengeringan. Dalam kenyataannya, pengikatan dan pengerasan berhenti segera setelah beton menjadi kering.

3) ... hal 65

B. A i r

Air yang digunakan disesuaikan dengan persyaratan air pada PBI-1971, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada halaman II-27.

C. A g r e g a t

Agregat adalah butiran-butiran mineral seperti pasir, kerikil dan batu pecah atau kombinasi dari bahan-bahan itu. Bahan-bahan tersebut dicampur dengan suatu adukan (mortal) atau spesi beton.

Agregat yang digunakan untuk campuran beton terdiri dari 60 % s/d 75 % dari volume totalnya oleh karena itu perlu perhatian terhadap bahan ini sebab sifat-sifatnya sangat mempengaruhi hasil beton.

Karena agregat itu relatif murah dari bahan lainnya seperti semen, maka diusahakan agar supaya menghasilkan beton yang ekonomis. Disamping itu pemakaian agregat mengurangi

penyusutan akibat mengerasnya beton, dapat pula mempengaruhi koefisien ekspansi akibat panas. Untuk menentukan mutu dan kualitas agregat tersebut digunakan syarat-syarat mutu menurut standar Industri no. 51/SI/74:

1. Agregat halus (pasir/pasir buatan)

Pembahasan yang lebih terperinci akan diuraikan pada lembaran-lembaran berikutnya.

2. Agregat kasar (kerikil/batu pecah)

Kerikil/batu pecah adalah berupa butiran-butiran yang sebagian besar tertahan oleh saringan no.4 (4,76) mm dan terjadi sebagai akibat desintegrasi/ pengaliran alami dari pengausan dari batu-batuan sebagai hasil pemecahan gumpalan-gumpalan batu yang ikatannya lemah.

Syarat-syarat mutu agregat kasar (kerikil/batu pecah) adalah :

- a. Susunan besar butir mempunyai modulus kehausan antara 6,50 - 7,50.
- b. Kadar bagian yang lemah diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5 %.
- c. Kadar lumpur atau bagian halus menembus ayakan 70 micron maksimum 1 %.
- d. Kekerasan butir ditentukan dengan bejana tekan Rudoloff, bagian yang hancur -

menembus ayakan 2 mm, sebagai berikut:

1. Fraksi butir 30 - 19,2 mm, maksimum 30 %.
2. Fraksi butir 19,2 - 9,6 mm, maksimum 32 %.

e. Sifat kekal, diuji dengan larutan jenuh garam sulfat, sebagai berikut:

1. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian hancur, maksimum 12 %.
2. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian hancur, maksimum 18 %.

f. Tidak boleh bersifat aktif terhadap alkali, jika didalam adukan atau beton dengan agregat ini, menggunakan semen dengan kadar alkali sebagai Na_2O lebih besar dari 0,6 %.

2.7. Agregat Halus (pasir alam/pasir buatan)

Yang dimaksud dengan agregat halus adalah bahan yang berupa butiran-butiran yang lolos saringan 3/8 inc hampir semuanya lolos saringan No.4 (4,76) mm dan sebagian besar tertahan oleh saringan No. 200 (0,074 mm). Pasir alam didapat sebagai desintegrasi/penguraian secara alami serta abrasi/pengausan batu karang atau batu pasir (sand stone). Sedang pasir buatan didapat dari hasil pemecahan-pemecahan batu kali atau batu alam secara manual ataupun dengan menggunakan mesin pemecah batu.

2.7.1. Bahan asal agregat halus.

Pasir sungai merupakan agregat halus yang terbentuk secara alami dari pelapukan batuan, berbutir halus dengan ukuran material ($1/16 - 2$) mm, tidak terkonsolidasi dan diendapkan oleh aliran sungai. Agregat halus tersebut berupa sedimen aktif dan sedimen dataran banjir, komponennya terutama terdiri dari kwarsa, feldspar, mika dan pecahan batuan.

Sedang pasir buatan (abu batu) merupakan hasil yang melalui proses, baik secara manual maupun secara moderen dengan menggunakan mesin-mesin pemecah batu (stone Crusher). Agregat halus buatan menggunakan material alami seperti batu sungai, ukuran butiran dari pasir buatan ini mulai dari yang lolos saringan 4,76 mm sampai dengan yang tertahan diatas saringan No.200 (0,074) mm.

2.7.2. Fungsi agregat halus dalam beton.

Agregat halus dalam campuran beton berfungsi sebagai bahan pengikat bersama dengan semen setelah bahan campuran beton bersatu dengan bahan yang lain. Agregat halus juga berfungsi membentuk permukaan beton, sekaligus mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat kasar, agar terjadi pengikatan yang kompak antara agregat kasar Dengan agregat halus beton mudah dikerjakan dalam pencampuran material beton.

2.7.3. Sifat-sifat Agregat Halus

Sifat agregat halus (pasir alam/pasir buatan) se-
bagai salah satu material pembentuk beton akan -
turut mempengaruhi kekuatan beton. Sifat pasir /
abu batu yang terutama akan mempengaruhi sifat
beton yang dihasilkan adalah kebersihan dan gra-
dasinya. Kebersihan pasir/abu batu sangat berpe-
ngaruh pada kekuatan tekan beton, kestabilan -
volume, kebersihan permukaan beton setelah me-
ngeras, sedang gradasinya berpengaruh terhadap -
sifat mudah dikerjakan, kestabilan volume serta
kepadatan beton.

A. Kebersihan Agregat Halus (pasir/abu batu)

Dalam tumpukan agregat halus biasanya mengan-
dung beberapa macam bahan yang dapat mempenga-
ruhi pelaksanaan dan mutu campuran beton.

Adapun bahan tersebut antara lain:

1. zat-zat organik yang terdapat dalam agregat
biasanya berasal dari hasil penghancuran -
tumbuh-tumbuhan, humus, asam-asam organik,
yang berbentuk lumpur. Mengingat tidak se-
mua zat organik dapat berpengaruh jelek -
terhadap konstruksi beton maka perlu dia-
dakan pemeriksaan atau pengujian di Labora-
torium untuk mengetahui sejauh mana penga-
ruh zat organik tersebut.

2. Tanah liat, lumpur dan debu yang halus.

Tanah liat dan lumpur biasanya bercampur pada endapan pasir, sehingga menutupi permukaan agregat yang mengakibatkan berkurangnya kekuatan dan ketahanan beton.

B. Modulus Kehalusan

Modulus kehalusan adalah suatu faktor empiris yang didapat dengan menjumlahkan prosentase-prosentase kumulatif dari suatu contoh agregat yang tertahan oleh tiap-tiap saringan pada suatu seri-saringan tertentu, kemudian membagi jumlah ini dengan 100. ukuran-ukuran saringan yang digunakan adalah saringan #. 10, #.5, #.2,5, #.1,2, #.0,6, #.0,3, #.0,15 mm.

Nilai modulus kehalusan untuk pasir berkisar antara 2,1 sampai 3,4, dimana :

- 2,1 - 2,7 digolongkan pasir halus
- 2,8 - 3,0 digolongkan pasir sedang
- 3,1 - 3,4 digolongkan pasir kasar

Dimana rumus untuk mencari modulus kehalusan (FM)-agregat halus adalah :

$$\text{Modulus kehalusan} = \frac{\text{Jumlah prosentase yang tersisa}}{100}$$

Batas-batas gradasi agregat halus untuk campuran beton didapatkan dari ASTM maupun PBI 71. Apabila gradasi agregat halus tidak dapat dipakai sebagai bahan campuran beton. Penggunaan -

pasir lengkung gradasinya menyimpang di luar batas gradasi yang disyaratkan, akan tidak ekonomis, karna memerlukan lebih banyak semen dan air untuk menjaga agar mortal cukup encer supaya dapat dipadatkan dengan baik.

Apabila suatu jenis pasir mengandung fraksi - fraksi halus terlalu sedikit, maka untuk memudahkan pengerjaan beton, tidak dapat dengan menambah lebih banyak pasir ke dalam adukan betonnya karena hal ini tidak akan mencegah timbulnya segregasi - serta bleeding (aliran air adukan ke luar dengan sendirinya dari suatu adukan atau beton yang belum mengeras) dan juga tidak akan memperbaiki sifat pengerjaannya. Melihat hal-hal di atas, jelaslah bahwa gradasi pasir adalah faktor penting dalam sifat pengerjaan beton yang belum mengeras. Sifat pengerjaan beton yang belum mengeras ini akan mempengaruhi "bleeding" pada beton yang belum mengeras. Faktor-faktor diatas akan juga mempengaruhi kekuatan beton, keawetan dan kestabilan volume.

2.7.4. Spesifikasi Agregat Halus Untuk Beton

Untuk menentukan mutu dan kualitas agregat halus tersebut digunakan Spesifikasi mutu menurut Standar Industri no. 51/SI/74:

- a. Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50 - 3,80
- b. Kadar lumpur atau bagian butir yang lebih kecil dari 50 micron maksimum 5 %
- c. Kadar zat organik ditentukan dengan larutan Natrium Hidroksida 3 %, jika dibandingkan dengan warna Standar/Pembanding, tidak lebih tua dari Warna Standar/ Pembandingnya itu.
- d. Kekerasan butir, jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir Kwarsa Bangka, memberikan angka hasil bagi tidak lebih besar dari 2,20
- e. Sifat kekal, diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 1. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %
 2. Jika dipakai magnesium sulfat, bagian yang hancur maksimum 15 %.

2.8. Spesifikasi Agregat Kasar Untuk Beton

Untuk menentukan mutu dan kualitas agregat kasar tersebut maka digunakan spesifikasi mutu menurut standar PBI.1971

- a. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan butiran dari 5 mm keatas.
- b. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20 % dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan air hujan.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1 %, maka agregat kasar harus dicuci.

- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- e. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 ton dimana harus memenuhi syarat-syarat berikut:
- Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5- 19 mm lebih dari 24 % berat.
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 - 30 mm lebih dari 22 %.
- Atau dengan mesin Los Angelos, dengan mana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50 %
- f. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan modulus kehalusan 6 - 7,1, apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
- Sisa diatas ayakan 31,5 mm harus 0 % berat.
 - Sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90 % dan 98 % berat.
 - Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan berurutan adalah maksimum 10 % berat.

g. Besar butiran agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal plat atau tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diizinkan, apabila menurut penilaian Pengawas Ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kerikil.

h. Kekekalan terhadap Na_2SO_4 bagian yang hancur maksimum 12 % berat, dan kekekalan terhadap MgSO_4 bagian yang hancur maksimum 10 % berat.

1) ... hal23

2.9. Persyaratan Air Untuk Beton

Air yang digunakan untuk membuat beton harus tak disangsikan lagi bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik dan asam organik, alkali dan garam-garam lain-BS 3148 : 1959 (1) memberikan cara-cara pengujian air.

3) ...hal 149

Juga dalam standar persyaratan air untuk menghasilkan mutu beton yang disyaratkan dalam PBI 1971 sebagai berikut :

1) ...hal 28

- a. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan-bahan organik atau bahan-bahan lain yang merupakan perusak beton atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
- b. Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai berapa jauh air itu mengandung zat yang dapat merusak beton dan baja tulangan.
- c. Apabila pemeriksaan contoh air seperti tersebut dalam ayat (b) itu tidak dapat dilakukan, dalam hal ini adanya keragu-raguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan antara kekuatan tekan mortal semen + pasir dengan memakai air suling. - Air tersebut dianggap dapat dipakai, apabila kekuatan tekan mortal dengan memakai air pada umur 7 dan 28 hari paling sedikit adalah 90 % dari kekuatan tekan mortal dengan memakai air suling pada umur yang sama.
- d. Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

2.10. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design Concrete)

Tujuan utama dari mix design adalah memilih campuran bahan-bahan pembuat beton sedemikian rupa sehingga dihasilkan beton basah yang mudah pengerjaan dan pemadanya disamping kekuatan dan keawetan beton padatnya dapat dijamin, sehingga tambahan kualitas beton yang dihasilkan harus cukup ekonomis.

Dalam merencanakan suatu campuran beton dikenal beberapa macam metode yaitu : metode DOE (Department Of the Environment, Inggris), Metode ACI (American Concrete Institute, USA), metode FCA (Portland Cement Association, - USA), metode JIS (Japan Internation Standart, Japan).

Tetapi dalam penulisan ini akan digunakan metode "DOE"- dari Inggris, adapun alasan penggunaan metode tersebut - adalah sebagai berikut :

- a. Melihat gradasi dan keseragaman gradasi abu batu dari hasil analisa ayakan membuktikan bahwa gradasi dan keseragaman agregat halus abu batu hampir tidak ada perbedaan dengan gradasi dan keseragaman agregat halus pasir alami, hal ini memenuhi standar untuk bahan-bahan campuran beton yang disyaratkan oleh metode DOE.
- b. Hasil analisa ayakan agregat halus abu batu membuktikan bahwa gradasi dan keseragaman butiran jatuh pada daerah (zone 1) dan (zone 2), yang mana memenuhi modulus kehalusan yang tidak terlalu halus butirannya sesuai persyaratan untuk bahan-bahan campuran beton dalam metode DOE.

c. Oleh karena gradasi agregat, terutama gradasi agregat halus menduduki tempat yang sangat penting dalam penentuan sifat pengerjaan dan derajat kohesi campuran beton, dimana dalam tulisan ini agregat halus yang digunakan untuk perencanaan campuran beton adalah abu-batu yang tidak biasanya dipakai sebagai agregat halus pada campuran beton, namun dari hasil analisa gradasi ternyata memenuhi syarat untuk bahan-bahan campuran beton dengan metode DOE.

d. Dalam beberapa hal kecocokan suatu jenis agregat halus (pasir/abu batu) tertentu bergantung kepada gradasi serta agregat kasar. Apabila dalam evaluasi apakah suatu jenis agregat halus jatuh dalam batas-batas gradasi suatu daerah tertentu, maka dapat diizinkan toleransi sebesar maksimum 5 % di atas setiap ayakan, yang bukan saringan 0,60 mm. Akan tetapi tetapi agregat bersangkutan tidak boleh lebih halus daripada batas-batas gradasi yang ditunjukkan oleh jenis agregat terhalus yaitu yang lengkung gradasinya jatuh dalam daerah 4 (zone 4) atau lebih kasar dari pada batas-batas gradasi yang ditunjukkan oleh daerah 1 (zone 1) Dalam hal ini hanya ada satu perkecualian yaitu, jika agregat halus terbuat dari batu pecah atau pemecahan-batu oleh Crusher dalam hal ini diperkenankan 20 % lewat saringan 0,15 mm untuk semua daerah (zone).

Dari hasil analisa ayakan terbukti bahwa prosentase - yang lewat saringan 0,15 mm untuk agregat halus abu- batu belum melampaui 20 % yang diperkenankan untuk ba- han-bahan campuran beton dalam metode DOE.

e. Cara ini sejauh mungkin telah disesuaikan dengan ke- adaan iklim dan cuaca serta bahan-bahan yang terdapat di Indonesia

f. Cara DOE ini dipilih karena telah memberikan hasil - hasil yang baik meskipun untuk jenis-jenis agregat - dengan lengkung gradasi yang jatuh diluar batas-batas gradasi yang biasanya cocok untuk suatu kosntruksi - beton.

g. Pada umumnya agregat dengan gradasi baik jarang ter- dapat di Indonesia , Sehingga mengingat hasil-hasil - yang telah diperoleh metode DOE dapat di pakai di - Indonesia . Metode ini seperti telah dibuktikan, dengan menggunakan agregat yang gradasinya kurang baikpun - dapat dibuat campuran beton yang hasilnya cukup memu- askan.

. Adapun persedur perencanaan campuran beton metode DOE :

1. Penentuan batas kekuatan tekan

Deviasi standar yang digunakan untuk perhitungan - batas kekuatan beton tertentu harus didasarkan atas minimal 20 hasil pemeriksaan benda uji.

Harga deviasi standar S untuk suatu perencanaan - campuran beton tidak boleh kurang dari harga yang

terdapat pada gambar II-10. Apabila tidak terdapat atau data yang sama, maka deviasi standar S dapat ditentukan berdasarkan campuran-campuran per cobaan. Bilamana tidak dilakukan percobaan-percobaan tersebut diatas, maka deviasi standar S dapat ditentukan melalui garis A pada gambar II - 9 sampai diperoleh cukup data dari produksi beton yang bersangkutan. Pada gambar terlihat grafik dengan garis tebal yang merupakan batas- batas standar deviasi yang dapat digunakan di Indonesia dan tanda silang diperoleh dari hasil pemeriksaan di Indonesia. Berdasarkan hasil-hasil pemeriksaan kekuatan tekan beton yang didapat dari percobaan-percobaan di Indonesia, maka deviasi standar ini yang menjadi standar deviasi rencana, Perlu diketahui bahwa harga S tidak boleh diambil kurang dari harga yang ditunjukkan oleh garis B.

2. Nilai batas kekuatan yang sekarang digunakan dapat dihitung dengan mengalikan standar rencana S_r dengan faktor k dimana besarnya faktor tersebut didapat dari matematika tentang distribusi normal Di bawah ini dicantumkan harga-harga k

$$k \text{ untuk } 10 \% \text{ defektif} = 1,28$$

$$k \text{ untuk } 5 \% \text{ defektif} = 1,64$$

$$k \text{ untuk } 2,5 \% \text{ defektif} = 1,96$$

$$k \text{ untuk } 1 \% \text{ defektif} = 2,33$$

Didalam PBI 71 ditentukan persentase defektif 5 % sehingga $k = 1,64$

Kekuatan tekan rata-rata yang diharapkan dapat dicapai dengan harga batas tersebut pada kekuatan tekan karakteristik dengan menggunakan rumus:

$$\sigma_{bm}' = \sigma_{bk}' + k \cdot Sr$$

dimana :

σ_{bm}' = kekuatan tekan beton rata-rata (yang diharapkan dapat dicapai)

σ_{bk}' = nilai batas kekuatan yang harus -
ditambahkan

$k \cdot Sr$ = nilai batas kekuatan yang ditambahkan

k = konstanta

Sr = deviasi standar rencana

Untuk prosentase defektif 5 % didapat $k = 1,64$ maka persamaan menjadi:

$$\sigma_{bm}' = \sigma_{bk}' + 1,64 Sr$$

5) ... hal 78

Bilamana telah didapat lebih dari 20 hasil pemeriksaan benda uji, maka deviasi standar yang telah dipakai itu untuk merubah nilai batas - kekuatan $k \cdot Sr$ dan merencanakan kembali campuran beton yang bersangkutan apabila:

a. nilai batas kekuatan itu tetap terlalu tinggi,
atau

b. nilai batas kekuatan itu tetap terlalu rendah. Hal ini dapat disebabkan karena keliru waktu memperkirakan harga deviasi standar rencana.

3. Seleksi dari faktor air/cement

Faktor air semen adalah perbandingan banyaknya air terhadap banyak semen dalam adukan 1 m^3 beton.

Untuk menentukan besarnya nilai faktor air/ semen dapat dilakukan dengan menggunakan tabel II - 9. Sebagai langkah pertama yang harus diikuti untuk mendapatkan faktor air bebas/semen yang sesungguhnya, dari tabel II - 9 dipilih faktor air bebas / semen sebesar 0,5 (tidak bisa lain karena f.a.s. 0,50 ini adalah nilai satu-satu nya untuk tabel II - 9 tersebut yang harus diambil sebagai dasar perhitungan, sesuai dengan umur beton yang disyaratkan, type semen dan jenis agregat yang digunakan.

Selanjutnya nilai kekuatan tekan yang disyaratkan berdasarkan tabel II -9 itu diplot pada sumbu vertikal untuk kekuatan tekan pada gambar II - 9, kemudian tariklah sebuah garis horisontal melalui titik sampai memotong referensi untuk faktor - air/semen = 0,5.

Setelah itu gambar sebuah lengkung melalui titik sejajar dengan lengkung-lengkung lain yang telah terlukis pada gambar II - 9 sampai memotong -

sebuah garis horisontal yang melalui ordinat yang menyatakan kekuatan rata-rata ϕ_{bm} yang besarnya telah dihitung dan faktor air bebas/semen yang bersangkutan dapat dibaca pada absis gambar. Harga faktor air/semen yang telah didapat dengan cara yang telah ditempuh itu harus dibandingkan dengan faktor air/semen maksimum yang diperbolehkan menurut tabel II - 2 dari PBI.

Nilai-nilai faktor air/semen maksimum ini telah disesuaikan dengan keadaan lingkungan, tempat bangunan beton itu akan didirikan, kemudian pilihlah harga faktor air/semen terkecil diantara kedua harga yang telah didapat itu.

5) ... hal 81

4. Seleksi mengenai sifat pengerjaan beton.

Sifat pengerjaan beton harus selalu dipilih sedemikian rupa sehingga cocok dengan keadaan setempat dimana pembetonan akan dilaksanakan. Beton yang akan diproduksi itu harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

- tidak boleh terlalu basah tetapi
- harus tetap dapat dikerjakan dengan baik.

Sifat pengerjaan yang disyaratkan PBI 1971 untuk berbagai macam pekerjaan beton dapat dilihat pada tabel II - 1.

5. Seleksi mengenai ukuran maksimum agregat kasar. Ukuran maksimum agregat dispesifikasikan antara lain : $3/8"$ (10 mm); $3/4"$ (20 mm) atau paling - besar adalah $1\ 1/2"$ (40 mm).

Dengan alasan ekonomo, disarankan agar menggunakan ukuran agregat sebesar mungkin. Demikian pula agar sukar untuk melak sanakan pengecoran-beton dengan menggunakan agregat, karena butir-butir yang besar cenderung untuk melepaskan diri dari adukannya dan membentuk (kantong-kantong) batuan (sarang-sarang kerikil)

5) ... hal 82

6. Seleksi kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan dengan menggunakan - tabel II - 10 tergantung kepada jenis serta ukuran maksimum agregat, yang dapat menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan beton dengan sifat pengerjaan yang dikehendaki.

Apabila digunakan agregat kasar dan agragat halus jenisnya berbeda yaitu jika batu pecah digabungkan dengan pasir alami, maka kadar air bebas dapat di hitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} W_f + \frac{1}{3} W_c$$

dimana :

W_f = kadar air bebas sesuai dengan jenis agregat halus yang bersangkutan.

W_c = kadar air bebas dengan jenis agregat kasar yang bersangkutan.

5)... hal 82

7. Penentuan kadar semen

Kadar semen dapat ditentukan dengan mudah bila-mana kadar air bebas dan faktor air bebas/semen diketahui dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{kadar air bebas}}{\text{faktor air bebas/semen}}$$

Jumlah kebutuhan akan semen yang diperoleh dengan perhitungan di atas harus dibandingkan dengan jumlah kebutuhan semen maksimum dan minimum yang terdapat pada tabel II - 2 berdasarkan PBI 1971. Bilamana kadar semen yang dihitung - itu kurang dari harga minimum yang disyaratkan, maka harga minimum menurut PBI 1971 itu yang - harus diambil. Sebagai hasil dari penentuan ini maka nilai faktor air bebas/semen dari campuran beton tersebut dapat berkurang, lebih kurang - dari yang ditentukan semula, sehingga kekuatan tekan beton yang akan dicapai itu dapat bernilai tinggi dari kekuatan tekan rata-rata yang diperkirakan dapat dicapai.

Pada umumnya cara ini lebih disukai daripada dengan cara mempertahankan suatu perbandingan air /semen yang konstan, meskipun dengan memperta-

hankan kadar air/semen itu konstan, beton bersangkutan dapat dikerjakan lebih mudah. Disatu pihak anggapan bahwa telah ditentukan sifat pengerjaan yang baik waktu pertama kali dimulai perhitungan perencanaan campuran, maka dengan meningkat kan sifat pengerjaan beton berarti dapat menimbulkan resiko terjadinya bleeding dan segregasi.

Harus dipilih dua alternatif, yaitu:

- Menerima campuran beton dengan sifat pengerjaan yang lebih rendah atau
- Mengganti bahan semen dengan menggunakan Type semen dengan kekuatan tekan lebih tinggi, agregasi yang bergradasi lebih baik, langkah-langkah ini diambil untuk menaikkan kekuatan tekan beton sesuai dengan sifat pengerjaan yang disyaratkan.

Situasi demikian dapat dijumpai bilamana dikehendaki beton dengan kekuatan tinggi untuk sebuah konstruksi beton pratekan, tetapi tetap harus dapat dikerjakan dengan mudah, meskipun ada pembatasan ketat mengenai jumlah penggunaan semen sehubungan dengan adanya pembatasan yang ketat pula terhadap kehilangan gaya-gaya pratekan akibat penyusutan dan rangkai.

8. Penentuan jumlah penggunaan agregat.

Kepadatan basah dari beton yang telah didapatkan nilainya dengan menggunakan grafik pada gambar II - 11 tergantung kepada kadar air bebas dan kepadatan relatif (berat jenis) yaitu perbandingan massa dari suatu volume tertentu - sesuatu bahan dibagi dengan massa sesuatu volume air yang sama.

Berat jenis gabungan dari agregat halus agregat kasar dapat dihitung setelah ditentukan perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar dengan rumus :

$$Y = a/100 \cdot Y_A + b/100 \cdot Y_B$$

dimana:

Y = ordinat dan kurva susunan butir gabungan pada salah satu lubang ayakan.

Y_A, Y_B = ordinat dari kurva susunan butir pasir A dan kerikil B yang pada salah satu lubang ayakan yang sesuai lubang ayakan pada Y.

a, b = perbandingan berat pasir A dan kerikil B dalam persen (a + b = 100 %)

Berat jenis gabungan dapat dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ agr. gab} = \% \text{ agr. halus} * B_j \text{ agr. halus} \\ + \% \text{ agr. kasar} * B_j \text{ agr. halus.}$$

Dengan mengetahui berat jenis gabungan, maka dapat ditentukan berat volume beton. Berat volume beton dapat ditentukan dengan melihat gambar II - 11.

Dari hasil penentuan berat volume dapat dihitung kadar total agregat sesuai rumus:

$$\text{Kadar total agregat (ssa)} = D - Wc - Wfw.$$

dimana :

$$D = \text{berat jenis basah beton (kg/m}^3\text{)}$$

$$Wc = \text{kadar semen (kg/m}^3\text{)}$$

$$Wfw = \text{kadar air bebas}$$

5) ... hal 84

9. Seleksi kadar agregat halus dan agregat kasar pada gambar II - 12 menunjukkan batas-batas untuk proporsi agregat halus dalam kadar agregat total, tergantung kepada ukuran maksimum agregat kasar, tingkat sifat pengerjaan, daerah gradasi dari agregat halus dan faktor air bebas /semen.

Proporsi terbaik dari agregat halus terhadap agregat kasar yang akan digunakan dalam suatu campuran tergantung kepada:

- Bentuk butiran dari agregat halus.
- Gradasi dari agregat halus itu, relatif terhadap batas-batas gradasi suatu daerah yang kira-kira cocok dengan gradasi agregat halus yang bersangkutan.
- Tujuan penggunaan beton yang dihasilkan.

Akan tetapi dengan menentukan suatu harga perbandingan yang terletak antara dua batas yang disyaratkan yang terlihat pada gambar II - 12. Untuk percobaan pertama dapat dihasilkan suatu campuran beton yang cukup memuaskan yang akhirnya dapat dirubah sesuai dengan tuntutan keadaan. Perhitungan akhir untuk penentuan kadar agregat halus dan agregat kasar yaitu dengan membandingkan harga yang telah diperoleh dari gambar II - 12 dengan kadar total agregat.

kadar agregat halus = kadar agregat total *
proporsi agregat halus.

kadar agregat kasar = kadar total agregat *
proporsi agregat halus.

Tabel II - 1 : Nilai-nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton.

Uraian	slump (cm)	
	maksimum	minimum
Dinding pelat fondasi dan telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang kaisan dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	2,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

Tabel II - 2 : Jumlah semen minimum dan nilai faktor air semen maksimum. 1) ... hal 38

	Jumlah semen minimum per m ³ beton (Kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	375	0,52
Beton yang kontinu berhubungan dengan air		
a. air tawar	275	0,57
b. air laut	375	0,57

Tabel II - 3 : Daftar umum tentang Saringan

	Saringan-saringan ASTM	Ukuran lubang saringan (inci)	Saringan-saringan Tyler	Ukuran lubang saringan (inci)
Saringan-saringan untuk menentukan modulus kehalusan	3 inci	3.0	-	-
	1 1/2 inci	1.5	-	-
	3/4 inci	0.75	3/4 inci	0.724
	3/5 inci	0.375	3/8 inci	0.371
	No. 4	0.1875	No. 4	0.185
	No. 8	0.0949	No. 8	0.093
	No. 16	0.0474	No. 14	0.046
	No. 30	0.0236	No. 28	0.0232
	No. 50	0.0116	No. 48	0.0116
	No. 100	0.006	No. 100	0.0058
	No. 200	0.003	No. 200	0.0029
	No. 270	0.0021	No. 270	0.0021

Tabel II - 4 : Batas-batas agregat kasar (BS 882 : Bagian 2. 1973)

Prosentase berat yang lolos saringan BS								
Saringan uji	Ukuran nominal dan agregat yang digradasi			Ukuran nominal dan agregat dengan ukuran tunggal				
	40 mm sampai 5 mm	20 mm sampai 5 mm	14 mm sampai 5 mm	63 mm	40 mm	20 mm	14 mm	10 mm
BS 410								
75.0	100	-	-	100	-	-	-	-
65.0	-	-	-	85-100	100	-	-	-
37.5	95-100	100	-	0-30	85-100	100	-	-
30.0	35-70	95-100	100	0-5	0-25	85-100	100	-
14.0	-	-	90-100	-	-	-	85-100	100
10.0	10-40	30-60	50-85	-	0-5	0-25	0-50	85-100
5.00	0-5	0-10	0-10	-	-	0-5	0-10	0-25
2.36	-	-	-	-	-	-	-	0-5

Tabel II - 5 : Batas agregat halus (BS 882 : Bagian 2. 1973)

Saringan Uji BS 410	Prosentase berat yang lolos saringan BS			
	Gradasi Zone 1	Gradasi Zone 2	Gradasi Zone 3	Batas dari gradasi 2
10.0 mm	100	100	100	100
5.00 mm	90-100	90-100	90-100	95-100
2.36 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
1.18 mm	30-70	55-90	75-100	90-100
600 µm	15-34	35-59	60-79	80-100
300 µm	5-20	8-30	12-40	15-50
150 µm	0-10*	0-10*	0-10*	0-15*

3) ... hal 44

Tabel II - 6 : Spesifikasi untuk keausan batuan

Kelas dan Mutu Beton	Kekerasan dengan bejana tekan Rudeloff bagian hancur menembus ayakan 2 mm, maksimum %		Kekerasan dengan bejana geser Los Angelous bagian hancur menembus ayakan 1,7 mm maksimum, %
	Praksi butir 19 - 30 mm	Praksi butir 9,5 - 19 mm	
1	2	3	4
Beton kelas I dan mutu B ₀ serta mutu B ₁	22 - 30	24 - 32	40 - 50
Beton kelas II dan atau beton mutu K125, K175 dan K225	14 - 22	16 - 21	27 - 40
Beton kelas III dan atau beton mutu diatas K225 beton praktekkan	kurang dari 14	kurang dari 16	kurang dari 27

Tabel II - 7 : Standar warna cairan

Pengurangan kekuatan tekan (%)	Warna Cairan	Penggunaan pasir
0	Tanpa warna sampai kuning muda	Dapat dipakai
10 - 20	Kuning muda	kadang-kadang masih dapat dipakai
15 - 30	Kuning kemerah-merahan	dipakai untuk lantai kerja
25 - 50	Coklat kemerah-merahan	tidak dapat dipakai
50 - 100	Coklat tua	tidak dapat dipakai

Tabel II - 8 : Berat jenis spesifik dan penyerapan

Ukuran Agregat	Berat Jenis Spesifik yang sebenarnya	Penyerapan % dari berat kering
37,5 - 19	2,55	0,3
19 - 9,5	2,52	0,8
9,5 - 4,75	2,45	1,5
< 4,75	2,60	1,0

Tabel II - 9 : perkiraan kekuatan tekan beton dengan faktor air bebas/semen 0,50

Type semen	Jenis agregat	Kekuatan tekan pada umur (hari)			
		3	7	28	91
	kasar				
Semen portland type ①	alami ✓	200	280	400 ✓	480
	batu pecah	230	320	450 ✓	540
Semen portland type 0	alami	250	340	450	530
	batu pecah	300	400	530	600

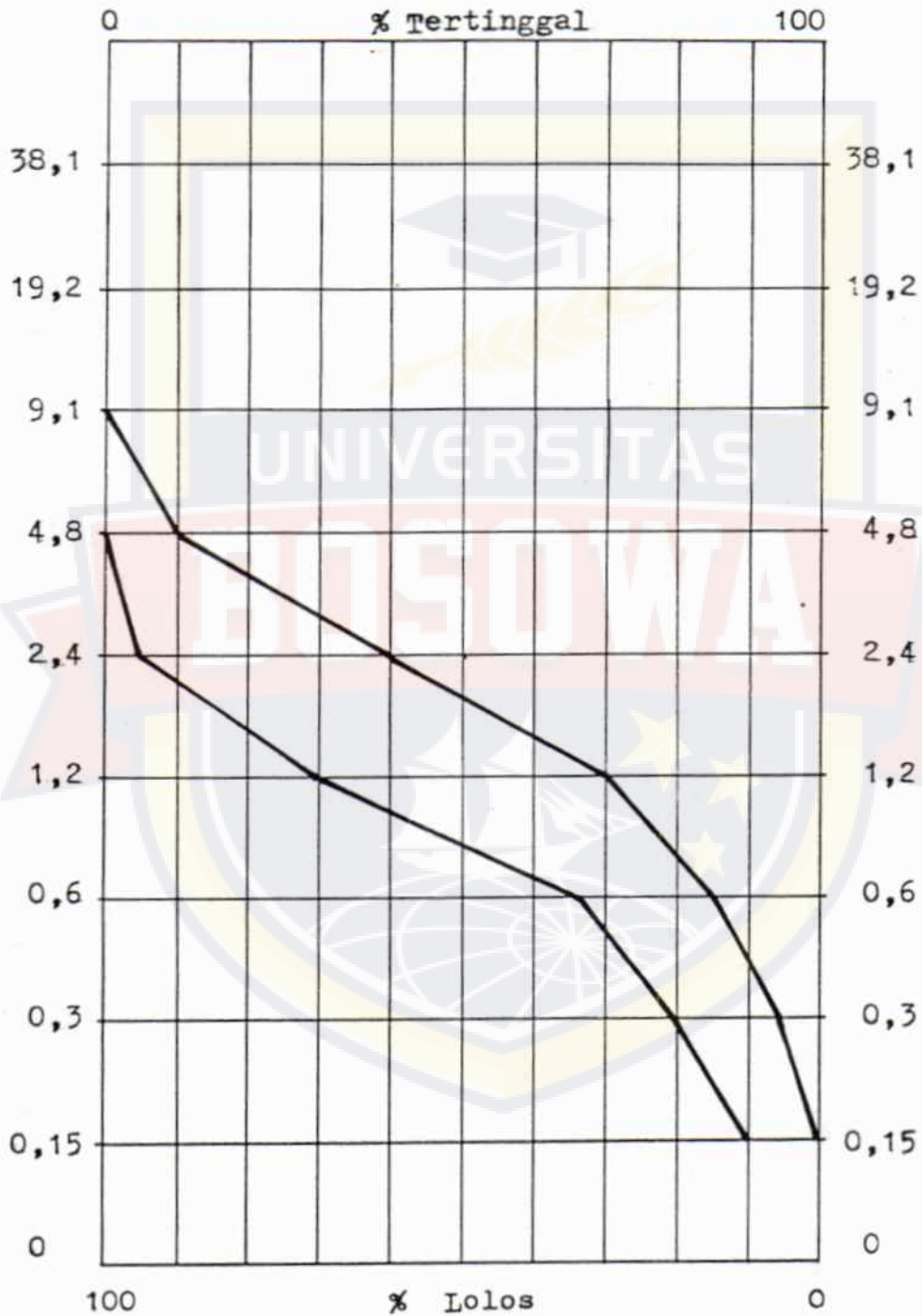
Tabel II - 10: perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan untuk berbagai tingkat pengerjaan. 5) ... hal 79

Slump (mm)		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 160
V.B (det)		12	6 - 12	3 - 6	0 - 3
Ukuran maksimum agregat (mm)	Jenis agregat	Kadar air bebas dalam (kg/m ³)			
10	alami	150	180	205	225
	batu pecah	180	205	230	250
20	alami	135	160	160	190
	batu pecah	170	190	210	225
④	alami	115	140	160 ✓	175
	batu pecah	155	175	190 ✓	205

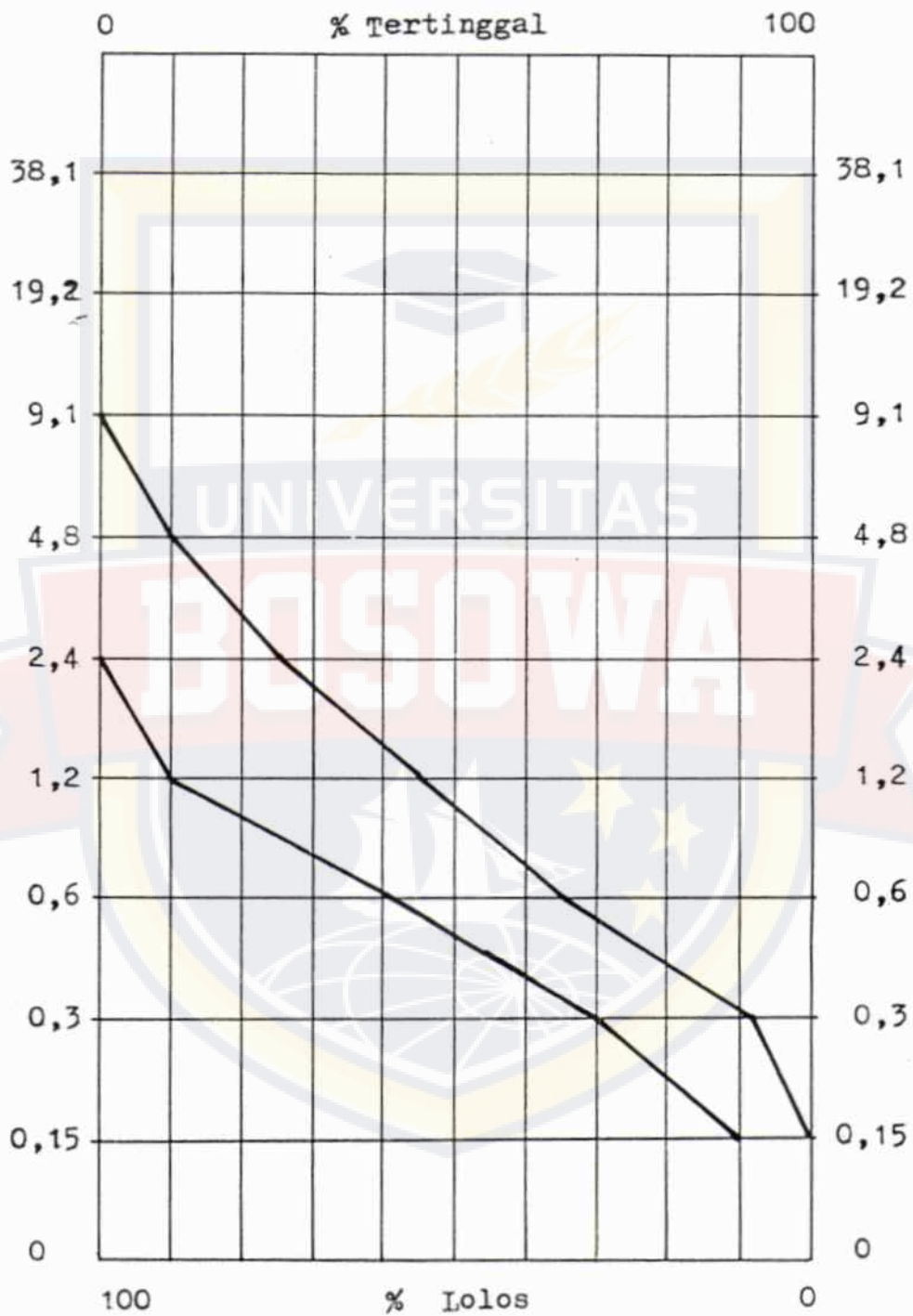
Tabel II - 1.1

Ukuran Lobang Ayakan (mm)		Berat Contoh Agregat Yang diuji (gram)						
Tertinggal	Menembus	1	2	3a	3b	4	5	6
63	75	2500±50	-	-	-	-	-	-
50	63	2500±50	-	-	-	-	-	-
37,5	50	5000±50	5000±50	-	-	-	-	-
25	37,5	-	5000±25	5000±25	1250±25	-	-	-
19	25	-	-	5000±25	1250±25	-	-	-
12,5	19	-	-	-	1250±10	2500±10	-	-
9,5	12,5	-	-	-	1250±10	2500±10	-	-
9,3	9,5	-	-	-	-	-	2500±10	-
4,8	5,3	-	-	-	-	-	2500±10	-
2,4	4,8	-	-	-	-	-	-	5000±10
Jumlah contoh yang diuji		10000±100	10000±75	10000±50	5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
Berat bola (gram)		5000±25	5000±25	5000±25	5000±25	4584±25	3330±20	2500±15
Jumlah bola baja (butir)		12	12	12	12	11	8	6
Jumlah putaran bejana Los Angeles (putaran)		1000	1000	1000	500	500	500	500

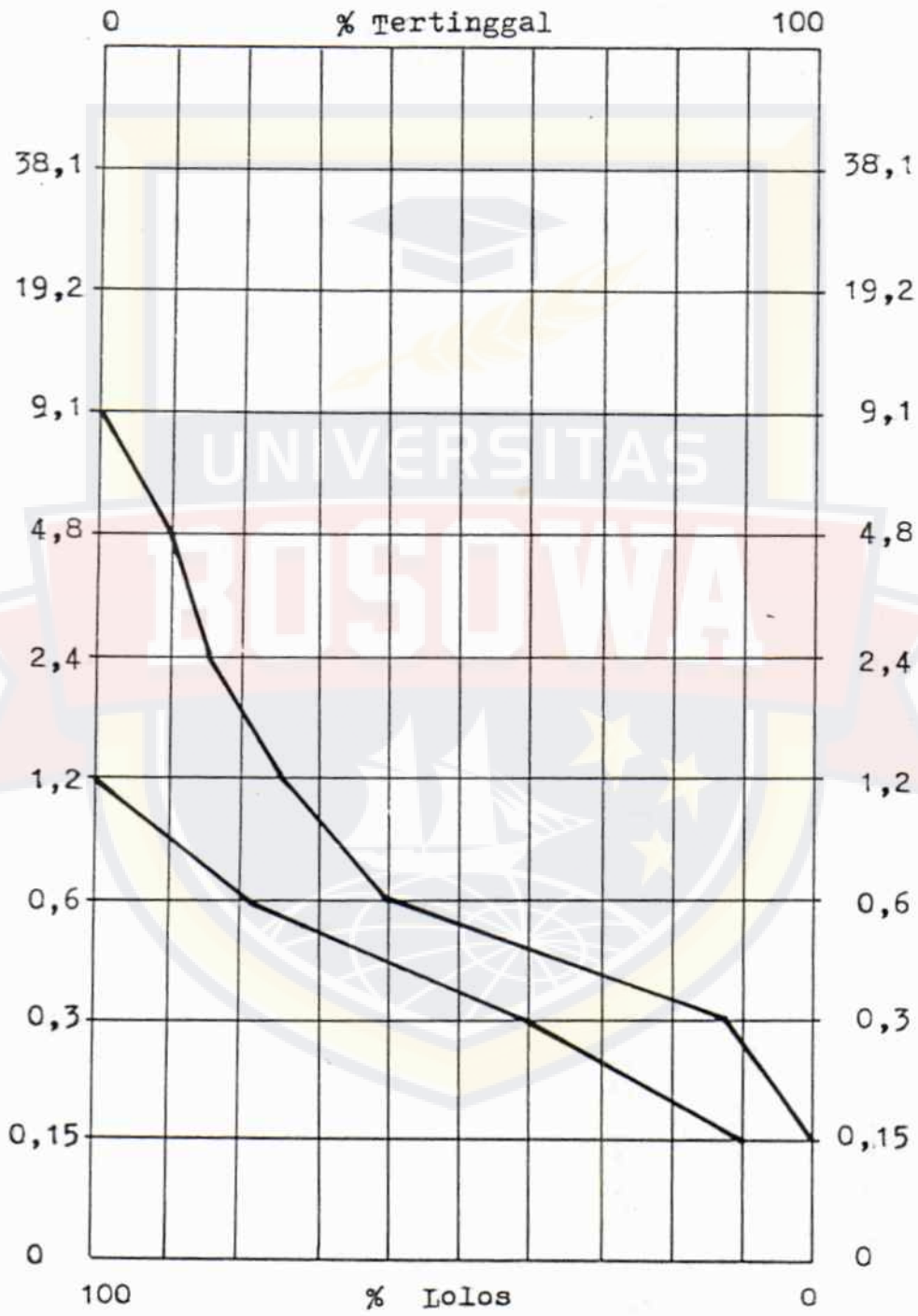
Gambar II - 2 : Batas-Batas Gradasi Agregat Halus : Zone 1.



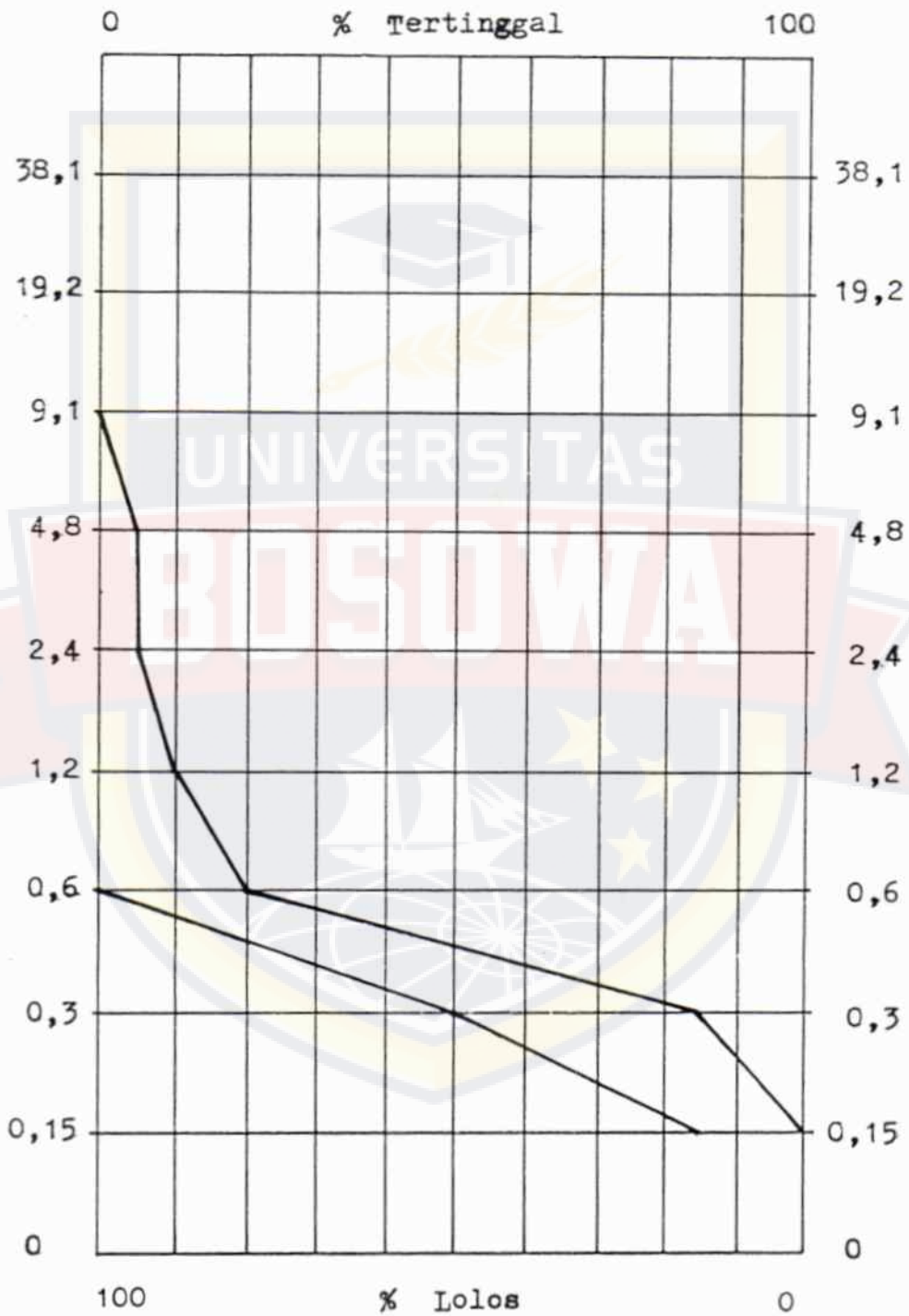
Gambar II - 3 : Batas-Batas Gradasi Agregat Halus : Zone 2.



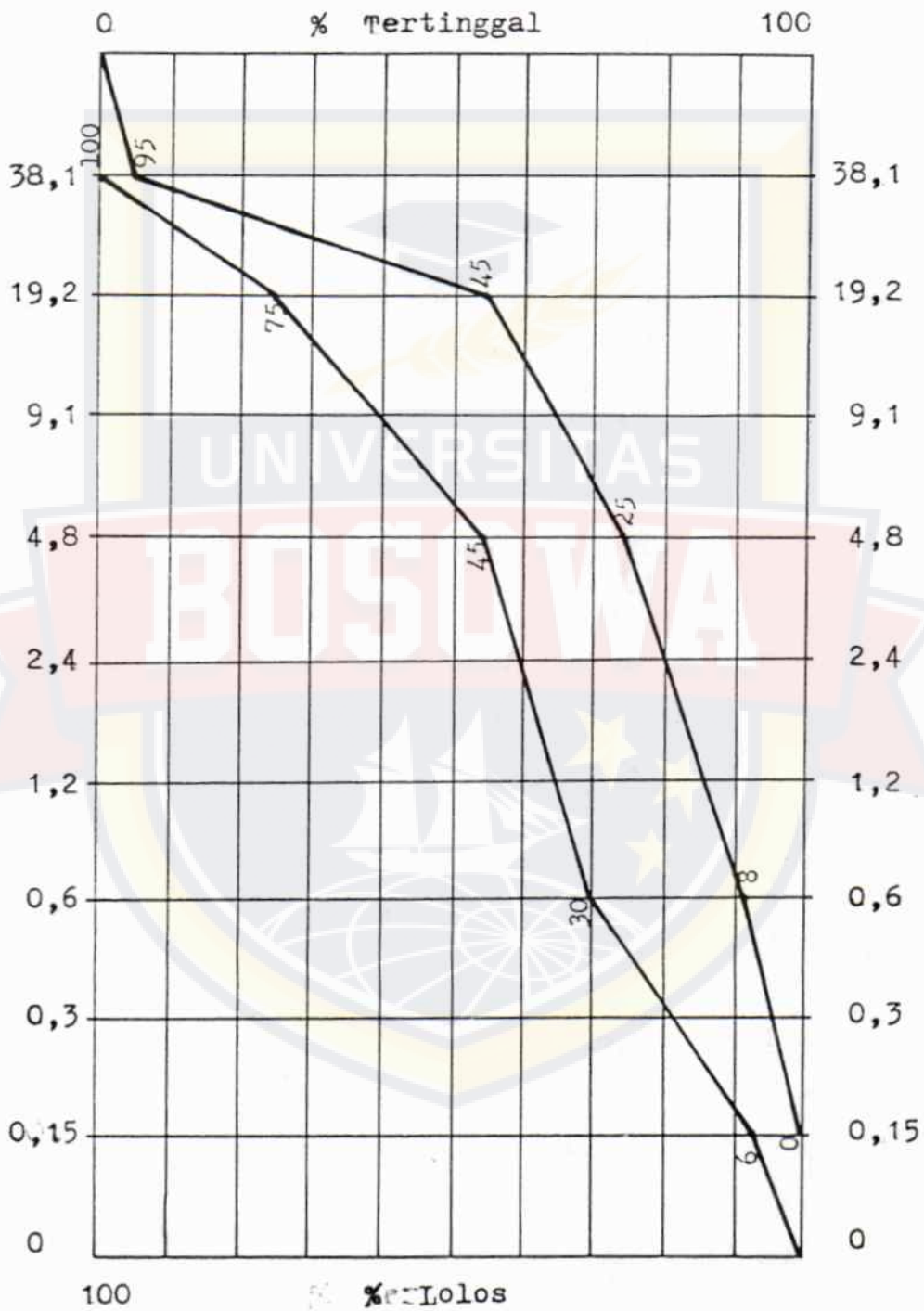
Gambar II - 4 : Batas-Batas Gradasi Agregat Halus : Zone 3.



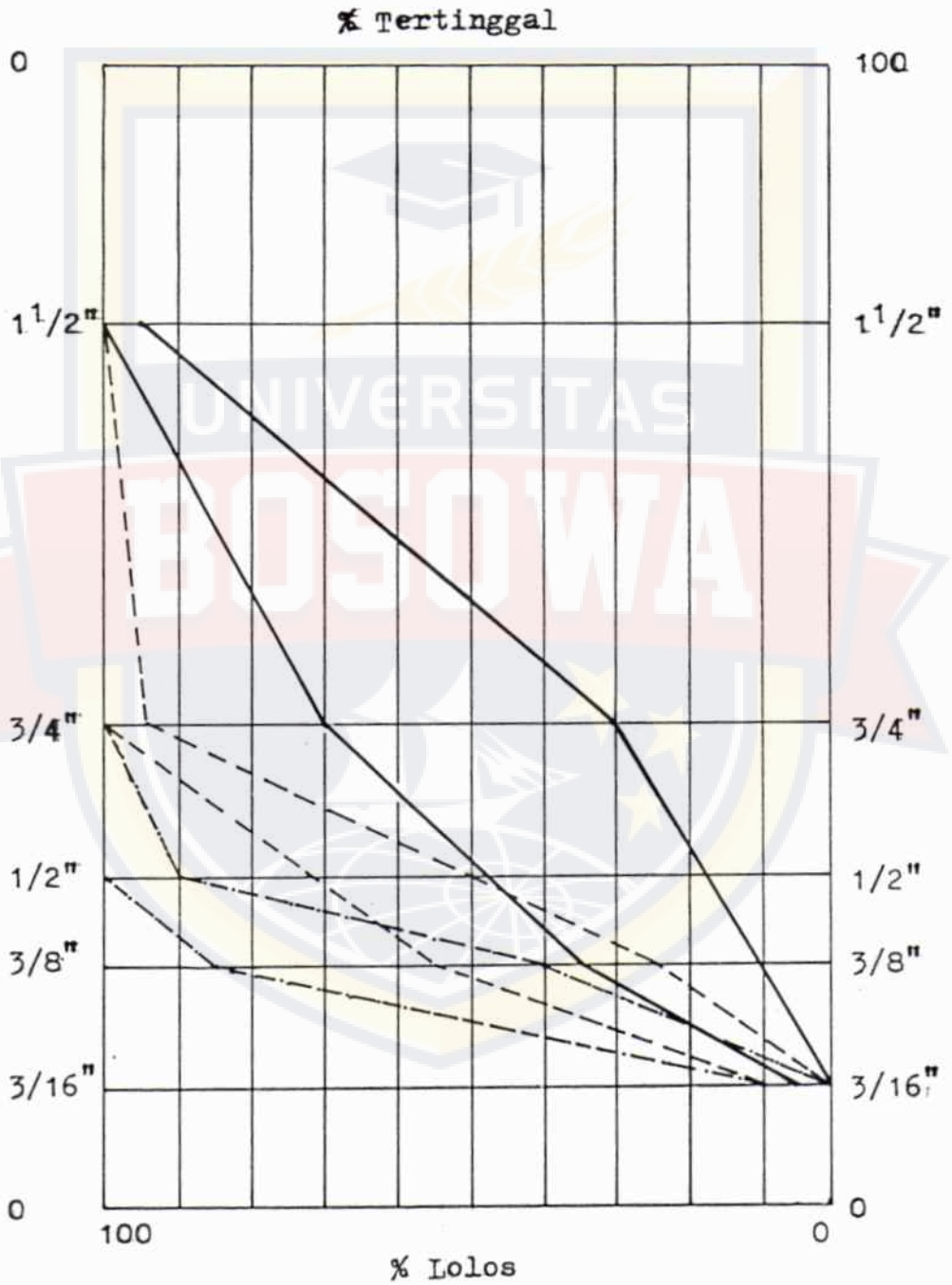
Gambar II - 5 : Batas-Batas Agregat Halus : Zone 4.



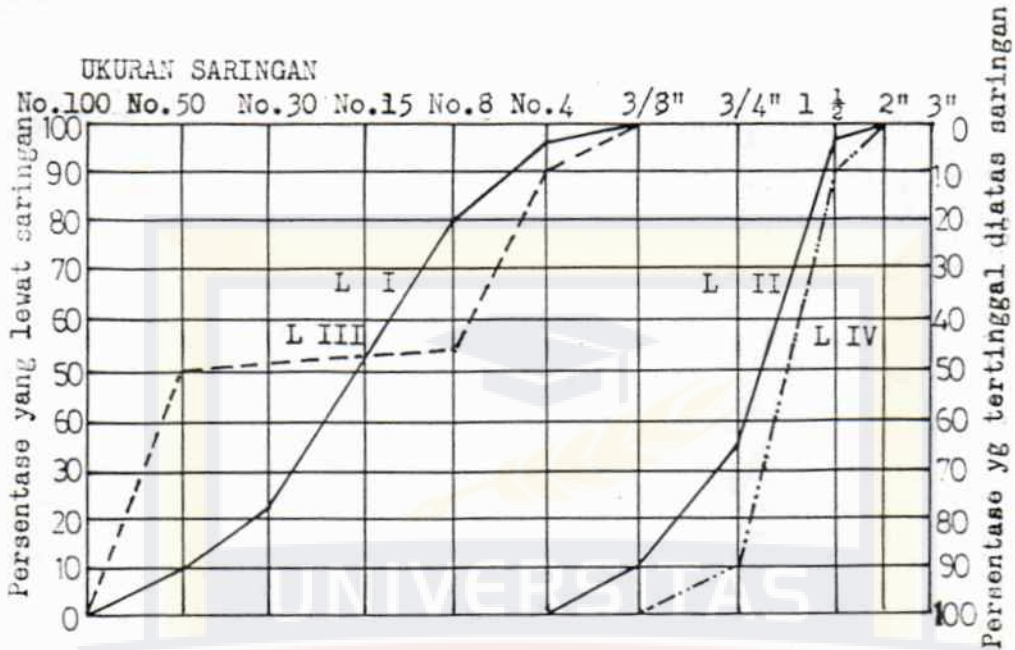
Gambar II - 6 : Batas-Batas Gradasi Agregat Campuran.



Gambar II - 7 : Batas-batas gradasi agregat kasar.

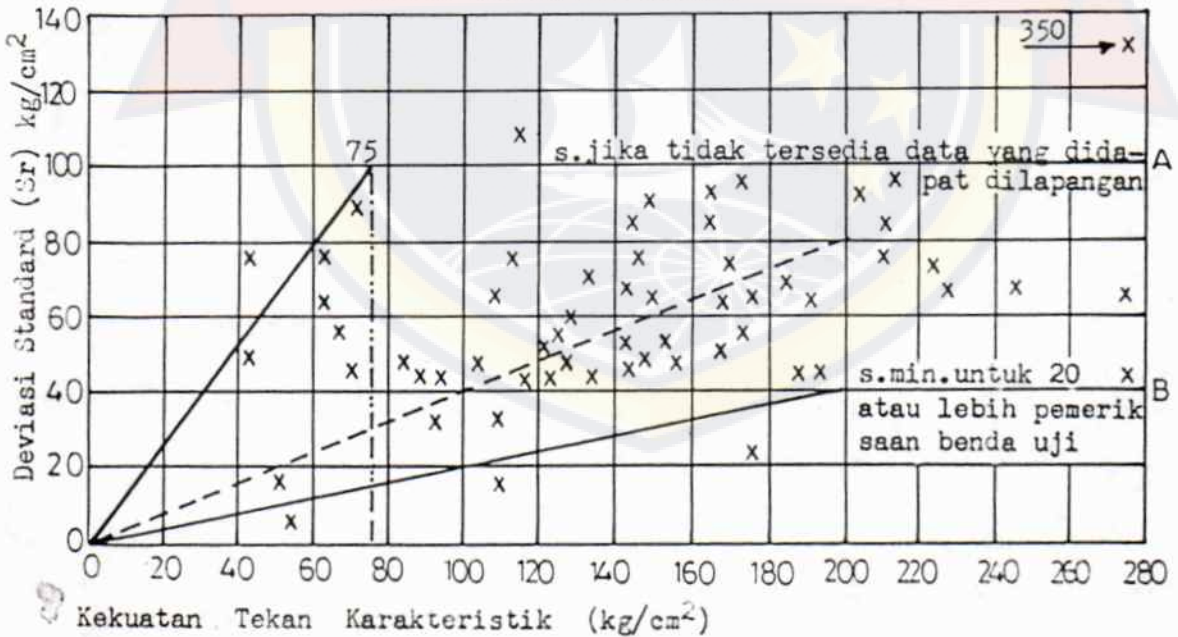


Gambar II - 8 : Kurva Susunan Butir.



2) ... hal 21

Gambar II - 9 : Hubungan Deviasi Standard dengan Kekuatan Tekan Karakteristik.



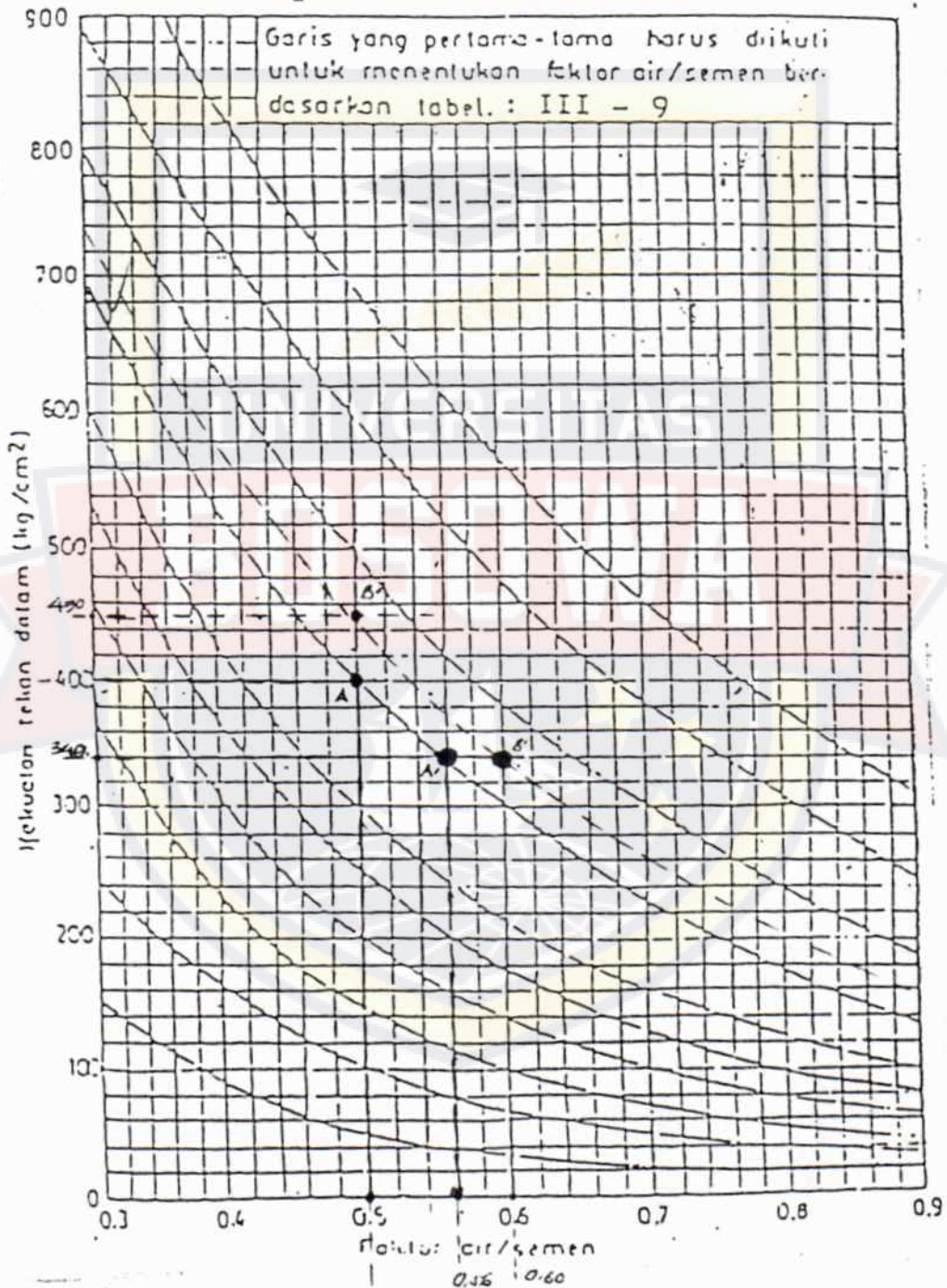
— = Batas yang dapat digunakan di Indonesia

x = Hasil pemeriksaan di Indonesia

Sr = Deviasi standard rencana

5) ... hal 27

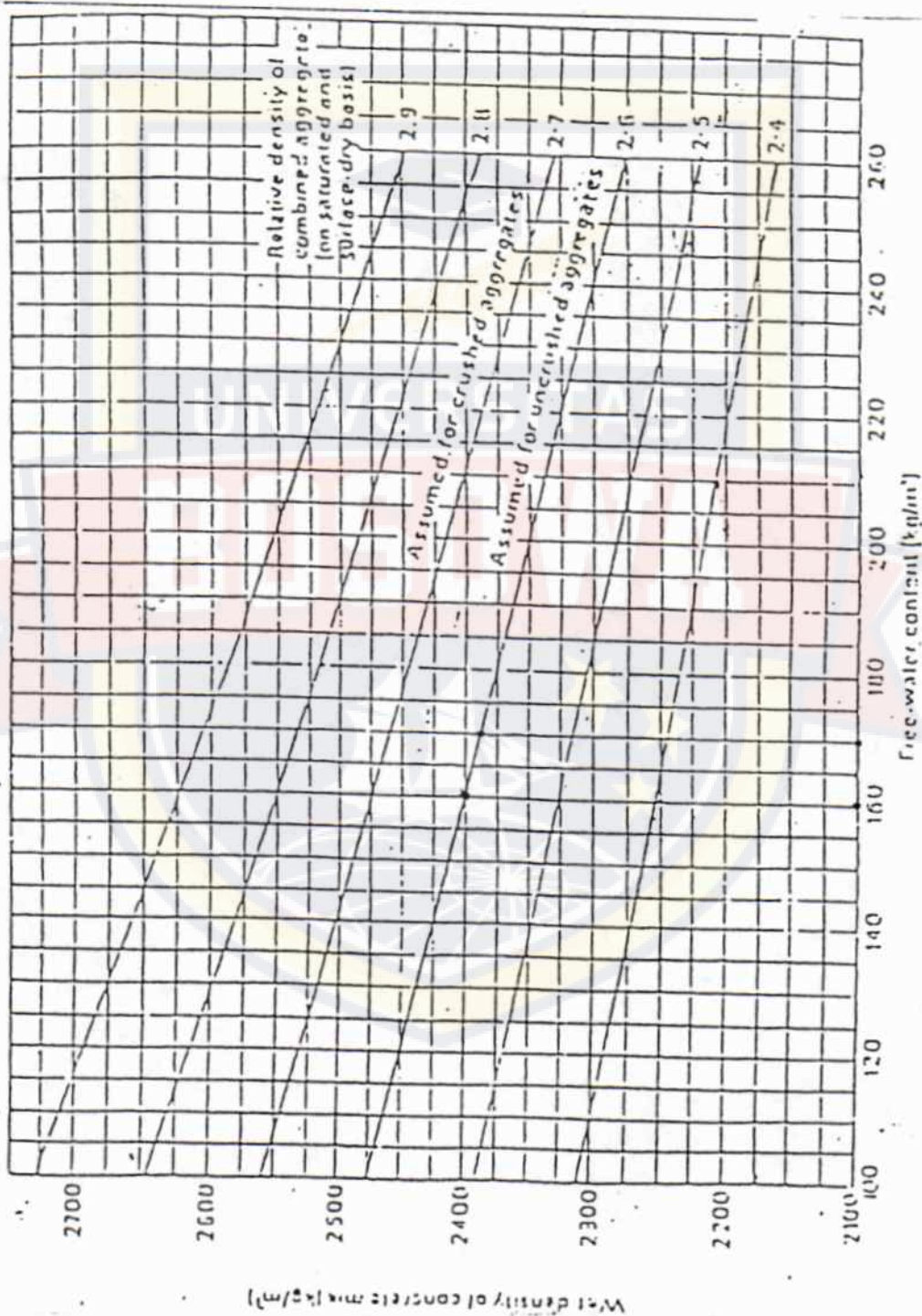
Gambar II - 10 : Hubungan antara kekuatan tekan dan faktor air/semen.



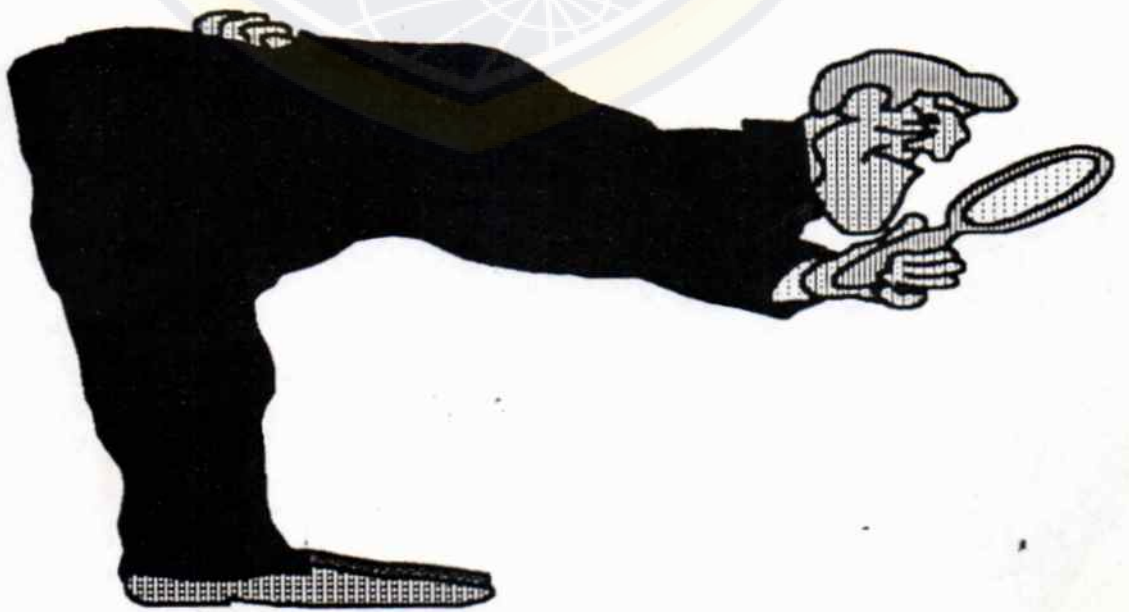
Catatan :

- A' : Faktor air/semen 0,56 untuk 5) ... hal 103 Agregat alam
- B' : Faktor air/semen 0,60 untuk Agregat Bt. pecah

Gambar II - 11 : Perkiraan kepadatan basah beton berda - sarkan hubungan berat jenis agregat dan dan banyaknya air bebas.



BAB III
PELAKSANAAN PENELITIAN



BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Bahan dan Metode Pemeriksaan

Pengambilan dan pemeriksaan karakteristik bahan serta pengetesan dilakukan sejak bulan Januari sampai dengan bulan April 1995. Beberapa tahap pelaksanaan - pekerjaan adalah pengambilan sampel di lokasi yang - mencakup penanganan sampel seperti pengambilan pada lokasi dan pengangkutan sampel ke lokasi pengujian - serta pengetesan sampel di Laboratorium.

3.1.1. Pengambilan sampel di lapangan

Pengambilan sampel material khususnya agregat halus (abu batu), agregat kasar (batu pecah) di lakukan pada suatu lokasi Stone Crus- her PT. CIKAL yang terletak pada poros jalan raya Ujung Pandang-Malino tepatnya pada Desa Romangloe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Daerah Tingkat II Gowa. Sedang agregat kasar (ke rikil alam) berasal dari lokasi pengambilan - kerikil di Bili-Bili yaitu pada pertemuan su- ngai Jeneberang dengan sungai Jenelata kearah hulu sungai Jeneberang atau tepatnya pada KM. 30 dari Ujung pandang - Malino.

Sampel material yang hendak diuji yang telah - diambil di lokasi di masukkan dalam karung -

dengan rapi, baik dalam perjalanan dari lokasi-pengambilan ke Laboratorium maupun pada saat di Laboratorium, sehingga kelembaban tetap sama pada lokasi pengambilan.

3.1.2. Pengujian di Laboratorium

Pengujian atau pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium PU. Proyek Pembangunan Waduk Bili-Bili yang mencakup :

- a. Pengujian dan pemeriksaan bahan terhadap sifat-sifat agregat halus dan agregat kasar yang mencirikan mutu beton.
- b. Pengujian atau pemeriksaan kekuatan campuran beton mutu tinggi.

3.2. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

3.2.1. Pemeriksaan Kadar Organik

Pemeriksaan kadar organik abu batu dilakukan dengan mengambil sampel uji abu batu yang kelembaban alamiah sebanyak ± 155 cc, sampel uji tersebut kemudian dimasukkan ke dalam botol yang berkapasitas ± 350 cc dan ditambahkan larutan NaOH 3% sampai $2/3$ isi botol, kemudian botol tersebut ditutup lalu dikocok baik-baik selama 10 menit, lalu didiamkan selama 24 jam. Jika warna sampel muda dari warna standar, maka berarti bahan organik dalam abu batu tersebut masih berada dibawah batas maksimum yang diizinkan,

dan abu batu dapat dipakai tanpa dicuci terlebih dahulu, sedangkan bila warna sampel sama atau lebih pekat dari warna standar (warna air teh) maka boleh jadi abu batu mengandung bahan organik yang terlalu banyak sehingga perlu dilakukannya pengujian adukan.

Pengujian adukan dilakukan dengan membuat 2 (dua) macam adukan yang sama, yang satu dengan abu batu yang tidak dicuci dengan NaOH 3%, sedangkan adukan lainnya adalah abu batu yang dicuci dengan NaOH 3% kemudian dengan air bersih. Kedua adukan tersebut dibandingkan kekuatan desaknya setelah berumur 7 sampai 28 hari. Jika kuat desak adukan yang mengandung adukan abu batu tidak dicuci dengan NaOH 3% lebih besar 95% dari kuat air bersih yang dicuci dengan NaOH 3%, maka abu batu tersebut dapat digunakan tanpa dicuci terlebih dahulu. Sedangkan jika kuat desak abu batu yang tidak dicuci dengan NaOH 3% lebih kecil 95% dari kuat desak abu batu yang dicuci dengan NaOH 3%, maka abu batu tersebut masih mengandung bahan organik yang tinggi dan perlu dicuci terlebih dahulu sebelum dipakai dalam pencampuran. Untuk abu batu asal Stone Crusher PT. CIKAL yang bahan materialnya berasal dari Sungai Jeneberang menunjukkan hasil yang lebih

muda dari standar warna (warna air teh), sehingga dalam pencampuran beton tidak perlu dicuci.- Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel III-1 dan lampiran.

3.2.2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur dilakukan dengan benda uji kering oven sebanyak $\pm 1133,41$ gram. Benda uji sebanyak A gram dimasukkan kedalam cawang atau wadah dan ditambahkan air sampai di atas permukaan abu batu. Kemudian dicuci di atas saringan No. 200 sampai betul-betul bersih (air cucian jernih). Semua agregat halus yang tertahan di atas ayakan No. 200 dituangkan ke dalam wadah (hindari terjadinya percikan-percikan butiran keluar dari ayakan). Contoh abu batu yang tertinggal dimasukkan kedalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya konstan kemudian beratnya ditimbang sebagai berat B gram. Kadar lumpur dalam abu batu dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(A - B)}{A} * 100 \%$$

di mana :

A = Berat kering abu batu sebelum dicuci

B = Berat kering abu batu setelah dicuci

Standar kadar lumpur untuk agregat halus untuk

Standar kadar lumpur untuk agregat halus untuk beton $< 5 \%$.

Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel III - 1 - dan lampiran.

3.2.3. Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air yang ada pada abu batu, selain bertujuan untuk menentukan kadar air sebagai dasar penambahan air yang dibutuhkan oleh suatu adukan beton.

Pemeriksaan kadar air abu batu dilakukan dengan menggunakan sampel uji abu batu dengan kelembaban lokasi pengambilan sampel, sampel uji ini dimasukkan ke dalam wadah (berat wadah = A gram, wadah dan isinya ditimbang yang beratnya disebut B gram kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat konstan selama 24 jam lalu ditimbang beratnya = D gram. Kadar air abu batu dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{(C - D)}{D} * 100 \%$$

di mana :

C = Berat sampel uji (B - A)

D = Berat kering sampel uji

A = Berat wadah (tempat sampel uji)

B = Berat wadah + sampel uji

Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel III 1 dan lampiran.

3.2.4. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan terhadap berat jenis dan absorpsi - (kondisi kering permukaan) sampel uji abu batu dilakukan dengan menggunakan contoh abu batu - buatan atau kering oven sebanyak \pm 1000 gram. - Sampel uji tersebut direndam dalam air selama

24 jam kemudian air perendam dibuang dengan hati-hati (jangan ada butiran yang hilang) kemudian ditebarkan agregat halus di atas wadah, ke ringkan benda uji abu batu dengan bantuan sinar matahari atau dapat dengan menggunakan kompor listrik hingga mencapai kondisi kering permukaan. Periksa keadaan kering permukaan tapi jenuh air dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung dalam tiga lapis, padatkan tiap lapis dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, lalu angkat kerucut terpancung tersebut.

Keadaan kering permukaan tercapai bila sampel uji runtuh tetapi dalam keadaan tercetak. Pemeriksaan berat jenis agregat halus harus dapat dilakukan dengan mengambil sampel uji abu batu sebanyak \pm 500 gram dalam keadaan SSD..

Masukkan sampel uji ke dalam picnometer flask, kemudian diisi air sampai mencapai 90%. Isi picnometer flask dan putar sambil dikocok-kocokkan sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya. Bila gelembung udara sudah keluar, maka picnometer flask kita rendam dalam air selama ± 1 jam atau secukupnya. Kemudian airnya kita kurangi sampai pada batas garis 500 ml. Selama picnometer direndam dalam air diukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25 °C. Timbang picnometer berisikan sampel uji kemudian keluarkan abu batu dan airnya yang ada dalam picnometer sampai bersih dan kemudian isilah picnometer dengan air sampai batas kalibrasi dan timbanglah. Volume dari alat diketahui 500 cc. Perhitungan berat jenis dapat dilakukan sebagai berikut :

Berat sampel uji = A gram

Berat sampel uji dan air pada
batas kalibrasi dan alat = B gram

Berat air pada batas kalibrasi dan alat = C gram

$$\text{Berat jenis (specific Gravity)} = \frac{A}{A + C - B}$$

Standard specific gravity untuk agregat halus untuk beton = 2,5.

Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel III - 1 dan lampiran.

3.2.5. Pemeriksaan Berat Volume (Unit Weight)

Pemeriksaan berat volume atau bobot isi untuk abu batu diarahkan pada dua kondisi yakni abu batu dalam keadaan gembur dan dalam keadaan padat. Keadaan kondisi gembur dilakukan dengan mengambil sampel uji abu batu kemudian dituangkan ke dalam wadah baja yang cukup kaku berbentuk -slinder, berkapasitas 10 liter diisi sampai penuh kemudian diratakan dengan mistar perata.

Sampel uji dan wadah ditimbang sehingga berat - sampel uji dapat diketahui.

Pemeriksaan pada kondisi padat dilakukan dengan sampel uji abu batu, kemudian dituangkan ke dalam alat test unit weight yang berbentuk slinder pengaturan pengisian terdiri dari 3 lapis dan setiap lapis ditumbuk 25 kali agar wadah - terisi padat. Setelah penuh permukaannya diratakan dengan mistar perata lalu ditimbang sehingga berat sampel dapat diketahui, demikian ini dilakukan sampai beberapa kali dan diambil rata - ratanya. Yang perlu diketahui dalam penelitian ini adalah :

- Volume agregat abu batu.
- Berat agregat abu batu.

Untuk mengetahui berat isi abu batu digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Berat Volume} = \frac{\text{Berat agregat (D)}}{\text{Volume agregat (A)}} \dots\dots \text{kg/cm}^3$$

dimana :

A = Volume alat test unit weight

B = Berat alat test unit weight

c = Berat alat unit weight + berat sampel

D = Berat sampel uji (C - B)

Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel III - 1 dan lampiran.

3.2.6. Pemeriksaan Gradasi (Gradation Test)

Pemeriksaan gradasi ini dimaksudkan untuk mengetahui prosentase butiran atau untuk mengetahui kehalusan butiran (Fineness Modulus), karena ukuran butiran agregat dapat mempengaruhi :

- Perbandingan air dan semen yang dibutuhkan - sebagai contoh : semakin halus agregat, semakin banyak semen dan air yang dibutuhkan.
- Terjadinya pemisahan.

Jadi sangat penting agar keseragaman ukuran agregat dijaga agar tetap sama selama pembuatan beton. Ukuran dan keseragaman agregat halus jauh lebih penting dari pada ukuran agregat kasar. Untuk menentukan distribusi besar butir agregat halus dilakukan dengan mengambil sampel uji abu

batu yang telah kering oven sebanyak \pm 1000gram dan disebut A gram, kemudian diayak dengan ayakan yang paling atas dari suatu susunan ayakan No. 4, No.8, No.14, No.28, No.48, No.160, dan pan : kemudian ayakan itu digoyang-goyangkan dengan mesin pengayak selama \pm 15 menit atau dengan tenaga manusia. Jumlah total contoh yang tertahan dan tidak lolos padasemua ayakan disebut EW. Persentase agregat yang tertahan pada setiap ayakan atau saringan adalah $W/EW * 100 \%$ dan jumlah komulatif nilai persentase tersebut untuk semua saringan dan dipakai sebagai pengurang dengan 100% untuk mendapatkan persentase komulatif agregat yang melewati ayakan dapat dibuat suatu gambar kurva gradasi yang sejenis menurut standar Inggris (BS) seperti yang telah ditunjukkan pada tabel II - 4.5. dalam Bab II. Dengan menambahkan semua persentase komulatif dari agregat yang tertahan (tidak termasuk No. 200 dan pan) dibagi dengan angka 100, maka nilai modulus kehalusan dapat diketahui. Standar-modulus kehalusan agregat halus untuk beton adalah = 2,1 --- 3,4.

Hasil perhitungan dan pemeriksaan terdapat pada tabel III - 1 dan lampiran.

3.3. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Pemeriksaan karakteristik agregat kasar dalam penelitian ini menggunakan dua macam agregat kasar yaitu: agregat alam (kerikil) dan agregat buatan (batu pecah hasil Stone Crusher PT. CIKAL). Dalam tulisan ini kami hanya menyajikan pemeriksaan secara umum untuk kedua macam agregat adalah sama kecuali pada pemeriksaan Abrasion Test (Pemeriksaan keausan), penulis hanya melakukan pemeriksaan pada agregat alam (kerikil alam) sedang pada agregat buatan tidak dilakukan pemeriksaan abrasi test sebab batu pecah secara otomatis sudah memenuhi standar abrasi mengingat sudah melalui proses pemecahan dengan mesin pemecah batu. Dengan kekokohan agregat buatan sehingga berhasil lolos pada pemecahan batu (Stone Crusher), dan tidak menjadi abu batu.

3.3.1. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan ini untuk mengetahui kadar lumpur yang ada pada agregat kasar. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan sampel uji yang kering udara di oven selama 24 jam lalu ditimbang, sebanyak \pm 1500 gram disebut A Gram. Kemudian sampel uji ini dituangkan ke dalam wadah lalu ditambahkan air kemudian dicuci secara merata, dengan menggunakan airnya melalui saringan 0,074-mm, dan tetap dijaga agar agregat tidak ikut terpercik. Masukkan air pencuci baru ulangi

pekerjaan tersebut sampai air cucian jernih. Kemudian sampel uji tersebut dimasukkan kedalam oven dengan suhu $\approx 105^{\circ}\text{C}$ sampai berat konstan, berat kering tersebut disebut berat B gram. maka kadar lumpur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{\text{Berat(A)} - \text{Berat (B)}}{\text{Berat (A)}} * 100\%$$

dimana :

A = Berat kering sebelum dicuci

B = Berat kering setelah di cuci

Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel III - 2 - dan lampiran.

3.3.2. Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air dimaksudkan untuk menentukan kadar air dari agregat dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang di kandung agregat dengan berat semula. Pemeriksaan ini untuk menyesuaikan berat takaran beton apabila terjadi perubahan kadar kelembaban. Untuk percobaan ini digunakan berat contoh minimum tergantung dari ukurannya dengan batasan sebagai berikut :

Ukuran max 5,08 mm (1/5"), 6,35 mm (1/4"), 9,5 mm, (3/8"), 12,7 mm (1/2"), 19,1 mm (3/4") ,

25,4 mm (1"), 38,0 mm (1^{1/2}"), Kadar air agregat yang diuji dengan menggunakan sampel uji sebanyak ± 1500 gram (ukuran maksimum 1^{1/2}") dan disebut A gram. Sampel uji tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu (160 ± 5)°C sampai berat konstan. Berat ini disebut B gram, maka kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{(C - D)}{C} * 100 \%$$

di mana :

C = Berat sampel uji = B - A

D = Berat kering sampel uji

A = Berat wadah (tempat sampel)

B = Berat tempat + sampel uji

Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel III - 2 dan lampiran.

3.3.3. Pemeriksaan Berat Jenis

Untuk menentukan berat jenis (specific gravity) dari agregat kasar maka diperlukan sejumlah sampel uji dalam keadaan SSD. Pemeriksaan terhadap berat jenis dan absorpsi atau kondisi kering permukaan suatu contoh dilakukan dengan menggunakan sampel uji alamiah dan sampel uji buatan atau kering oven sebanyak ± 5000 gram kemudian-

direndam dalam air selama 24 jam. Kemudian dikeringkan kain lap sehingga mencapai keadaan SSD lalu ditimbang dan disebut A gram. Setelah itu sampel uji ditimbang bersama keranjang yang direndam dalam air pada suhu 25°C. Kemudian sampel uji dikeringkan dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu (110 °C), sampai beratnya konstan lalu ditimbang. Untuk menghitung berat jenis dapat dilihat pada rumus di bawah ini :

$$\begin{array}{l}
 \text{Berat jenis semu (apparent)} : \frac{C}{C - B} \\
 \text{Berat jenis (bulk)} : \frac{C}{A - B} \\
 \text{Berat jenis SSD} : \frac{A}{A - B} \\
 \text{Penyerapan (absorpsi)} : \frac{A - C}{C} * 100 \%
 \end{array}$$

Di mana :

A : Berat sampel uji pada kondisi SSD

B : Berat sampel uji pada kondisi SSD di air

C : Berat sampel uji oven di udara

Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel III - 2 dan lampiran.

3.3.4. Pemeriksaan Berat Volume

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat volume agregat kasar alamiah dan buatan.

Pemeriksaan berat volume berdasarkan berat satuan, dilakukan dengan memasukkan benda uji ke dalam wadah tersebut sampai penuh. Berat wadah tersebut A gram, sedang berat wadah ditambah dengan benda uji disebut B gram.

Sedangkan pemeriksaan pada kondisi padat dilakukan dengan memasukkan sampel uji ke dalam wadah dengan tiga lapis, setiap lapis disentakkan kelantai dengan tinggi sentakan 5 cm agar diperoleh volume padat, demikian dilakukan sampai tiga lapis dan setiap lapis disentakkan sebanyak 50 kali sentakan. Setelah penuh permukaannya diratakan dengan tongkat perata yang (diameter 15mm, panjang 60 cm dengan bulat yang terbuat dari baja tahan karat) lalu ditimbang. Untuk pemeriksaan ini dilakukan berulang kali dan diambil rata-ratanya.

Untuk perhitungan dipakai rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat Volume (unit weight)} : \frac{D}{A}$$

di mana :

A : Volume alat Unit Weight yang berbentuk silinder kapasitas 10000 gram

B : Berat alat unit weight

C : Berat alat unit weight + sampel uji

D : Berat sampel uji (C - B)

Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel III - 2 - dan lampiran.

3.3.5. Pemeriksaan Gradasi

Ukuran dan gradasi dari agregat ditentukan dengan cara penyaringan. Ukuran maksimum gradasi agregat selalu dapat dikontrol dengan menggunakan spesifikasi yang menentukan pembagian ukuran butir-butir yang khusus dipakai untuk bahan agregat beton.

Gradasi adalah sangat penting karena pengaruh terhadap pembagian-pembagian relatif dari agregat, sedangkan pembagian jumlah agregat halus atau agregat kasar mempunyai pengaruh terhadap sifat pengerjaan, penyusutan, kepadatan serta ekonomisnya beton. Pemeriksaan analisa ayakan dilakukan terhadap benda uji yang telah dikeringkan pada suhu 105°C dan banyaknya sampel uji digunakan kira-kira sesuai dengan diameter agregat seperti yang terdapat pada ukuran butir maksimum dan berat contoh yang akan diuji.

Ukuran maksimum : $2\frac{1}{2}$ " , $1\frac{1}{2}$ " , 1" , $\frac{3}{4}$ " , $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{8}$ " , $\frac{3}{16}$ ". Sampel uji yang diambil sesuai dengan ukuran butir maksimumnya ditimbang dan di-

sebut A gram. Sampel uji tersebut ditaruh pada ayakan paling atas dari ukuran ayakan : 38 mm, 25,4mm, 19,1 mm, 15,9mm, 9,5mm 4,75 mm, kemudian dengan mesin penggetar atau dengan tenaga manusia diayak sampai masing-masing butir tertahan sesuai dengan ukuran butiran. Agregat yang tersisa diatas ayakan ditimbang dan disebut W gram. Jumlah total agregat yang tersisa pada semua ayakan disebut EW. Persentase bahan yang tersisa pada setiap ayakan adalah $W/EW * 100 \%$. Dengan menggunakan angka kumulatif persen agregat terhadap sisa dalam ayakan dengan 100 % dapat dibuat kurva gradasinya. Kurva gradasi diperoleh dan dibandingkan dengan kurva gradasi standar Inggris (BS) seperti telah ditunjukkan pada tabel II - 4 dalam Bab II.

Hasil pemeriksaan terhadap gradasi agregat kasar kerikil alam dan kerikil buatan terdapat pada tabel III - 2 dan tabel III - 3 dan lampiran.

3.3.6. Pemeriksaan Keausan (Abration Test)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar alamiah terhadap keausan butiran dengan menggunakan mesin Los Angeles. Keausan ini dinyatakan dengan perbandingan antara berat sampel uji yang aus (lolos pada saringan No. 12) terhadap berat semula.

Dalam pemeriksaan ini digunakan mesin los angeles yang terdiri dari selinder baja yang tertutup pada kedua sisinya. Sisi slinder berlubang yang dapat ditutup dan dibuka untuk memasukkan sampel uji dan bola-bola baja. Jumlah bola baja yang dipakai tergantung pada besar butir dan banyaknya agregat seperti tercantum dalam tabel II - 12. Pemeriksaan keausan (kekerasan) dilakukan dengan menggunakan benda uji sebanyak ± 5000 gram, Berat tersebut adalah A gram. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam Los angeles, kemudian diputar sebanyak 1000 kali lalu sampel uji tersebut dikeluarkan dan diayak dengan ayakan No. 12, sampel uji yang tertahan diatas ayakan ditimbang dan beratnya adalah B gram, maka :

$$\text{Persentase butir-butir lunak} : \frac{B}{A} * 100 \%$$

$$\text{Keausan (abrasi)} : \frac{A - B}{A} * 100 \%$$

di mana :

A :Berat mula-mula sampel uji

B :Berat sesudah diputar (tertahan pada saringan Nomor 12)

Hasil pemeriksaan keausan terdapat pada tabel III - 2 dan lampiran.

3.4. Perencanaan Campuran Beton

Tujuan perencanaan campuran beton adalah untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan agregat kasar serta air yang memenuhi persyaratan berikut ini :

- Kekuatan tekan yaitu kuat yang dapat dicapai pada umur yang ditentukan (28 hari) harus memenuhi persyaratan yang diberikan oleh perencana konstruksi.
- Pengerjaan (workability) yaitu campuran beton yang dibuat harus dapat diaduk dengan mudah, diangkut, dicor dan juga dipadatkan.
- Keawetan (durability) yaitu beton harus tahan terhadap serangan dan pengaruh lingkungannya, dimana sifat awet ini berhubungan erat dengan kekuatan tekan beton
- Pada penyelesaian akhir dari beton harus mempunyai permukaan yang mulus.

Dengan rencana campuran yang ada, tujuan selanjutnya adalah penggunaan bahan-bahan produksi lokal, yang biasanya lebih murah daripada agregat yang diimpor atau yang didatangkan dari daerah lain.

Tabel: III - 1. Hasil Perhitungan dan Pemeriksaan
Agregat Halus (Debu Batu).

No.	Uraian Pemeriksaan	Agregat Halus (Dust)	
		Standard	Tidak Standard
1.	Kadar Organik (standar warna)	No.	No.
2.	Kadar lumpur (%)	2,07	17,05
3.	Kadar air (%)	3,16	2,04
4.	Berat volume		
	- Padat (kg/cm^3)		
	- Lepas (kg/cm^3)	1,26	1,43
5.	Berat Jenis		
	- Berat jenis SSD	2,61	2,62
	- Absorpsi (%)	3,26	1,92
6.	Analisa saringan		
	- Daerah	Zone 1	Zone 2
	- Modulus (FM)	3,0423	2,903

Tabel: III - 2. Hasil Perhitungan dan Pemeriksaan
Agregat Kasar Kerikil & Pt. Pecah.

No.	Uraian Pemeriksaan	Agregat Kasar	
		Kerikil	Pt. Pecah.
1.	Kadar Lumpur (%)	0,556	0,709
2.	Kadar air (%)	3,807	1,338
3.	Berat Volume		
	- Padat (kg/cm^3)	1,778	1,501
4.	Berat Jenis		
	- Berat jenis SSD	2,595	2,588
	- Absorpsi (%)	2,657	2,911
5.	Analisa saringan		
	- Ukuran Maximum	38,10 (40mm)	38,1 mm
6.	* Abrasi/Keausan (%)	26,26	-

3.4.1. Data-data Perencanaan

Dalam perencanaan campuran beton diperlukan data-data perencanaan yang lengkap, apakah itu berdasarkan data otentik atau berdasarkan data percobaan pendahuluan yang telah dilakukan di-laboratorium.

a. Semen

Digunakan produksi PT. Semen Tonasa dengan jenis semen type I, data disesuaikan dengan data-data otentik yang dispesifikasikan oleh PT. Semen Tonasa.

b. Air

Air yang digunakan adalah air sumur bor yang telah di standarkan dengan air PDAM.

c. Agregat Halus (Abu batu)

Abu batu yang digunakan berasal dari produksi Crusher PT. CIKAL yang berlokasi pada poros jalan raya Malino, kecamatan Bontomarranu Kabupaten Gowa, yang mana data dari abu batu tersebut sesuai dengan hasil pemeriksaan dilaboratorium.

Data abu batu tersebut setelah melalui proses pencucian sebagai berikut :

- Abu batu produksi PT. CIKAL

Jenis Agregat halus : Buatan

Berat jenis (SSD)	: 2,609
Kadar air	: 3,162 %
Absorption	: 3,264 %
Fine Modulus (FM)	: 3,0423
Berat Volume (δ)	: 1,2635
Grading	: Zone 1.

d. Agregat Kasar (kerikil alam)

Seperti halnya agregat halus, maka data untuk agregat kasar dapat dilihat pada tabel III - 2.

Data perencanaan campuran beton sebagai berikut :

- Kerikil alam asal Bili-Bili

Jenis kerikil	: Alami
Diameter maksimum	: 38 mm
Fine Modulus (FM)	: 7,22
Berat jenis (GS)	: 2,595
Berat Volume (δ)	: 1,778 gr/cm ³
Absorption	: 2,657 %
Kadar air	: 2,586 %

Untuk lebih jelasnya hasil pemeriksaan agregat halus dan kasar pada tabel III - 1 dan tabel tabel III - 2 dan lampiran.

3.4.2. Perhitungan Perencanaan Campuran Beton

Dalam perhitungan proporsi campuran beton digunakan material buatan agregat halus (abu batu produksi PT. CIKAL dengan target campuran mutu beton K 225.

1. Kekuatan tekan karakteristik yang direncanakan adalah mutu beton K 225.
2. Penentuan kekuatan tekan rencana

$$\sigma_{bm}' = \sigma_{bk}' + k.Sr$$

Dari grafik II - 9 memberikan gambaran tentang batas standar deviasi yang dapat digunakan di Indonesia yaitu antara 40 s/d 100.

Dalam perencanaan ini diambil 70 kg/cm².

Untuk harga k disesuaikan dengan ketentuan PBI 1971 yang menentukan persentase defektif sebesar 5 % sehingga K = 1,64.

$$\begin{aligned} \sigma_{bm}' &= \sigma_{bk}' + 1,64 * S \\ &= 225 + 1,64 * 70 \\ &= 339,8 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

3. Penentuan nilai faktor air semen

Sesuai kondisi di Indonesia maka faktor air semen optimum berkisar antara 0,50 - 0,60 - seperti yang terlihat pada tabel II - 2 dan grafik II - 10.

Dari tabel II - 9 dapat diketahui perkiraan-

kekuatan tekan beton dengan faktor air bebas / semen 0,50.

Untuk semen type I dan jenis agregat alami - diperoleh perkiraan untuk $w/c = 0,50$ kekuatan pada umur 28 hari = 400 kg/cm^2 .

Untuk $\sigma_{bm}' = 339,8 \text{ kg/cm}^2$ diperoleh nilai $w/c = 0,56$ dari grafik II - 10.

4. Penentuan nilai slum disesuaikan dengan jenis pekerjaan beton, seperti yang terlihat pada tabel II - 1.

Dalam perencanaan ini diambil nilai slum antara 2,5 - 15,0 cm dari tabel II - 1.

5. Penentuan kadar air bebas dapat dilihat pada tabel II - 10 . Untuk agregat kasar maksimum 38 mm jenis agregat kerikil alami diperlukan air sebanyak 160 kg/m^3 serta slum 2,5-15,0cm
6. Menentukan jumlah semen

$$\begin{aligned} w/c = 0,56 &= 160/c * 0,56 \\ c &= 285,714 \text{ kg/m}^3 \text{ dibulatkan} \\ &= 286 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Kemudian kita bandingkan dengan kadar semen minimum pada tabel II - 2.

7. Penentuan prosentase agregat halus dan agregat kasar dalam agregat gabungan. Penggabungan agregat dilakukan untuk mengetahui perbandingan agregat kasar dan halus dalam campuran beton.

Tabel:III --3 Perhitungan penggabungan agregat kasar dan agregat halus :

Ayakan (mm)	Y1 Abubatu (%)Pass	Y2 Kerikil (%)Pass	Abubatu (%) a1	Kerikil (%) a2
38,00	100	100	-	-
37,50	100	99,59	-	-
25,40	100	69,30	-23,77	47,88
19,10	100	48,30	12,96	51,64
15,90	100	39,10	3,12	49,09
9,50	100	20,10	18,64	49,93
4,75	99,59	7,20	19,26	40,91
2,36	72,26	2,40	22,33	53,82
1,20	43,39	0	29,75	80,09
0,60	26,30	0	30,41	114,86
0,30	10,27	0	38,94	175,25
0,15	5,47	0	0,00	146,09

Formula yang digunakan : $Y = a * Y1 + b * Y2$

Dimana: Y1 = prosentase komulatif yang lolos dari pasir atau abu batu

Y2 = prosentase komulatif yang lolos dari kerikil (batu bulat).

$$\bar{y} = a * Y1 + (1 - a1) * Y2$$

Untuk ayakan # 38,00 diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 100$$

$$95 = 100 a_1 + 100 - 100a_1$$

$$95 - 100 = 100a_1 - 100a_1$$

$$a_1 = 0 \%$$

$$100 = 100a_2 + 100 - 100a_2$$

$$100 - 100 = 100a_2 - 100a_2$$

$$a_2 = 0 \%$$

Untuk ayakan # 37,50 diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 99,59$$

$$90 = 100a_1 + 99,59 - 99,59a_1$$

$$90 - 99,59 = 100a_1 - 99,59a_1$$

$$a_1 = -2339,0 \text{ atau } = 0 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 99,59$$

$$97 = 100 a_2 + 99,59 - 99,59 a_2$$

$$97 - 99,59 = 100 a_2 - 99,59 a_2$$

$$a_2 = -631,70 \text{ atau } = 0 \%$$

Untuk ayakan # 25,40 diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 69,30$$

$$62 = 100 a_1 + 69,30 - 69,30 a_1$$

$$62 - 69,30 = 100 a_1 - 69,30 a_1$$

$$a_1 = -23,77 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 69,30$$

$$84 - 69,30 = 100 a_2 - 69,30 a_2$$

$$a_2 = 47,88 \%$$

Untuk ayakan # 19,10 diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 48,30$$

Untuk ayakan # 19,10 diperoleh :

$$\begin{aligned}\bar{y} &= a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 48,30 \\ 55 &= 100 a_1 + 48,30 - 48,30 a_1 \\ 55 - 48,30 &= 100 a_1 - 48,30 a_1\end{aligned}$$

$$a_1 = 12,96 \%$$

$$\begin{aligned}\bar{y} &= a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 48,30 \\ 75 - 48,30 &= 100 a_2 - 48,30 a_2 \\ a_2 &= 51,64 \%\end{aligned}$$

Untuk ayakan # 15,90 mm diperoleh :

$$\begin{aligned}\bar{y} &= a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 39,10 \\ 41 &= 100 a_1 + 39,10 - 39,10 a_1 \\ 41 - 39,10 &= 100 a_1 - 39,10 a_1 \\ a_1 &= 3,12 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{y} &= a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 39,10 \\ 69 &= 100 a_2 + 39,10 - 39,10 a_2 \\ 69 - 39,10 &= 100 a_2 - 39,10 a_2 \\ a_2 &= 49,09 \%\end{aligned}$$

Untuk ayakan # 9,50 mm diperoleh :

$$\begin{aligned}\bar{y} &= a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 20,10 \\ 35 &= 100 a_1 + 20,10 - 20,10 a_1 \\ 35 - 20,10 &= 100 a_1 - 20,10 a_1 \\ a_1 &= 18,64 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{y} &= a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 20,10 \\ 60 &= 100 a_2 + 20,10 - 20,10 a_2 \\ 60 - 20,10 &= 100 a_2 - 20,10 a_2 \\ a_2 &= 49,93 \%\end{aligned}$$

Untuk ayakan # 4,75 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 99,59 + (1 - a_1) \cdot 7,20$$

$$25 = 99,59 a_1 + 7,20 - 7,20 a_1$$

$$25 - 7,20 = 99,59 a_1 - 7,20 a_1$$

$$a_1 = 19,26 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 99,59 + (1 - a_2) \cdot 7,20$$

$$= 99,59 a_2 + 7,20 - 7,20 a_2$$

$$45 - 7,20 = 99,59 a_2 - 7,20 a_2$$

$$a_2 = 40,91 \%$$

Untuk ayakan # 2,36 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 72,266 + (1 - a_1) \cdot 2,40$$

$$18 = 72,266 a_1 + 2,40 - 2,40 a_1$$

$$18 - 2,40 = 72,266 a_1 - 2,40 a_1$$

$$a_1 = 22,33 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 72,266 + (1 - a_2) \cdot 2,40$$

$$40 = 72,266 a_2 + 2,40 - 2,40 a_2$$

$$40 - 2,40 = 72,266 a_2 - 2,40 a_2$$

$$a_2 = 53,82 \%$$

Untuk ayakan # 1,20 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 43,6972 + (1 - a_1) \cdot 0$$

$$13 = 43,6972 a_1 + 0$$

$$a_1 = 29,75 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 43,6972 + (1 - a_2) \cdot 0$$

$$35 = 43,6972 a_2$$

$$a_2 = 80,09 \%$$

Untuk ayakan # 0,60 mm diperoleh :

Untuk ayakan # 0,60 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 26,3013 + (1 - a_1) \cdot 0$$

$$8 = 26,3013 a_1 + 0$$

$$a_1 = 30,41 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 26,3013 + (1 - a_2) \cdot 0$$

$$30 = 26,3013 a_2 + 0$$

$$a_2 = 114,86 \%$$

Untuk ayakan # 0,30 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 10,2708 + (1 - a_1) \cdot 0$$

$$4 = 10,2708 a_1 + 0$$

$$a_1 = 38,94 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 10,2708 + (1 - a_2) \cdot 0$$

$$18 = 10,2708 a_2 + 0$$

$$a_2 = 175,25 \%$$

Untuk ayakan # 0,15 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 5,476 + (1 - a_1) \cdot 0$$

$$0 = 5,476 a_1 + 0$$

$$a_1 = 0 \%$$

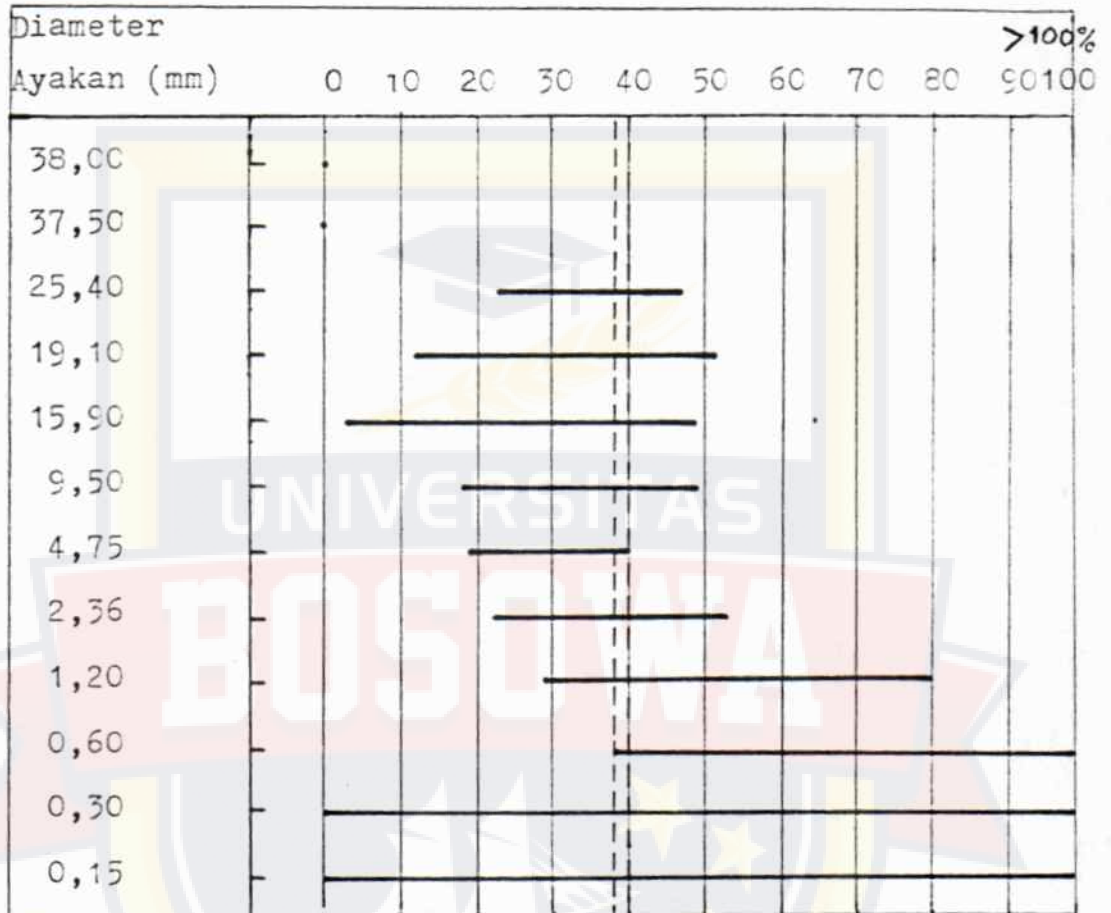
$$\bar{y} = a_2 \cdot 5,476 + (1 - a_2) \cdot 0$$

$$8 = 5,476 a_2 + 0$$

$$a_2 = 146,09 \%$$

Gambar: III - 1

BARChart PENGABUNGAN AGREGAT DUST DAN KERIKIL



38,0 % < A < 40,0 %

Catatan :

- Dari bar hart di atas diperoleh daerah yang baik 38,0 %. atau 40,0 %
- Proporsi agregat halus = $(38,0 + 40,0) \% : 2$
= 39,0 %
- Proporsi agregat kasar = $100 \% - 39,0 \%$
= 61 %

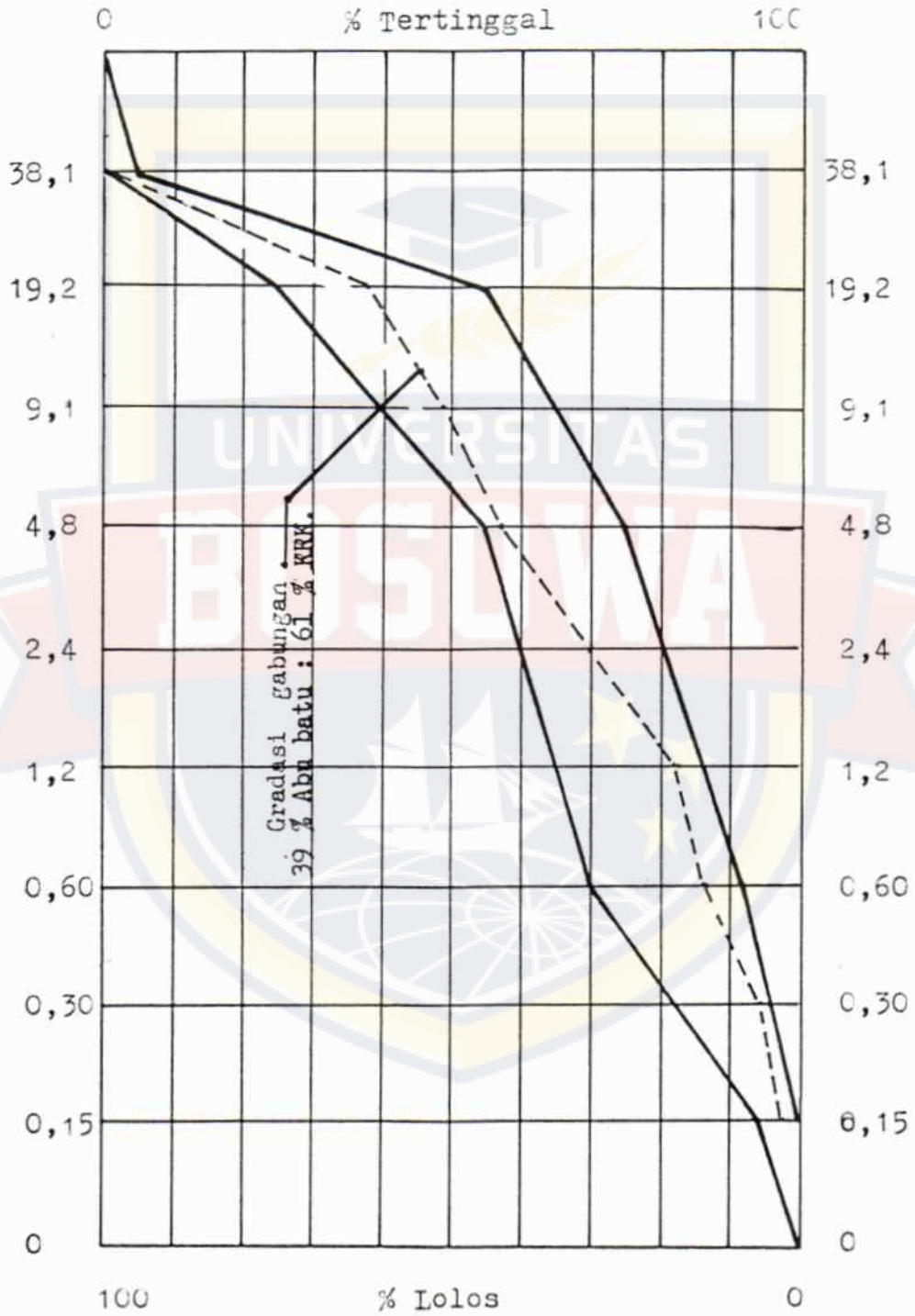
Tabel : III - 4.

Penggabungan Agregat Halus dan Agregat Kasar (kerikil bulat) dengan perbandingan 39,0 % Debu batu dan 61,0% Batu bulat.

Ayakan (mm)	Agregat Halus	Agregat Kasar	Gabungan Agre.Halu & Agre. Kasar. 39,0% Debu batu + 61,0% Kerikil		
	% Pass.	% Pass.	39 % Pass.	61 % Pass.	%Pass Agr.Gab.
38,10	100	100	39	61	100
37,50	100	99,59	39	60,75	99,75
25,40	100	69,30	39	42,27	81,27
19,10	100	48,30	39	29,46	68,46
15,90	100	39,10	39	23,85	62,85
9,50	100	20,10	39	12,26	51,26
4,75	99,59	7,20	38,84	4,39	43,23
2,36	72,26	2,40	28,18	1,46	29,64
1,20	43,39	0	16,92	0	16,92
0,60	26,30	0	10,25	0	10,25
0,30	10,27	0	4,01	0	4,01
0,15	5,47	0	2,13	0	2,13

Gambar : III - 2

Lengkung Ayakan Agregat Gabungan Abu batu dan Kerikil.



8. Penentuan berat jenis agregat gabungan =
 (% Pasir)*(Bj Pasir) + (% Kerikil)*(Bj Kerikil).

$$= 0,39 * 2,609 + 0,61 * 2,595$$

$$= 2,6004 \text{ dibulatkan} = 2,60$$

9. Penentuan Berat Volume Beton Basah

Dari grafik II - 11 diperoleh untuk :

$$\text{Kadar air bebas} \quad : 160 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Bj agregat gabungan} \quad : 2,60$$

$$\text{Didapat B.V beton basah} \quad : 2400 \text{ kg/m}^3$$

10. Jumlah penggunaan agregat beton /m³

B.V. Beton Basah - Kadar air - Kadar semen.

$$= 2400 - 160 - 286$$

$$= 1954 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kadar pasir} = 0,39 * 1954$$

$$= 762,06 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kadar kerikil} = 0,61 * 1954$$

$$= 1191,94 \text{ kg/m}^3$$

11. Diperlukan koreksi, hal ini diperlukan adanya daya absorpsi agregat, sedangkan pada perhitungan di atas berat agregat diperhitungkan dalam kondisi agregat SSD.

Koreksi pasir :

a. Agregat halus, berat = 762,06 kg/m³

$$\text{Kadar air (Wp)} = 10,85 \%$$

$$\text{Absorpsi (rp)} = 3,264 \%$$

- b. Agregat kasar, berat = 1191,94 kg/m³
 Agregat kasar dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan kerikil alam (bulat).

KOREKSI :

- a. Agregat Halus (Pasir).

$$\begin{aligned} & \text{Berat Pasir (SSD)} \\ & = \frac{\text{---}}{\text{---}} \\ & \quad (100 + r_p) \% (100 - W_p) \% \\ & = \frac{762,06}{(100 + 3,2645) \% (100 - 10,85) \%} \\ & = 827,78 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- b. Agregat kasar (kerikil bulat) tidak dikoreksi karena dalam pelaksanaan agregat kasar dalam keadaan SSD (agregat kasar direndam dalam air selama ± 24 jam lalu dikeringkan permukaannya dengan kain lap).

- c. A i r

$$\begin{aligned} & = 160 + (762,06 - 827,78) \\ & = 160 + (-65,72) \\ & = 94,28 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- d. S e m e e n

$$= 286 \text{ kg/m}^3$$

Jadi berat masing-masing material untuk 1 m^3 -
beton setelah dikoreksi :

$$\text{- Pasir/ Abu batu} = 827,78 \text{ kg/m}^3.$$

$$\text{- Kerikil} = 1191,94 \text{ kg/m}^3.$$

$$\text{- A i r} = 94,28 \text{ kg/m}^3.$$

$$\text{- Semen} = 286,00 \text{ kg/m}^3.$$

12. Kebutuhan material untuk adukan beton 20 slinder
ukuran diameter 15cm * tinggi 30 cm.

$$= 1/4 \cdot 3,14 \cdot 0,15 \cdot 0,15 \cdot 0,30 \cdot 20 \text{ slinder}$$

$$= 0,105975 \text{ m}^3$$

$$\text{Pasir} = 1,3 (0,105975 \cdot 827,780)$$

$$= 114,0412 \text{ kg}.$$

$$\text{Kerikil} = 1,3 (0,105975 \cdot 1191,940)$$

$$= 164,2106 \text{ kg}.$$

$$\text{Air} = 1,3 (0,105975 \cdot 94,280)$$

$$= 12,9887 \text{ kg}.$$

$$\text{Semen} = 1,3 (0,105975 \cdot 286)$$

$$= 39,4015 \text{ kg}.$$

3.4.1.1. Perencanaan Campuran Beton

Data - Data Perencanaan

a. Semen

Digunakan produksi PT. Semen Tonasa dengan jenis semen type I.

b. Air

Air yang digunakan adalah air sumur bor yang telah distandarkan dengan air PDAM.

c. Agregat Halus (Debu Batu)

Data debu batu yang tidak di standarkan (tidak - melalui proses pencucian adalah sebagai berikut:

- Debu batu produksi PT. Cikal

Jenis Agregat halus	: Buatan
Berat volume (γ)	: 1,431 gr/cm ³
Absorption	: 1,924 %
Kadar air	: 2,044 %
Berat jenis (GS)	: 2,617 %
Fine Modulus (FM)	: 2,903
Grading	: zone 2

d. Agregat Kasar (batu pecah)

- Agregat kasar produksi PT. CIKAL

Jenis kerikil	: Batu pecah
Berat volume (γ)	: 1,501 gr/cm ³
Absorption	: 2,911 %
Kadar air	: 1,338 %
Berat jenis (GS)	: 2,588

Fine Modulus (FM)	: 7,305
Maximum zise	: 38,00 mm

3.4.2.1. Perhitungan Perencanaan Campuran Beton

Langkah Perhitungan :

1. Kekuatan tekan karakteristik yang direncanakan - adalah mutu beton K 225.

2. Penentuan kekuatan tekan rencana

$$\begin{aligned}\sigma_{bm}' &= \sigma_{bk}' + k \times S_r \\ &= 225 + 1,64 \times 70 \\ &= 339,8 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{dibulatkan} = 340 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

3. Menentukan nilai faktor air semen

Dari tabel II - 9 dapat diketahui perkiraan ke - kuatan tekan beton yang akan dicapai pada umur - 28 hari adalah 450 kg/cm^2 dengan faktor air be - bas / semen 0,50. Type semen I dan jenis agregat kasar batu pecah. Nilai kekuatan tekan digambar - kan pada sumbu Y pada grafik II - 10 . Untuk har - ga kekuatan tekan rata-rata $\sigma_{bm}' = 340 \text{ kg/cm}^2$ di - peroleh nilai faktor air semen = 0,60.

4. Penentuan nilai slump disesuaikan dengan jenis - pekerjaan beton, seperti yang terlihat pada ta - bel II - 1. Dalam perencanaan ini diambil nilai slump antara 2,5 - 15,0 cm dari tabel II - 1.

5. Penentuan kadar air bebas dapat dilihat pada ta - bel II - 10. Untuk agregat kasar dengan ukuran - maximum 38,00 mm berupa batu pecah, diperlukan -

air sebanyak 190 kg/m^3 dan agregat alami dibutuhkan kadar air bebas sebanyak 160 kg/m^3 .

Dengan persamaan :

$$W_b = \frac{2}{3} W_f + \frac{1}{3} W_c$$

di mana :

W_f = perkiraan air bebas agregat halus alami

W_c = perkiraan air bebas agregat kasar (batu pecah).

$$W_b = \frac{2}{3} * 160 + \frac{1}{3} * 190$$

$$= 170 \text{ kg/m}^3$$

6. Menentukan kadar semen

$$w/c = 0,60 = 170/c * 0,60$$

$$c = 283,33 \text{ kg/m}^3 \text{ dibulatkan}$$

$$= 283,0 \text{ kg/m}^3$$

Kemudian kita bandingkan dengan kadar semen minimum pada tabel II - 2.

7. Penentuan prosentase agregat halus dan agregat kasar dalam agregat gabungan. Dari perhitungan penggabungan agregat kasar batu pecah dan agregat halus (debu batu) diperoleh hasil penggabungan masing-masing :

- Agregat kasar batu pecah = 63,00 %

- Agregat halus (debu batu) = 37,00 %

Cara perhitungan penggabungan agregat terlampir.

Tabel : III - 5.

Penggabungan Agregat Kasar Batu pecah Untuk memperoleh Spesifikasi agregat kasar yang memenuhi syarat.

Ayakan (mm)	Agregat	Agregat	Agregat	Agregat Kasar Gab.			
	Kasar.1	Kasar.2	Kasar.3	20%(1)+30%(30)+50%(3)			100 %
	% Pass (1)	% Pass (2)	% Pass (3)	% Pass (4)	% Pass (5)	% Pass (6)	% Pas (7)
38,10	100	100	100	20	30	50	100
37,50	100	100	99,71	20	30	49,855	99,85
25,40	100	98,85	49,88	20	29,65	24,940	74,59
19,10	100	76,39	2,56	20	22,92	1,280	44,19
15,90	100	36,30	0,42	20	10,89	0,210	31,10
9,50	97,75	0,88	0	19,55	0,26	0	19,81
4,75	22,30	0,34	0	4,46	0,10	0	4,56
2,36	2,01	0,31	0	0,40	0,09	0	0,49
1,20	0	0	0	0	0	0	0
0,60	0	0	0	0	0	0	0
0,30	0	0	0	0	0	0	0
0,15	0	0	0	0	0	0	0

Tabel : III - 6.

Perhitungan penggabungan agregat kasar batu pecah -
dengan agregat halus debu batu:

Ayakan (mm)	y_1 Abubatu (%) Pass	y_2 Bt. pecah (%) Pass	a_1 Abubatu (%) Pass	a_2 Bt. pecah (%) Pass	Agreg. Gab. %
38,10	100	100	-	-	100
37,50	100	99,85	-	-	99,905
25,40	100	74,59	-	-	83,991
19,10	100	44,19	19,76	55,42	64,844
15,90	100	31,10	14,37	55,01	56,593
9,50	100	19,81	18,93	50,12	49,482
4,75	99,56	4,56	21,51	42,56	39,710
2,36	81,35	0,49	21,65	48,86	30,410
1,20	56,78	0	22,89	61,64	21,008
0,60	37,79	0	21,16	79,57	13,984
0,30	23,08	0	17,32	77,96	8,541
0,15	11,11	0	0	63,02	4,110

Formula yang digunakan : $Y = a * Y_1 + b * Y_2$

Dimana : Y_1 = prosentase kumulatif yang lolos dari -
pada pasir atau debu batu

Y_2 = Prosentase kumulatif yang lolos dari
kerikil (batu pecah).

$$\bar{y} = a_1 * Y_1 + (1 - a_1) * Y_2$$

Untuk ayakan # 38,10 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 100$$

$$95 = 100 a_1 + 100 - 100 a_1$$

$$95 - 100 = 11 a_1 - 100 a_1$$

$$a_1 = 0 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 100$$

$$100 = 100 a_2 + 100 - 100 a_2$$

$$100 - 100 = 100 a_2 - 100 a_2$$

$$a_2 = 0 \%$$

Untuk ayakan # 37,50 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 99,85$$

$$90 = 100 a_1 + 99,85 - 99,85 a_1$$

$$90 - 99,85 = 100 a_1 - 99,85 a_1$$

$$a_1 = -65,66 \% \text{ atau } = 0 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 99,85$$

$$97 = 100 a_2 + 99,85 - 99,85 a_2$$

$$97 - 99,85 = 100 a_2 - 99,85 a_2$$

$$a_2 = -19,655 \% \text{ atau } = 0 \%$$

Untuk ayakan # 25,40 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 74,59$$

$$62 = 100 a_1 + 74,59 - 74,59 a_1$$

$$62 - 74,59 = 100 a_1 - 74,59 a_1$$

$$a_1 = -0,495 \% \text{ atau } = 0 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 74,59$$

$$84 = 100 a_2 + 74,59 - 74,59 a_2$$

$$84 - 74,59 = 100 a_2 - 74,59 a_2$$

$$a_2 = 0,3703 \% \text{ atau } 37,033\%$$

Untuk ayakan # 19,10 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 43,917$$

$$55 = 100 a_1 + 43,917 - 43,917 a_1$$

$$55 - 43,917 = 100 a_1 - 43,917 a_1$$

$$a_1 = 0,1976 \text{ \% atau } 19,76 \text{ \%}$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 43,917$$

$$75 = 100 a_2 + 43,917 - 43,917 a_2$$

$$75 - 43,917 = 100 a_2 - 43,917 a_2$$

$$a_2 = 55,42 \text{ \%}$$

Untuk ayakan # 15,90 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 31,10$$

$$41 = 100 a_1 + 31,10 - 31,10 a_1$$

$$41 - 31,10 = 100 a_1 - 31,10 a_1$$

$$a_1 = 14,368 \text{ \%}$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 31,10$$

$$69 = 100 a_2 + 31,10 - 31,10 a_2$$

$$69 - 31,10 = 100 a_2 - 31,10 a_2$$

$$a_2 = 55,01 \text{ \%}$$

Untuk ayakan # 9,50 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 100 + (1 - a_1) \cdot 19,814$$

$$35 = 100 a_1 + 19,814 - 19,814 a_1$$

$$35 - 19,814 = 100 a_1 - 19,814 a_1$$

$$a_1 = 18,94 \text{ \%}$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 100 + (1 - a_2) \cdot 19,814$$

$$60 = 100 a_2 + 19,814 - 19,814 a_2$$

$$60 - 19,814 = 100 a_2 - 19,814 a_2$$

$$a_2 = 50,1159 \text{ \%}$$

Untuk ayakan # 4,75 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 99,558 + (1 - a_1) \cdot 4,562$$

$$25 = 99,558 a_1 + 4,562 - 4,562 a_1$$

$$25 - 4,562 = 99,558 a_1 - 4,562 a_1$$

$$a_1 = 21,514 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 99,558 + (1 - a_2) \cdot 4,562$$

$$45 = 99,558 a_2 + 4,562 - 4,562 a_2$$

$$45 - 4,562 = 99,558 a_2 - 4,562 a_2$$

$$a_2 = 42,5681 \%$$

Untuk ayakan # 2,36 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 81,348 + (1 - a_1) \cdot 0,495$$

$$18 = 81,348 a_1 + 0,495 - 0,495 a_1$$

$$18 = 0,495 = 81,348 a_1 - 0,495 a_1$$

$$a_1 = 21,65 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 81,348 + (1 - a_2) \cdot 0,495$$

$$40 = 81,348 a_2 + 0,495 - 0,495 a_2$$

$$40 - 0,495 = 81,348 - 0,495 a_2$$

$$a_2 = 48,86 \%$$

Untuk ayakan # 1,20 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 56,78 + (1 - a_1) \cdot 0$$

$$13 = 56,78 a_1 + 0$$

$$a_1 = 22,89 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 56,78 + (1 - a_2) \cdot 0$$

$$30 = 56,78 a_2 + 0$$

$$a_2 = 61,64 \%$$

Untuk ayakan # 0,60 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 37,797 + (1 - a_1) \cdot 0$$

$$8 = 37,797 a_1 + 0$$

$$a_1 = 21,165 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 37,797 + (1 - a_2) \cdot 0$$

$$30 = 37,797 a_2 + 0$$

$$a_2 = 79,37 \%$$

Untuk ayakan # 0,30 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 23,086 + (1 - a_1) \cdot 0$$

$$4 = 23,086 a_1 + 0$$

$$a_1 = 17,3265 \%$$

$$\bar{y} = a_2 \cdot 23,086 + (1 - a_2) \cdot 0$$

$$18 = 23,086 a_2 + 0$$

$$a_2 = 77,9693 \%$$

Untuk ayakan # 0,15 mm diperoleh :

$$\bar{y} = a_1 \cdot 11,108 + (1 - a_1) \cdot 0$$

$$0 = 11,108 a_1 + 0$$

$$a_1 = 0 \%$$

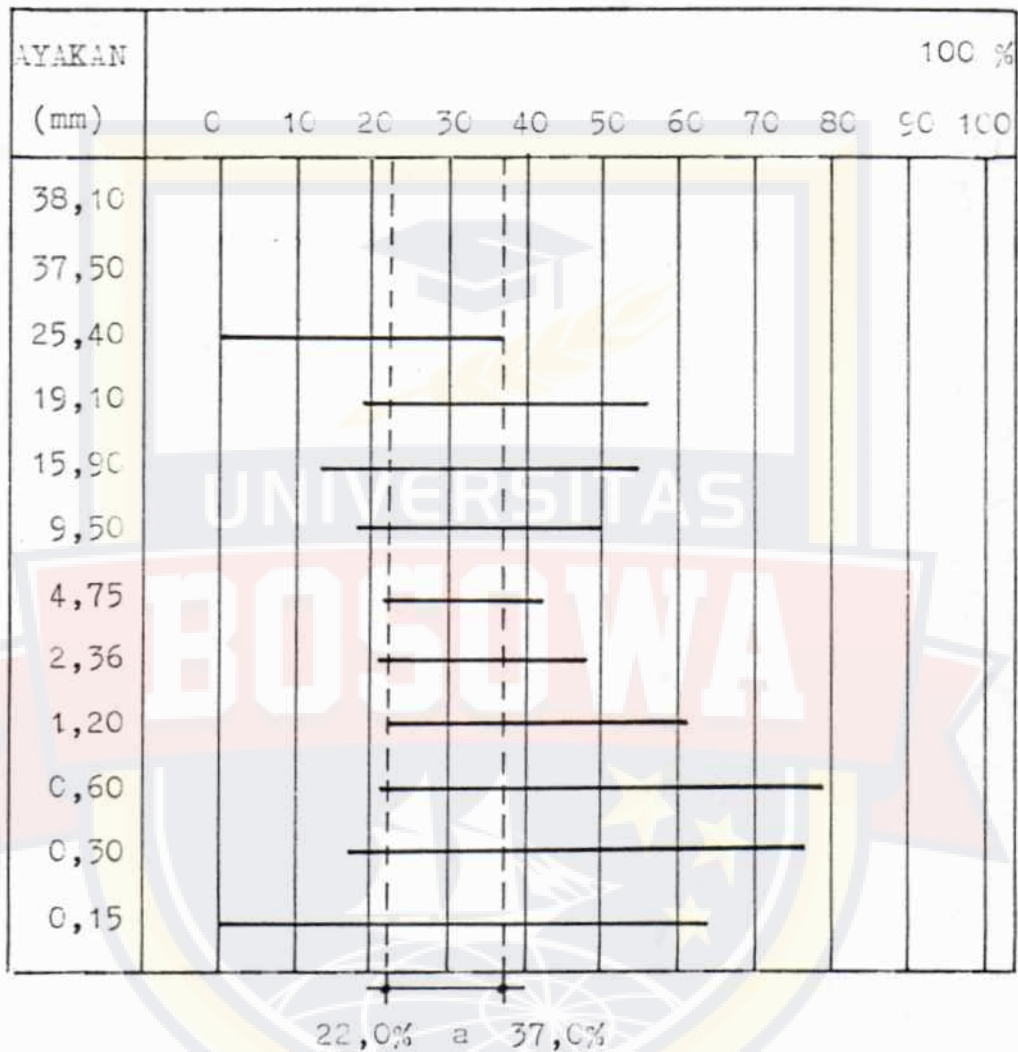
$$\bar{y} = a_2 \cdot 11,108 + (1 - a_2) \cdot 0$$

$$7 = 11,108 a_2 + 0$$

$$a_2 = 63,02 \%$$

Gambar : III - 3.

BARChart PENGGABUNGAN AGREGAT HALUS & AGREGAT KASAR (BATU PECAH).



Catatan :

- Dari barchart di atas diperoleh daerah yang baik adalah 22,0% sampai 37,0%
- Proporsi agregat halus = 37,0 %
- Proporsi agregat kasar = 100 % - 37,0 %
= 63,0 %

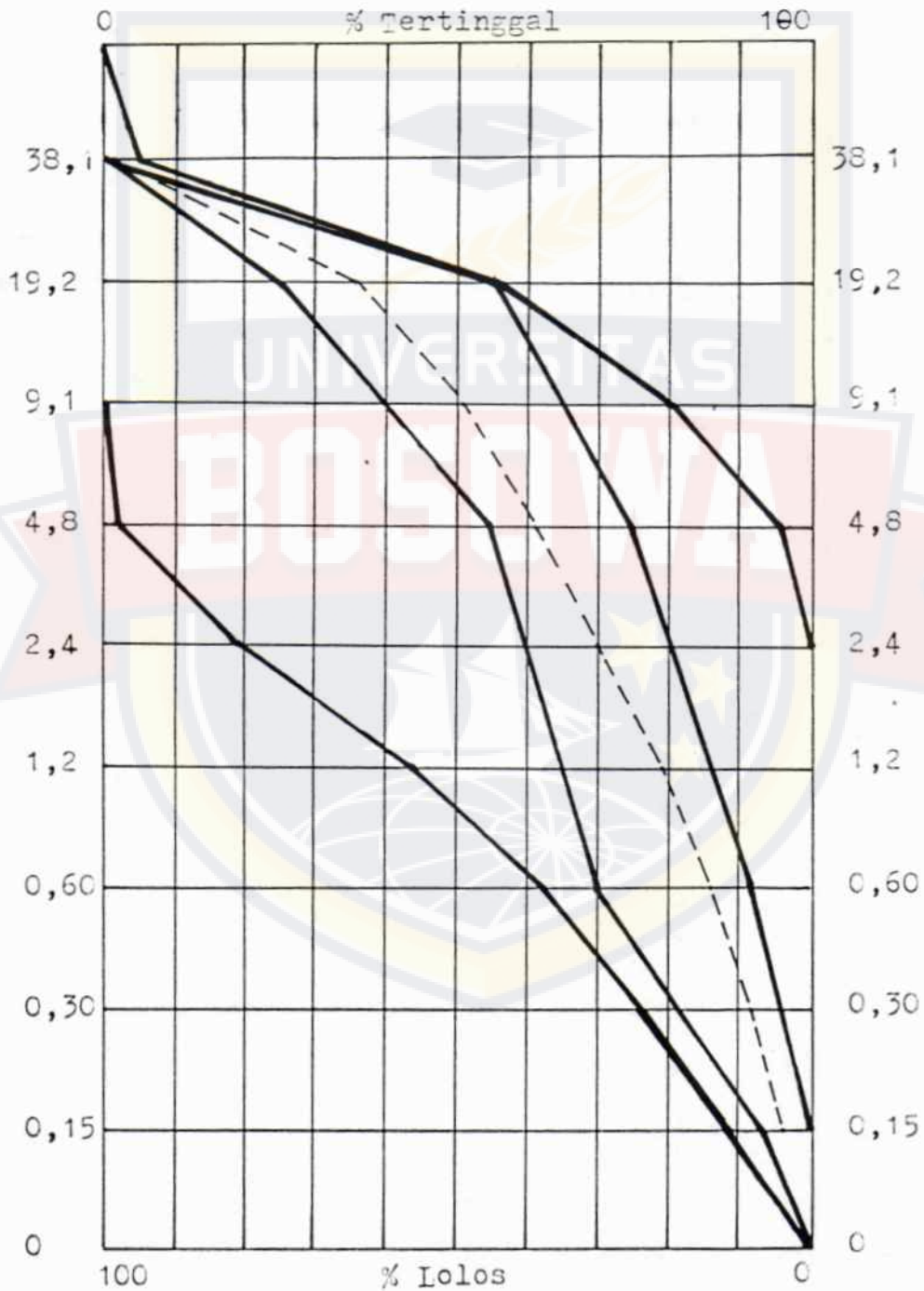
Tabel : III - 7.

Penggabungan Agregat Halus dan Agregat Kasar Dengan Perbandingan 37 % Debu.batu dan 63 % Batu Pecah.

Ayakan (mm)	Agregat Halus	Agregat Kasar	Gabungan Agre.Halus & Agre.Kasar. 37 % Debu batu = 63 % Bt.Pecah		
	% Pass	% Pass	37 % Pass	63 % Pass	% Pass Agre Gabungan.
38,10	100	100	37	63	100
37,50	100	39,85	37	62,905	99,905
25,40	100	74,59	37	46,991	83,991
19,10	100	44,19	37	27,844	64,844
15,90	100	31,10	37	19,593	56,593
9,50	100	19,81	37	12,482	49,482
4,75	99,558	4,56	36,84	2,874	39,710
2,36	81,348	0,495	30,09	0,312	30,410
1,20	56,780	0	21,01	0	21,008
0,60	37,797	0	13,98	0	13,984
0,30	23,086	0	8,54	0	8,541
0,15	11,108	0	4,12	0	4,109

Gambar : III - 4.

Lengkung Ayakan Agregat Gabungan Debu batu dan Batu Pecah Dengan Perbandingan 37 % Debu batu dan 63 % Batu Pecah.



8. Penentuan berat jenis agregat gabungan

$$= (\% \text{ pasir}) * (\text{Bj pasir}) + (\% \text{ Bt Pecah}) * (\text{Bj batu - pecah})$$

$$= (0,37 * 2,617) + (0,63 * 2,588)$$

$$= 2,599 \quad \text{dibulatkan} = 2,60.$$

9. Penentuan berat volume beton basah
 Dari Grafik II - 11 diperoleh untuk :

- Kadar air bebas : 170 kg/m³
- Bj agregat gabungan : 2,60

Didapat berat volume beton basah : 2387,5 kg/m³.

10. Jumlah penggunaan agregat beton /m³

$$= \text{B.V. Beton Basah} - \text{Kadar air} - \text{Kadar semen.}$$

$$= 2387,50 - 170 - 283$$

$$= 1934,50 \text{ kg/m}^3$$

Kadar pasir : 0,37 * 1934,5

$$: 715,765 \text{ kg/m}^3$$

Kadar batu pecah : 0,63 * 1934,5

$$: 1218,735 \text{ kg/m}^3$$

11. Diperlukan koreksi, hal ini diperlukan karena - adanya absorption agregat, sedangkan pada perhitungan diatas berat agregat diperhitungkan dalam kondisi agregat ssd.

Koreksi pasir :

a. Agregat halus, berat = 715,765 kg/m³

Kadar air (Wp) = 2,044 %

Absorption (Rp) = 1,924 %

b. Agregat kasar, berat = $1218,735 \text{ kg/m}^3$

Agregat kasar dalam pelaksanaan penelitian ini juga digunakan kerikil (batu pecah).

KOREKSI :

a. Agregat Halus (debu batu).

$$\begin{aligned} & \text{Berat pasir (SSD)} \\ & = \frac{715,765}{(100 + r_p)\% \cdot (100 - w_p)\%} \\ & = \frac{715,765}{(100 + 1,924)\% \cdot (100 - 2,044)\%} \\ & = 716,907 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

b. Agregat kasar (batu pecah) tidak dikoreksi karena dalam pelaksanaan agregat kasar dalam keadaan SSD (agregat kasar direndam dalam air selama ± 24 jam lalu dikeringkan permukaannya dengan kain lap).

c. A i r

$$\begin{aligned} & = 170 + (715,765 - 716,907) \\ & = 170 + (-1,142) \\ & = 168,858 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

d. S e m e n

$$= 283 \text{ kg /m}^3$$

Jadi berat masing - masing material untuk 1 m^3 -
beton setelah dikoreksi :

- Pasir / debu batu = $716,907 \text{ kg/m}^3$
- Kerikil batu pecah = $1218,735 \text{ kg/m}^3$
- A i r = $168,858 \text{ kg/m}^3$
- S e m e n = $283,000 \text{ kg/m}^3$

12. Kebutuhan material untuk adukan beton 20 slinder
ukuran diameter 15 cm * tinggi 30 cm.
= $1/4 \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30 \cdot 20$ slinder
= $0,105975 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned} \text{Pasir/debu batu} &= 1,3 \cdot (0,105975 \cdot 716,907) \\ &= 98,766 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerikil} &= 1,3 \cdot (0,105975 \cdot 1218,735) \\ &= 167,902 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A i r} &= 1,3 \cdot (0,105975 \cdot 168,858) \\ &= 23,263 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{S e m e n} &= 1,3 \cdot (0,105975 \cdot 283,00) \\ &= 38,988 \text{ kg} \end{aligned}$$

Catatan : 1,3 adalah faktor keamanan dalam pelak-
sanaan pencampuran.

3.5. Pelaksanaan dan Pemeriksaan Beton

Pelaksanaan dan pemeriksaan campuran beton terlebih dahulu dilakukan penimbangan bahan. Cetakan atau slinder yang akan dituangi dengan campuran terlebih dahulu dipulas atau dilumas dengan oli, demikian pula dengan kerucut Abrams atau Slump berikut alasnya.

Selanjutnya pasir dan kerikil dituangkan kedalam alat pencampur beton (molen) dan diaduk selama $\frac{1}{2}$ menit. Setelah itu ditambahkan air sebanyak (30 - 50) % dari jumlah air untuk adukan dan diaduk selama $\frac{1}{2}$ menit. Semen dan sebagian jumlah sisa air ditambahkan dan diaduk selama 1 menit lalu didiamkan selama 2 menit, kemudian diaduk lagi selama 3 menit (sampai beton tersebut masak).

Adukan campuran ini siap dituang kedalam wadah selanjutnya kerucut Abrams disiapkan untuk mengukur tinggi rendahnya nilai slumpnya, berat volume basah beton cair serta siap untuk dimasukkan ke dalam cetakan-cetakan slinder untuk pengujian selanjutnya.

3.5.1. Pemeriksaan Nilai Slump

Pemeriksaan atau pengujian nilai "Slump" dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams yang terlebih dahulu dilumasi dengan alasnya.

Sepertiga bagian kerucut diisi dengan campuran

beton kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali, sampai merata kemudian diisi lagi $\frac{2}{3}$ bahagian - dan ditumbuk lagi sebanyak 25 kali, selanjut - kerucut diisi sampai penuh dan ditumbuk seba - nyak 25 kali. Permukaan kerucut diisi dengan penuh kemudian diratakan dan alas kerucut di - bersihkan.

Pekerjaan berikutnya adalah mengangkat keru - cut secara vertikal dengan perlahan-lahan.

Nilai slump didapat dengan mengukur tinggi ke - rucut beton dari atas sampai ujung atas keru - cut Abrams yang sudah dibalik letak posisinya.

3.5.2. Pemeriksaan Berat Volume Basah Beton Cair

Pemeriksaan atau pengujian terhadap berat volu - me basah beton cair dilakukan dengan mengambil wadah yang mempunyai volume 10 liter lalu di - timbang dan beratnya disebut A gram.

Wadah tersebut diisi dengan campuran beton ca - ir lalu digetarkan agar beton cair menjadi - basah pada permukaan dan wadah terisi penuh - dan tidak ada lagi gelembung-gelembung udara yang muncul pada permukaannya.

Selanjutnya permukaan wadah disipat dengan - rata, kemudian bagian luar dibersihkan dengan kain lap.

Berat wadah ditambah beton cair ditimbang dan disebut B gram, Sedangkan berat wadah ditambah dengan air disebut C gram, sehingga berat volume basah beton cair dapat dihitung dengan -

rumus :

$$\text{Berat volume beton cair} = \frac{B - A}{C - A} \text{ gram/cm}^3$$

3.5.3. Pencetakan dan Perawatan Beton

Pembuatan atau pencetakan slinder serta perawatan slinder dilakukan dengan menggunakan cetakan di mana terlebih dahulu dilumasi bagian dalamnya dengan minyak pelumas.

Tiap cetakan diisi dengan beton cair lalu ditumbuk atau digetarkan. Penumbukan dan pengecoran terus dilakukan sampai cetakan terisi penuh permukaan beton tampak basah dan tidak lagi gelembung-gelembung udara yang muncul di permukaan. Permukaan cetakan disipat rata lalu didiamkan selama ± 1 jam dengan menutup permukaan cetakan tersebut dengan kain basah. Hal yang tidak dapat dilupakan dalam pekerjaan ini adalah memberikan identitas pada setiap slinder beton serta mencetaknya dalam catatan identitas termasuk tanggal pengecoran dan sebagainya.

Slinder-slinder beton disimpan dalam keadaan -

kelembaban 100 % selama 24 jam dan diusahakan agar kain penutup permukaan tetap basah. Beton yang telah dikeluarkan dari cetakan slinder - direndam dalam air untuk pengetesan selanjut - nya.

3.5.4. Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Pemeriksaan kekuatan beton sangat diperlukan - dalam menentukan mutu beton yang diinginkan pa - da suatu konstruksi.

Pemeriksaan kuat tekan beton pada suatu konst - ruksi digunakan benda uji beton berbentuk ku - bus atau slinder yang diambil pada saat ber - langsung pengecoran dan dilakukan pemeriksaan di Laboratorium dengan alat Compression Test atau mesin tekan yang dilengkapi dengan pemba - caan beban.

Campuran beton biasanya direncanakan untuk mem - berikan kuat tekan rata-rata setelah pencampu - ran. Apabila tidak ditentukan dengan percobaan percobaan, maka untuk keperluan perhitungan - atau pemeriksaan mutu beton, maka perbandingan kekuatan mutu beton pada berbagai umur terha - dap beton berumur 28 hari, dapat dilihat menu - rut tabel :

Tabel III - 8 . Perbandingan Kekuatan Beton terhadap -
Berbagai Umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	91
Semen portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20
Semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15

Penentuan kekuatan beton dengan rumus : 1) ... hal 34

$$\sigma = \frac{P}{A} \Rightarrow \text{di mana :}$$

σ = Kekuatan tekan beton (kg/cm²)
 P = Beban maksimum (kg)
 A = Luas penampang benda uji (cm²)

Tabel III - 9. Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai jenis benda uji.

Benda uji	Perbandingan kekuatan tekan
Kubus 15 * 15 * 15 cm	1,00
Kubus 20 * 20 * 20 cm	0,95
Cylinder 15 * 30 cm	0,83

1) ... hal 33

Tabel: III - 9. Hasil Perencanaan Campuran Beton Mutu K 225

U r a i a n	Mutu K 225	
	Agre.Kasar Bt.bulat	
Sifat-sifat material :		
- S e m e n	type I	type I
- Agregat kasar (kerikil)	Bili-Bili	Bili-Bili
- Agregat halus(Debu batu)	Standar	Edk.standar
- Air sumur bor dengan standar	P D A M	P D A M
Nilai Slump (cm)	2,5 - 15,0	2,5 - 15,0
Ukuran Agregat kasar max. (mm)	38,1	38,1
Faktor air semen W.C	0,560	0,560
Kandungan semen (kg/m ³)	286,0	286,0
Kandungan air (kg/m ³)	160,0	160,0
Kandungan agregat kasar (kg/m ³)	1191,94	1328,72
Kandungan agregat halus (kg/m ³)	762,06	625,28
Kebutuhan bahan setelah dikoreksi (per-m ³) :		
- Semen	286,0	286,0
- Agregat kasar kerikil bulat	1191,94	1328,72
- Agregat halus (debu batu)	827,78	628,64
- A i r (kg/m ³)	94,28	156,64

Tabel: III - 10. Hasil Perencanaan Campuran Beton Mutu K 225

U r a i a n	Mutu K 225	
	Agre. Kasar Bt. Pecah.	
Sifat - sifat material :		
- S e m e n	Type I	Type I
- Agregat kasar (batu pecah)	PT. CIKAL	PT. CIKAL
- Agregat halus (debu batu)	Standar	Tdk, standar
- Air sumur bor dengan standar	P D A M	P D A M
Nilai slump (cm)	2,5 - 15,0	2,5 - 15,0
Ukuran Agregat kasar max. (mm)	38,1	38,1
Faktor air semen w/c	0,60	0,60
Kandungan semen (kg/m ³)	283,3	283,3
Kandungan air (kg/m ³)	170	170
Kandungan agregat kasar (kg/m ³)	1218,735	1218,735
Kandungan agregat halus (kg/m ³)	715,765	715,765
Kebutuhan bahan setelah dikoreksi (per-m ³):		
- S e m e n	283,3	283,3
- Agregat kasar batu pecah	1218,735	1218,735
- Agregat halus (debu batu)	772,542	716,907
- A i r (kg/m ³)	113,223	168,858

Tabel : III -11. Evaluasi Hasil Pemeriksaan Kekuatan Tekan Beton dengan Agregat Halus Abu Batu Dicuci Mutu Beton K 225 atau $186,75 \text{ kg/cm}^2$.

NO. (N)	Slump (mm)	Umur Hari	Luas Pe- nampang A (cm^2)	Berat (kg)	Beban P (kg)	Kekuatan Tekan		Ket. β	
						$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm^2)	$\sigma_b' = \frac{\sigma}{A}$ (kg/cm^2)		
1	45,0	3	176,625	12,52	16000	90,587	226,4685	0,40	
2		3		12,50	17000	96,249	240,6227		
3		3		12,48	18500	104,742	261,8542		
4		3		12,54	17500	99,079	247,6999		
5	40,0	7	176,625	12,54	24000	135,881	209,0478	0,65	
6		7		12,56	25500	144,374	222,1132		
7		7		12,52	26700	151,168	232,5657		
8		7		12,54	25900	146,638	225,5974		
9		14		12,56	39000	220,808	250,9159		0,88
10		14		12,54	33500	189,667	215,5306		
11		14		12,54	39500	223,637	254,1336		0,95
12		14		12,52	38900	220,241	250,2734		
13	21	12,58	34000	192,498	202,6294				
14	21	12,66	38700	219,108	230,6400				
15	21	12,46	35600	201,557	212,1552				
16	21	12,60	39900	225,902	237,7919				
17	28	28	176,625	12,50	42500	240,623	240,6227	1,00	
18		28		12,54	43500	246,284	246,2845		
19		28		12,60	43700	247,417	247,4168		
20		28		12,62	44600	252,512	252,5123		

Tabel : III -12. Evaluasi Hasil Pemeriksaan Kekuatan Tekan Beton dengan Agregat Halus Abu Batu Tidak Standar (Tidak dicuci).

Mutu Beton K 225

No. (N)	Slump (mm)	Umur Hari	Luas Pe- nampang (A) (cm)	Berat (kg)	Beban (P) (kg)	Kekuatan Tekan		Ket. β	
						$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{b} = \frac{\sigma}{\beta}$ (kg/cm ²)		
1	40,0	3	176,625	12,68	14600	282,662	206,652	0,40	
2				12,50	15100	85,492	213,729		
3				12,68	14500	82,095	205,237		
4				12,64	14900	84,359	210,898		
5	45,0	7	176,625	12,52	25500	144,374	222,113	0,65	
6		7		12,52	25800	146,072	224,726		
7		7		12,62	24500	138,712	213,403		
8		7		12,66	23900	135,315	208,177		
9		14		12,50	32800	185,704	211,027		0,88
10		14		12,72	33000	186,836	212,314		
11		14		12,64	32600	184,572	209,741		
12	45,0	14	176,625	12,63	31900	180,608	205,237	0,95	
13		21		12,52	39500	223,638	235,408		
14		21		12,52	39700	224,769	236,599		
15		21		12,70	39600	224,204	236,004		
16		21		12,60	38800	219,674	231,236		
17		28		12,58	42900	242,887	242,887		1,00
18		28		12,62	42700	241,755	241,755		
19		28		12,62	42500	240,623	240,623		
20	28	12,70	42800	242,320	242,320				

Tabel : III - 13 Evaluasi Hasil pemeriksaksaan kekuatan tekan dengan agregat halus dicuci, sedangkan agregat kasar digunakan batu pecah.
Mutu Beton K 225 .

No. (N)	Slump (mm)	Umur Hari	Luas Penampang (A) (cm)	Berat (kg)	Beban (P) (kg)	Kekuatan Tekan		Ket. β
						$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)	$\sigma_b = \frac{\sigma}{\beta}$ (kg/cm ²)	
1	45,0	3	176,625	12,58	14000	79,263	198,159	0,40
2		3		12,58	13500	76,433	191,083	
3		3		12,42	15000	84,926	212,314	
4		3		12,42	14500	82,095	205,237	
5		7		12,52	21500	121,727	187,272	0,65
6		7		12,52	21600	122,293	188,143	
7		7		12,36	22000	124,557	191,627	
8		7		12,32	21900	123,992	190,756	
9		14		12,22	34800	197,028	223,895	0,88
10		14		12,30	34100	193,064	219,391	
11	40,0	14	176,625	12,32	35500	200,991	228,398	
12		14		12,52	35900	203,255	230,972	
13		21		12,28	39000	220,807	232,428	0,95
14		21		12,30	40000	226,468	238,387	
15		21		12,32	39500	223,637	235,408	
16		21		12,48	40600	229,865	241,964	
17		28		12,58	39500	223,637	223,637	1,00
18		28		12,28	45000	254,777	254,777	
19		28		12,40	40100	227,035	227,035	
20		28		12,46	44500	251,946	251,946	

Tabel : III - 14. Evaluasi Hasil Pemeriksaan Kekuatan Tekan dengan agregat halus tidak dicuci, sedangkan agregat kasar digunakan batu pecah. Mutu Beton K 225.

No. (N)	Slump (mm)	Umur Hari	Luas Penampang (A) (cm)	Berat (kg)	Beban (P) (kg)	Kekuatan Tekan		Ket. β
						$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)	$\sigma_b = \frac{\sigma}{\beta}$ (kg/cm ²)	
1	45,0	3	176,625	12,48	14200	80,396	200,991	0,40
2		3		12,50	14500	82,095	205,237	
3		3		12,42	14600	82,661	206,652	
4		3		12,54	14800	83,793	209,483	
5		7		12,32	22500	127,388	195,982	
6	7	12,50	20500	116,065	176,562			
7	7	12,60	23000	130,219	200,337			
8	7	12,50	21900	123,991	190,756			
9	40,0	14	176,625	12,50	29000	164,189	186,579	0,88
10		14		12,40	28100	159,094	180,789	
11		14		12,46	30000	169,851	193,013	
12		14		12,60	29900	169,285	192,369	
13		21		12,32	32000	181,175	190,710	
14	21	12,54	31500	178,344	187,730			
15	21	12,50	33500	189,667	199,650			
16	21	12,52	32700	185,138	194,882			
17	28	28	176,625	12,42	37900	214,580	214,580	1,00
18		28		12,44	39500	223,638	223,638	
19		28		12,40	38500	217,976	217,976	
20		28		12,58	40200	227,601	227,601	

BAB IV

ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



BAB IV

ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi dan hasil pemeriksaan Karakteristik agregat Halus Abu batu (Dust)

Spesifikasi bahan untuk campuran beton berpodom dari standar spesifikasi ASTM, AASTHO, dan British Standard Institution serta buku-buku yang dikeluarkan oleh Departemen Sipil Institut Teknologi Bandung. Spesifikasi bahan campuran beton tersebut adalah :

- Analisa Saringan

Untuk analisa saringan spesifikasinya dapat dilihat menurut standard BS atau standar lain, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel II - 3, II - 4, II - 5 dan II - 6.

Sedang untuk nilai modulus kehalusan adalah :

1,50 - 3,80 untuk agregat halus

6,50 - 7,50 untuk agregat kasar

4,00 - 7,00 untuk agregat campuran

- Berat Jenis dan Absorpsi

Berat jenis spesifik yang sebenarnya dan penyerapan dalam persen dari berat kering berdasarkan ukuran agregat dapat dilihat pada tabel II - 8.

- Berat Volume

Spesifikasi berat volume untuk :

Agregat halus 1,40 - 1,90

Agregat kasar 1,60 - 1,90

- Kadar Air

Spesifikasi kadar air agregat dapat digolongkan - sebagai berikut :

Kadar air pada agregat kasar	0,5 - 2 %
Kadar air pada agregat halus lembab	1 - 3 %
Kadar air pada agregat halus basah	3 - 5 %
Kadar air pada agregat halus sangat basah kadang-kadang bisa sampai	- 20%

- Kadar Lumpur

Spesifikasi kadar lumpur yang harus dipenuhi :

Agregat kasar lebih kecil dari pada 1 %

Agregat halus lebih kecil dari pada 5 %

- Kadar Organik

Standart penggunaan agregat halus untuk kadar Organik dapat dilihat pada standar warna cairan pada tabel II - 7.

Hasil pemeriksaan agregat halus (abu batu) dari - sampel memberikan hasil sebagai berikut :

- Analisa Saringan

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan menunjuk bahwa agregat halus abu batu yang berasal dari - PT. CIKAL untuk abu batu standar (dicuci) 3,423 dan untuk yang tidak standar 2,903 sedang Spesifikasi yang harus dipenuhi antara 1,50 - 3,80 - (memenuhi persyaratan).

- Berat Jenis dan Absorpsi

Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus asal stone Crusher PT.CIKAL untuk abu batu standar - 2,609 dan tidak standar 2,617 sedang Spesifikasi yang harus dipenuhi antara 2,58 - 2,83 (memenuhi persyaratan spesifikasi berat jenis agregat halus abu batu).

- Berat Volume

Untuk pemeriksaan berat volume agregat halus abu batu untuk yang dicuci adalah 1,2635 sedangkan untuk yang tidak dicuci adalah 1,431 sedang spesifikasi yang harus dipenuhi antara 1,20 - 1,90 (memenuhi spesifikasi).

- Kadar Air

Dari hasil pemeriksaan kadar air agregat halus abu batu untuk yang dicuci adalah 3,160 sedangkan untuk abu batu yang tidak dicuci adalah 2,040 sedang spesifikasi yang harus dipenuhi antara 0,50 - 5,0 (memenuhi persyaratan).

- Kadar Lumpur

Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus abu batu dihasilkan rata-rata 17 - 19 %, sedangkan kadar lumpur yang diizinkan untuk agregat halus yang dibuat dengan memecahkan batu batasan diizinkan sampai 20 %. Karena butiran-butiran halus yang lolos ayakan no. 200 bukan kadar lumpur keseluruhan melainkan butiran-butiran mineral yang keras.

- Kadar Organik

Hasil pemeriksaan kadar organik agregat halus abu batu produksi PT. CIKAL menunjukkan hasil no. 2, sedang spesifikasi yang harus dipenuhi adalah warna cairan lebih muda (memenuhi persyaratan).

Hasil pemeriksaan karakteristik abu batu dapat dilihat lebih jelas pada tabel berikut :

Tabel IV - 1 Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus (abu batu).

No.	U r a i a n	Hasil pemerik- siksaan ag- regat halus		Spesifikasi	Keterangan
1.	Analisa saringan			lihat tabel	memenuhi
	Modulus kehalusan	3,042	2,903	1,50 - 3,80	memenuhi
2.	Berat jenis	2,610	2,620	2,58 - 2,83	memenuhi
3.	Penyerapan (%)	3,260	2,020	2,00 - 7,00	memenuhi
4.	Berat volume (kg/cc)	1,260	1,430	1,40 - 1,90	memenuhi
5.	Kadar air (%)	3,160	2,040	0,50 - 5,00	memenuhi
6.	Kadar lumpur (%)	2,070	17,050	20,00	memenuhi
7.	Kadar organik			lebih muda	memenuhi

Tabel IV - 2 Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar dari hasil penelitian.

No.	U r a i a n	Hasil pemerik- siksaan ag- regat kasar		Spesifikasi	Keterangan
1.	Analisa saringan			lihat tabel	memenuhi
	Modulus kehalusan	7,220	7,420	6,50 - 7,50	memenuhi
2.	Berat jenis	2,595	2,588	2,58 - 2,83	memenuhi
3.	Penyerapan (%)	2,657	2,911	2,00 - 7,00	memenuhi
4.	Berat volume (kg/cc)	1,778	1,501	1,60 - 1,90	memenuhi
5.	Kadar air (%)	3,807	1,338	0,50 - 2,00	memenuhi
6.	Kadar lumpur (%)	0,556	0,709	< 1,00	memenuhi
7.	Kekerasan (%)	26,26	-	lihat tabel	memenuhi

4.2. Hasil Perhitungan Perbandingan Campuran

Dari hasil pemeriksaan karakteristik agregat menunjukkan hasil yang berbeda-beda sehingga dalam mix design direncanakan campuran untuk target mutu K 225 untuk agregat halus (abu batu) yang dicuci dan yang tidak dicuci dengan agregat kasar batu kerikil dan batu pecah dalam kg/m^3 adalah sebagai berikut :

Tabel IV - 3. Proporsi Campuran dalam perbandingan Berat (kg).

No.	Rencana	Campuran dalam perbandingan berat (kg) untuk 1 M ³ beton				Proses Agregat halus
		Semen	Abu batu	Kerikil	Air slump	
1.	K 225	286,0 1	827,78 2,8	1191,94 4,2	94,28	Dicuci
2.	K 225	286,0 1	628,64 2,2	1328,72 4,6	156,64	Tdk.dicuci

4.3. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Mutu Beton

Dari hasil pemeriksaan test benda uji (20 buah slinder) $\phi 15 * 30$ cm untuk mutu beton K 225 mengikuti distribusi normal (lengkung Gauss). Jadi jelas bahwa hasil yang di peroleh mempunyai nilai kekuatan tekan yang bervariasi, sehingga untuk menentukan mutu beton dinyatakan dalam kekuatan tekan karakteristik. Hal ini disebabkan karena adanya variasi-variasi yang dialami pada saat pekerjaan beton, akibat dari :

1. Variasi pada mutu bahan-bahan campurannya.
2. Variasi dalam perbandingan bahan-bahan campurannya - dan akibat proses pemeriksaannya.
3. Variasi dari akibat pengambilan bahan-bahan (sample) serta pemeriksaan karakteristiknya.

4. Variasi data pengujian karakteristik agregat halus (abu batu) dengan menggunakan alat yang di standar khusus untuk pengujian material alami (pasir).
5. Ukuran besar kecilnya penyebaran nilai-nilai pemeriksaan dinyatakan dalam standar deviasi.

Untuk perhitungan masing-masing hasil evaluasi pemeriksaan kekuatan tekan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

4.3.1. Analisa Statistik Mutu Beton K 225

Analisa Statistik Mutu Beton K 225 disajikan dalam tabel berikut ini :

Nomor Sample : 01 (Agregat Halus Dicuci)

Tabel : IV - 4 Agregat Halus Abu batu dengan Batu Kerikil.

No. (N)	Kekuatan tekan σ_b'	$(\sigma_b' - \sigma_{bm}')^2$	$(\sigma_b' - \sigma_{bm}')^2$	Keterangan
1	249	1	1	$\sigma_{bm}' = \frac{\sum \sigma_b'}{n}$ $= 248,0 \text{ kg/cm}^2$ $S = \sqrt{\frac{\sum (\sigma_b' - \sigma_{bm}')^2}{n - 1}}$ $= 7,33 \text{ kg/cm}^2$ $\sigma_{bk}' = \sigma_{bm}' - 1,64 \times S$ $= 248 - 12,02$ $= 235,83 \text{ kg/cm}^2$
2	254	6	36	
3	261	13	169	
4	259	11	121	
5	232	-16	256	
6	235	-13	169	
7	244	-4	16	
8	239	9	81	
9	248	0	0	
10	246	-2	4	
11	254	6	36	
12	251	3	9	
13	241	-7	49	
14	247	-1	1	
15	245	-3	9	
16	249	1	1	
17	247	-1	1	
18	250	2	4	
19	252	3	9	
20	255	7	49	
ΣN	4957		1021	

Keterangan :

$$\bar{\sigma}_{bm'} = \frac{\sum_1^n b'}{n} \quad 1) \dots \text{hal } 39$$

$$\bar{\sigma}_{bm'} = \frac{4706,8857}{20} = 235,3442 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \frac{\sum_1^n (\sigma_{b'} - \bar{\sigma}_{bm'})^2}{n - 1} \quad 1) \dots \text{hal } 39$$

$$S = \frac{5366,0314}{19} = 16,8054 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk} &= \bar{\sigma}_{bm'} - 1,64 \times S \quad 1) \dots \text{hal } 40 \\ &= 235,3442 - (1,64 \times 16,8054) \\ &= 235,3442 - 27,5608 \\ &= 207,7833 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Hasil analisa statistik mutu beton yang direncanakan, menunjukkan bahwa nilai kekuatan tekan karakteristik yang diharapkan yakni K 225 kg/cm² belum terpenuhi.

Nomor Sample : 02 (Agregat Halus Tidak Dicuci)

Tabel : IV - 5 Analisa Statistik Mutu Beton K 225

No. (N)	Umur Hari	Tek. Hancur P kg	Teg. Hancur σ_b' (kg/cm ²)	$(\sigma_b' - \sigma_{bm}')$ (kg/cm ²)	$(\sigma_b' - \sigma_{bm}')^2$ (kg/cm ²)
1	3	14500	205,237	-17,267	298,157
2	3	14900	210,898	-11,606	134,706
3	3	14600	206,652	-15,852	251,295
4	3	15100	213,729	- 8,775	77,005
5	7	24500	213,403	- 9,101	82,833
6	7	23900	208,177	-14,327	205,271
7	7	25500	222,113	- 0,391	0,153
8	7	25800	224,726	2,221	4,935
9	14	32600	209,741	-12,763	162,901
10	14	31900	205,237	-17,267	298,159
11	14	32800	211,027	-11,477	131,728
12	14	33000	212,314	-10,190	103,842
13	21	39600	236,004	13,499	182,241
14	21	38800	231,236	8,731	76,242
15	21	39500	235,408	12,903	166,505
16	21	39700	236,599	14,094	198,660
17	28	42500	240,623	18,118	328,287
18	28	42800	242,320	19,815	392,661
19	28	42900	242,887	20,382	415,454
20	28	42700	241,755	19,250	370,589
$\bar{\Sigma n}$			4450,086		3881,624

Keterangan :

$$\sigma_{bm}' = \frac{4450,086}{20} = 222,504 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = \frac{3881,642}{19} = 204,293 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk}' &= \sigma_{bm}' - 1,64 * s \\ &= 222,504 - 23,440 \\ &= 199,064 \text{ kg/cm}^2 > 186,75 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}. \end{aligned}$$

Nomor Sample : 03 (Agre.Halus Abu batu dicuci dengan Agre. Kasar Batu Pecah).

Tabel: IV - 6 Analisa Statistik Mutu Beton K 225.

No. (N)	Umur Hari	Tek.Hancur P kg	Teg.Hancur $\sigma_{b'}$ (kg/cm ²)	$(\sigma_{b'} - \sigma_{bm'})$ (kg/cm ²)	$(\sigma_{b'} - \sigma_{bm'})^2$ (kg/cm ²)
1	3	14000	238,744	- 24,679	609,053
2	3	13500	230,219	- 33,204	1102,506
3	3	15000	255,801	- 7,622	58,095
4	3	14500	247,274	- 16,149	260,790
5	7	21500	225,629	- 37,794	1428,386
6	7	21600	226,678	- 36,745	1350,195
7	7	22000	230,875	- 32,548	1059,372
8	7	21900	229,827	- 33,596	1128,691
9	14	34800	269,753	6,330	40,068
10	14	34100	264,326	0,903	0,815
11	14	35500	275,179	11,756	138,203
12	14	35900	278,279	14,856	220,701
13	21	39000	280,034	16,611	275,925
14	21	40000	287,213	23,790	565,964
15	21	39500	283,623	20,200	408,040
16	21	40600	291,522	28,099	789,554
17	28	39500	269,442	6,019	36,228
18	28	45000	306,960	43,537	1895,470
19	28	40100	273,536	10,113	102,272
20	28	44500	303,549	40,126	1610,096
			5268,463		13080,424

Keterangan:

$$\sigma_{bm'} = \frac{5268,463}{20} = 263,423 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{13080,424}{19}} = \sqrt{688,443} = 26,238 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk'} &= \sigma_{bm'} - 1,64 * s \\ &= 263,423 - 43,030 \\ &= 221,393 \text{ kg/cm} > 186,75 \text{ kg/cm} \text{ (memenuhi)}. \end{aligned}$$

Nomor Sample : 04 (Agregat halus Abu batu tidak dicuci dengan Agregat kasar batu pecah).

Tabel : IV - 7 Analisa Statistik Mutu Beton K 225.

No. (N)	Umur Hari	Beban Max. P (kg)	Teg.Hancur σ_b' (kg/cm ²)	$(\sigma_b' - \sigma_{bm}')^2$ (kg/cm ²)	$(\sigma_b' - \sigma_{bm}')^2$ (kg/cm ²)
1	3	14200	242,156	1,358	1,844
2	3	14500	247,274	6,476	41,938
3	3	14600	248,978	8,180	66,912
4	3	14800	252,388	11,590	134,328
5	7	22500	236,122	- 4,676	21,865
6	7	20500	215,134	-25,664	658,641
7	7	23000	241,369	0,571	0,326
8	7	21900	229,826	-10,972	120,385
9	14	29000	224,793	-16,005	256,160
10	14	28100	217,817	-22,981	528,126
11	14	30000	232,545	- 8,253	68,112
12	14	29900	231,770	- 9,028	81,504
13	21	32000	229,772	-11,026	121,573
14	21	31500	226,181	-14,617	213,657
15	21	33500	240,541	- 0,257	0,066
16	21	32700	234,498	- 6,300	39,690
17	28	37900	258,530	17,732	314,424
18	28	39500	269,443	28,645	820,536
19	28	38500	262,622	21,824	476,287
20	28	40200	274,218	33,420	1116,896
\bar{X}_n			4815,977		5083,270

Keterangan:

$$\sigma_{bm}' = \frac{4815,977}{20} = 240,798 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{5083,270}{20 - 1}} = 16,357 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk}' &= \sigma_{bm}' - 1,64 * s \\ &= 240,798 - 26,825 \\ &= 213,973 \text{ kg/cm}^2 > 186,75 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

* K 225 (kubus) = kekuatan tekan silinder 186,75 kg/cm².

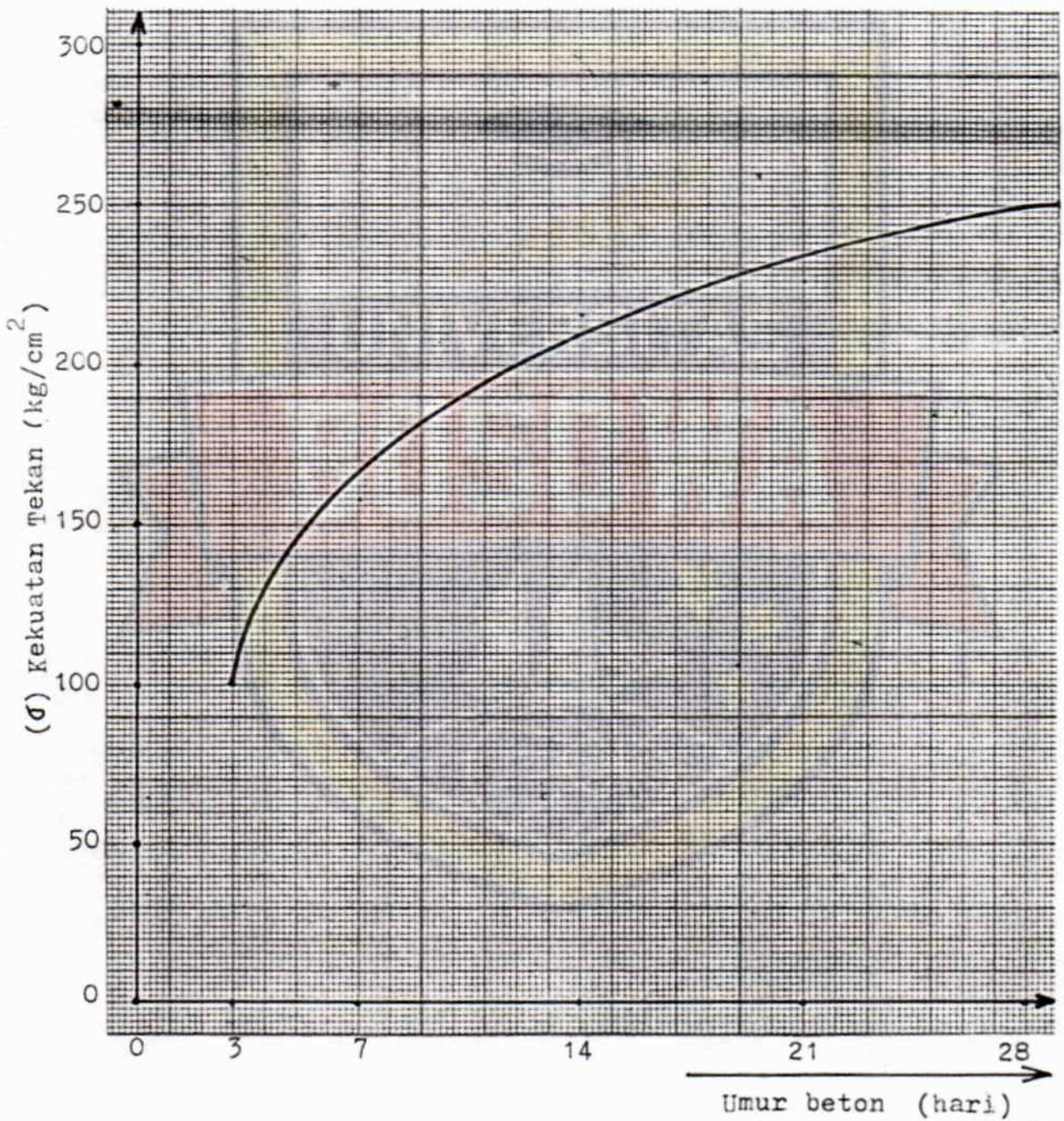
$$\sigma_c' = 0,83 * 225 = 186,75 \text{ kg/cm}^2 \text{ (}\sigma \Rightarrow \text{Silinder).}$$

4.4. Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Beton

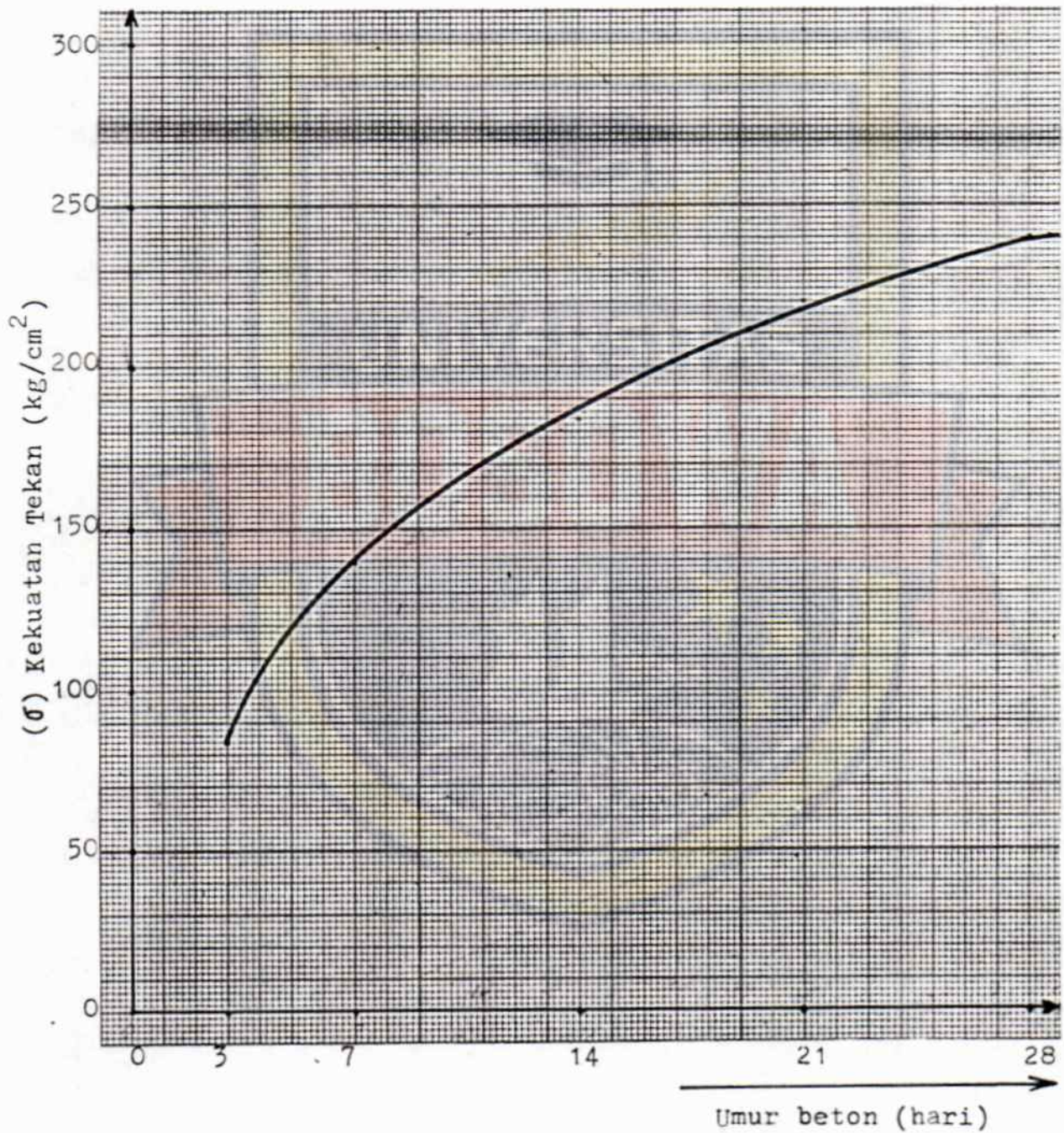
Kecepatan peningkatan kekuatan dari umur beton - sangat tergantung dari unsur senyawa-senyawa yang terdapat pada semen, dalam hal ini kualitas semen sangat menentukan mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan yang dicapai pada awal masa pengerasan masih berkurang. Pada awal hidrasi semen dan air berlangsung reaksi kimia pada bahan-bahan yang sudah bercampur menjadi satu. Bila semennya diperiksa dan tampak masih ada partikel yang belum mengalami hidrasi dalam pasta yang mengeras, maka partikel yang belum mengalami proses hidrasi terus menyerap air dari udara meskipun pencampuran telah kering. Proses kimia yang berkelanjutan ini secara berangsur-angsur meningkatkan kekuatannya dari kepadatan beton sampai beberapa waktu. Disamping itu, karakteristik mutu bahan sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, makin baik mutu bahan makin tinggi nilai kekuatan tekan yang dihasilkan. Dari hasil pemeriksaan - kekuatan dengan umur beton untuk agregat halus (abu - batu) terjadi variasi kekuatan pada pemeriksaan kuat tekan. Hubungan antara kuat tekan beton dengan umur beton pada pemeriksaan kuat tekan yang kami lakukan digambarkan dalam grafik sebagai berikut :

Gambar IV - 1 : Grafik hubungan kuat tekan dengan umur beton untuk abu batu yang dicuci (standar) dengan agregat kasar kerikil bulat.

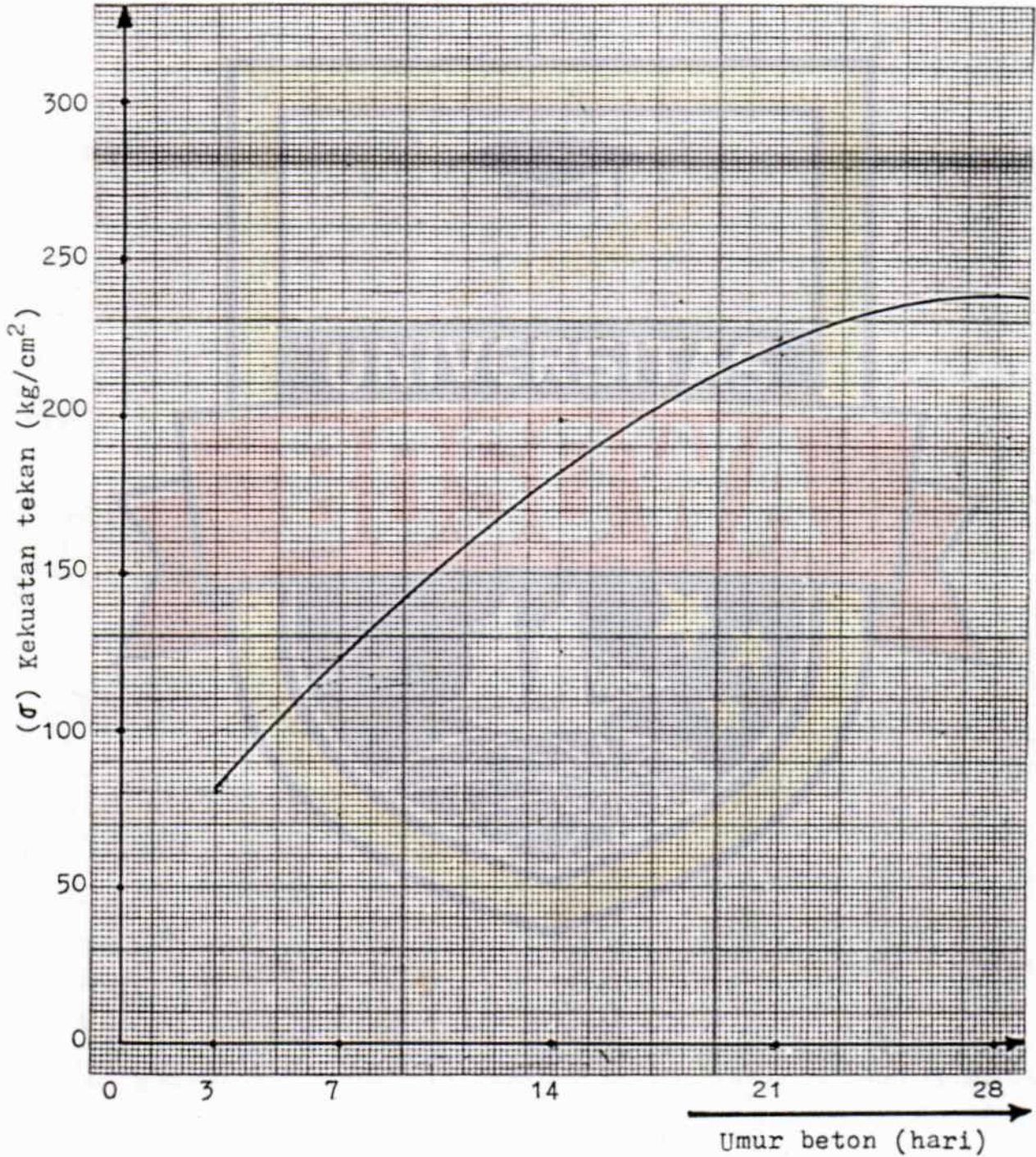
Mutu beton K 225



Gambar IV - 2 : Grafik hubungan kuat tekan dengan umur beton untuk abu batu yang tidak dicuci dengan agregat kasar kerikil bulat.
Mutu beton K 225.

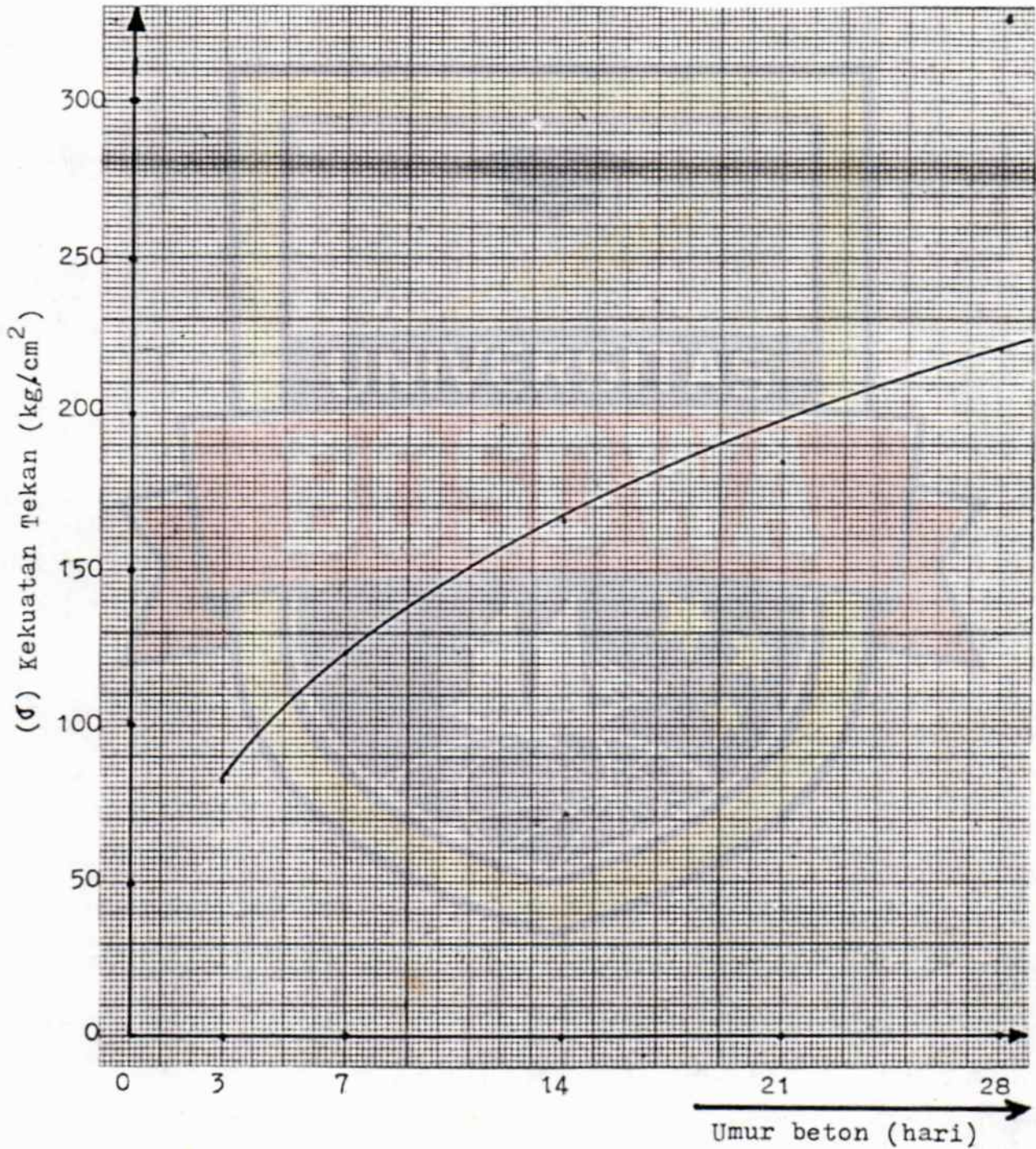


Gambar : IV - 3. Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Umur beton
Untuk abu batu yang dicuci dengan agregat
Kasar batu pecah.
Mutu Beton K 225.



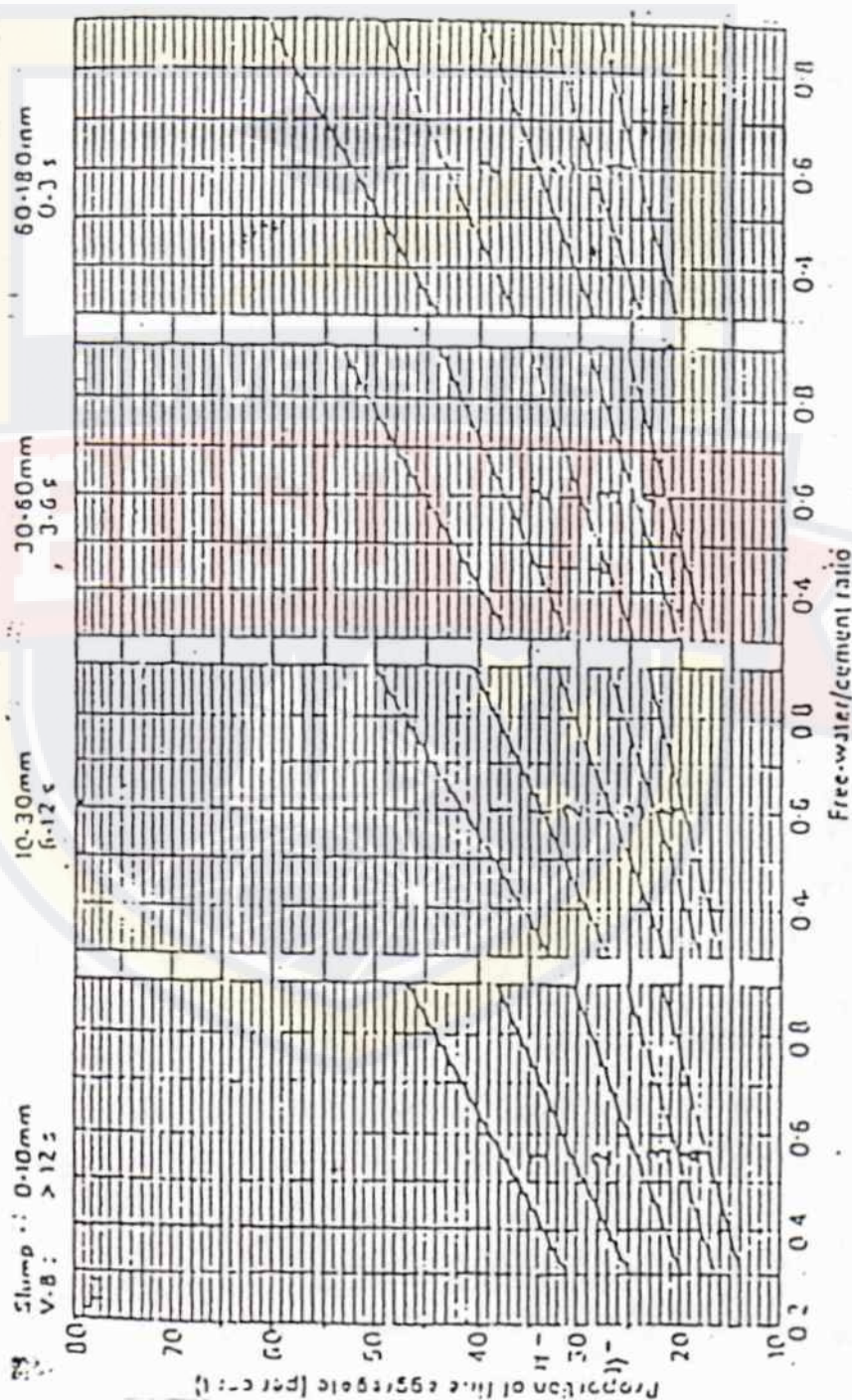
Gambar : IV - 4. Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Umur Beton Untuk abu batu yang Tidak dicuci dengan agregat Kasar batu pecah.

Mutu Beton K 225.

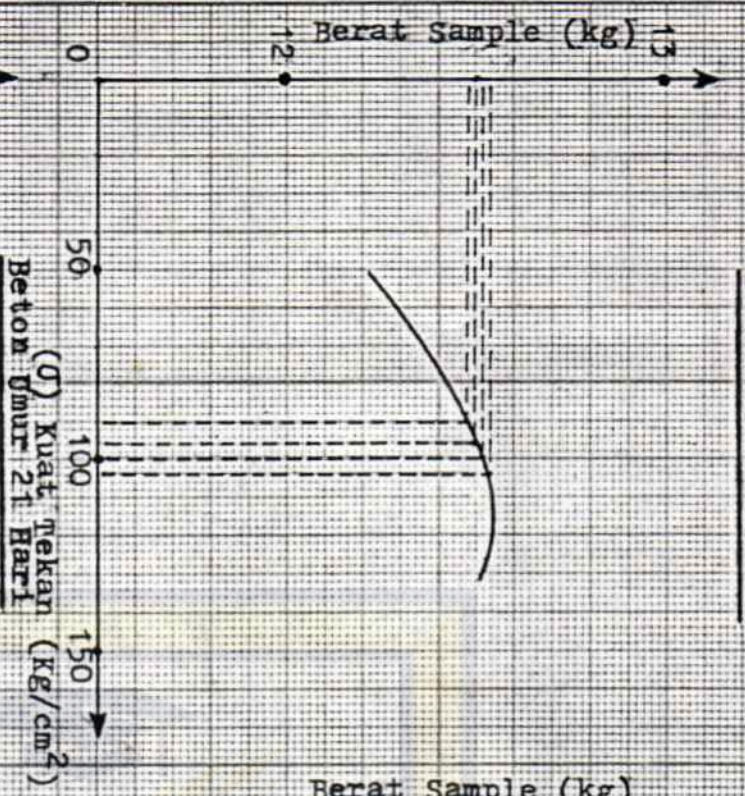


Gambar II - 12 : Hubungan antara proporsi agregat halus dengan faktor air semen.

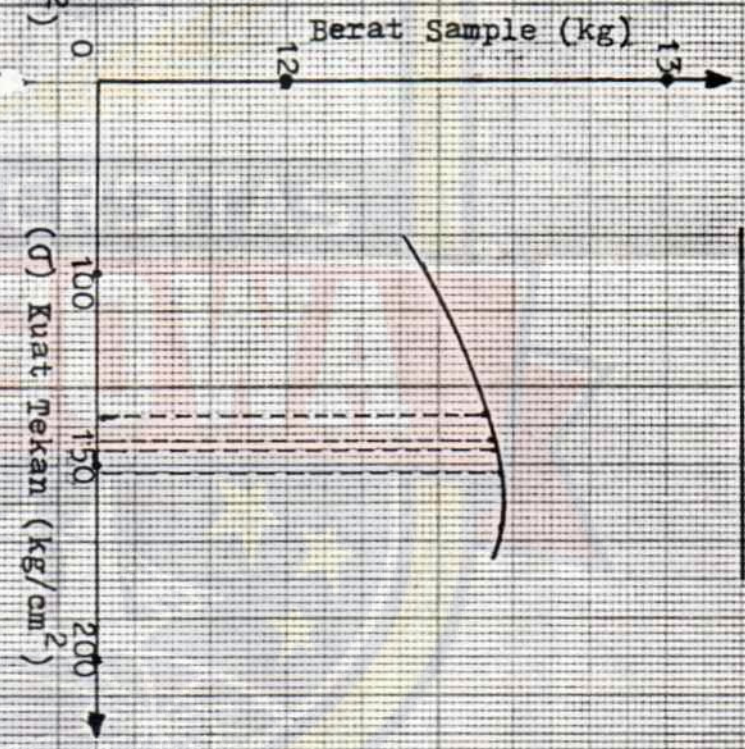
Maksimum agregat sise 40 mm.



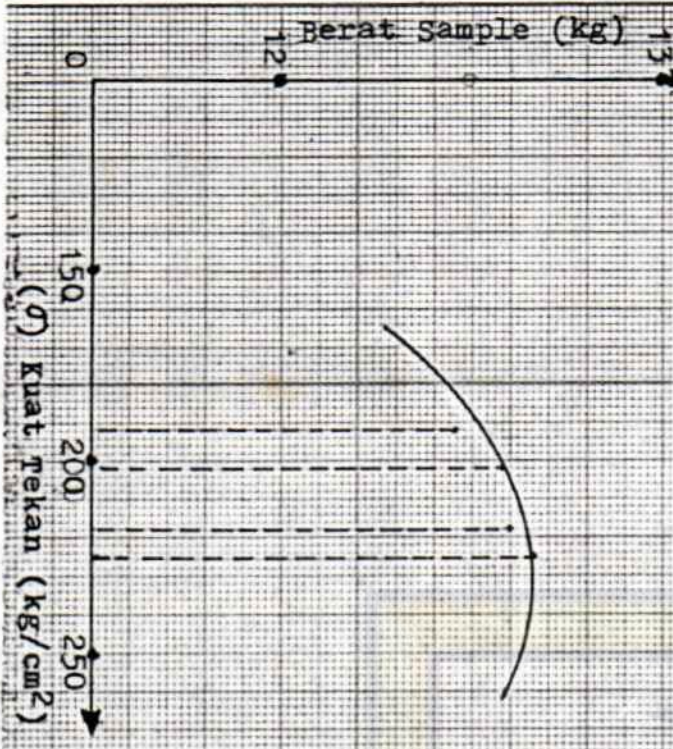
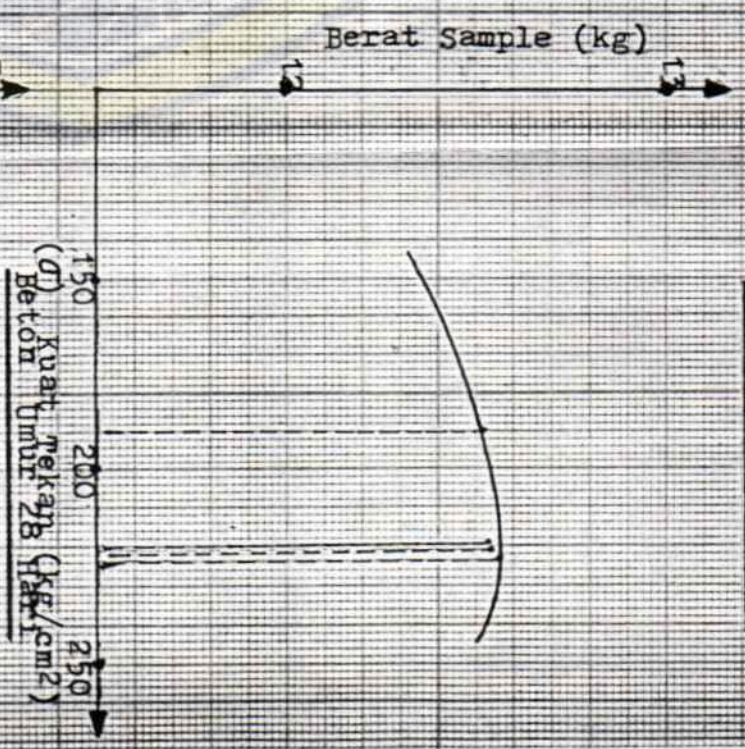
Beton Umur 3 Hari



Beton Umur 7 Hari



Beton Umur 14 Hari



4.5. Hasil Pemeriksaan Pemakaian Agregat Halus Terhadap Mutu Beton yang Diuji

Berdasarkan hasil pemeriksaan kekuatan tekan benda uji silinder yang kami lakukan terhadap 1 (satu) jenis mutu beton, ternyata memberikan hasil yang baik untuk penggunaan agregat halus (abu batu) untuk produksi Stone Crusher PT. Cikal yaitu :

- Agregat halus (abu batu) produksi Stone Crusher PT. CIKAL untuk mutu beton K 225.

Hasil tersebut di atas dapat dilihat pada halaman IV - 6 s/d IV - 8.

Dengan memperhatikan hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus (abu batu) tersebut (lihat tabel IV-2), menunjukkan bahwa agregat halus (abu batu) banyak mengandung kadar lumpur, ini berarti dapat memperlambat proses peningkatan kekuatan tekan pada awal pengerasan beton. Hasil pemeriksaan kekuatan tekan untuk agregat halus yang dicuci menunjukkan kekuatan awal yang tinggi setelah diestimasi ke 28 hari. Sedangkan untuk agregat halus yang tidak dicuci menunjukkan kekuatan awal yang rendah, tetapi pada umur 28 hari peningkatan kekuatan tekan rata-rata telah dicapai. Hasil ini dapat dilihat pada tabel IV - 4 dan IV - 5.

Dengan demikian, agregat halus (abu batu) produksi Stone Crusher PT. CIKAL dapat digunakan untuk membuat mutu beton K 225.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN - SARAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pemeriksaan dan hasil pengujian yang kami lakukan di Laboratorium Proyek Pembangunan Waduk Bili-Bili Departemen Pekerjaan Umum mengenai mutu agregat halus (abu batu) dan kekuatan beton yang dihasilkan, maka dapat kami simpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pemeriksaan menghasilkan data-data karakteristik agregat halus (abu batu) produksi Stone Crusher PT. CIKAL menunjukkan bahwa, penggunaan abu batu memenuhi spesifikasi agregat halus.
2. Sesuai hasil pengujian kekuatan tekan beton yang kami lakukan, menunjukkan hasil bahwa penggunaan abu batu sebagai agregat halus pada perencanaan campuran beton, untuk mutu beton yang direncanakan yaitu K 225 dapat memenuhi.
3. Hasil pengamatan kekuatan tekan menunjukkan bahwa, untuk penggunaan abu batu sebagai agregat halus mengalami peningkatan kekuatan relatif lambat pada awal umur beton, namun pada umur mencapai 28 hari kekuatan tekan sudah memenuhi kuat tekan rata-rata di atas 225 kg/cm^2 . Sedangkan untuk abu batu yang diproses melalui pengurangan kadar lumpur dengan -

semprotan air menunjukkan peningkatan kekuatan tekan yang relatif cepat pada awal umur beton yaitu rata-rata di atas 225 kg/cm^2 , sesuai dengan kekuatan tekan yang kami rencanakan yaitu K 225.

5.2. Saran-saran

Adapun saran-saran yang dapat kami kemukakan sebagai penutup dari tulisan ini, kami sampaikan sebagai berikut :

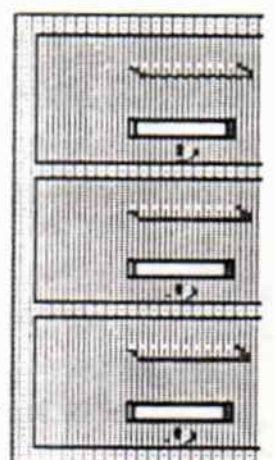
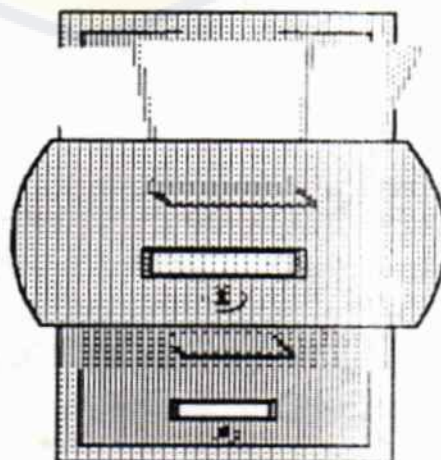
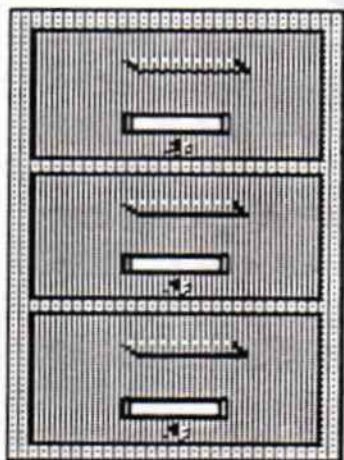
1. Kepada pengusaha yang bergerak dalam bidang konstruksi agar memanfaatkan abu batu sebagai agregat halus pada campuran beton. Tetapi untuk konstruksi yang memerlukan pengawasan mutu bahan, kami sarankan untuk mengontrol kadar lumpur pada agregat - abu batu.
2. Kepada masyarakat umum kami sarankan, bahwa abu - batu dapat digunakan sebagai agregat halus untuk campuran beton pengganti pasir.
3. Kepada pengusaha Stone Crusher, kami sarankan agar dalam pengambilan material batu pecah dan agregat-halus (abu batu), kiranya dapat mengontrol kadar lumpur dengan memperhatikan cara pengambilan material alam (batu sungai).
4. Kadar air pada agregat halus (abu batu), sebaiknya selalu diperiksa setiap akan melakukan pencampuran pada cuaca yang berbeda, agar pemakaian kadar air

dapat disesuaikan dengan proporsi campuran yang telah ditentukan dalam perencanaan campuran.

5. Perlu mengadakan penelitian lebih lanjut terhadap mutu agregat halus (abu batu) Produksi Stone Crusher PT. CIKAL dan stone Crusher lain yang ada di Kabupaten Gowa, khususnya yang memanfaatkan bahan material asal sungai Jeneberang. Untuk merencanakan mutu beton yang lebih tinggi dengan menggunakan agregat halus pembanding (pasir alami).



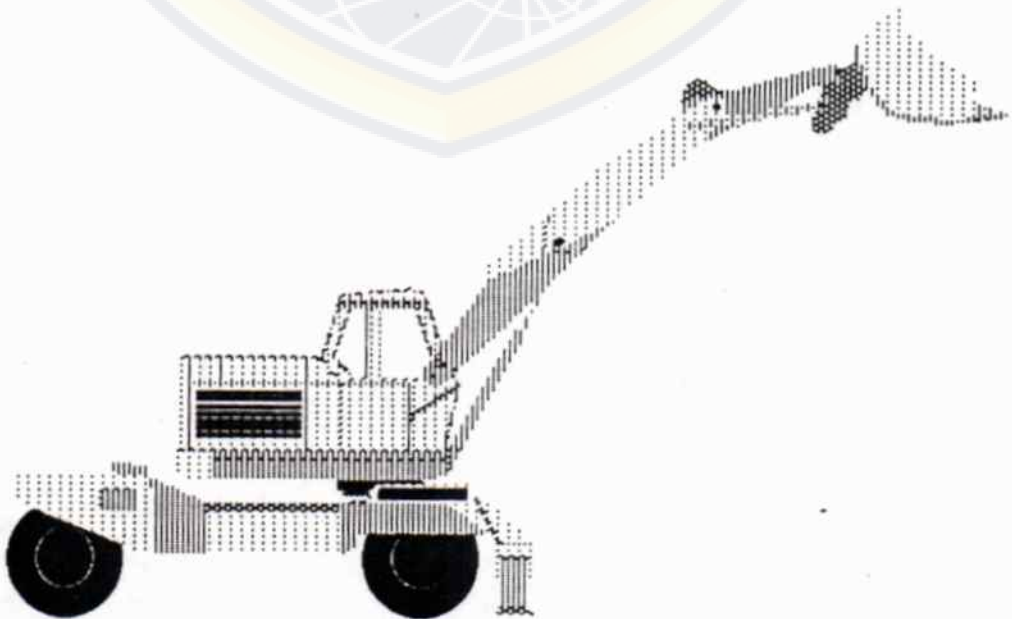
DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimus : Peraturan Beton Bertulang Indonesia (N.I - 2, 1977), Cetakan VII, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung 1979.
2. Anonimus : Penataran Teknologi Beton I, Departemen Perindustrian Proyek Balai Pengembangan dan Penelitian bahan-bahan, Bandung, 1980 - 1981.
3. Anonimus : Standar Konstruksi Bangunan Indonesia -1.4.53.1989 - UDC:693.5, Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
4. Kusnadi. M, Ir : Teknologi Beton II, Perencanaan Campuran Beton, Fakultas Teknik Jurusan Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.
5. Kusnadi, M, Ir : Teknologi Beton I, Bahan-Bahan Campuran Beton, Fakultas Teknik Jurusan Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.
6. Murdock, L.J. : Bahan dan Praktek Beton, Edisi IV (Edition : Ir. Stephanus Hinarko) Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.

LAMPIRAN



JURUSAN/BAGIAN .S.I.P.I.L....
FAKULTAST.E.K.N.I.K...
UNIVERSITAS "45" UJUNG PANDANG
=====

BERITA ACARA
PELAKSANAAN UJIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Pada hari ini Sabtu, tanggal 21, bulan Oktober, tahun
Sembilan Belas Sembilan lima bertempat di Univ."45", diselengga-
rakan ujian tugas akhir/skripsi atas nama mahasiswa :

N a m a : SYAMSUDDIN / LA UMMA
No.Stb/NIRM : 88040020/8911312434 / 88040045/8811310673
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Jurusan : S I P I L
Fakultas : T E K N I K

dengan judul tugas akhir/skripsi : "STUDY PENGGUNAAN ABU BATU
SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA MIX DESIGN BETON".

PENGAWAS UMUM : 1. Rektor Universitas "45",
DR. Andi Jaya Sose, SE, MBA (.....)
2. Dekan Fak. T E K N I K UNHAS
Prof. DR. Ir. Arifuddin Ressay (.....)
3. Dekan Fak. T E K N I K UNIV. "45"
Ir. Mursyid Mustafa (.....)

TIM PENGUJI/PENANGGAP TERDIRI DARI :

I. Ketua Sidang : Ir. H. Nur Ali (.....)
II. Sekretaris Sidang : Ir. Burhanuddin Badrun (.....)
III. Anggota-anggota : 1. DR. Ir. M. Kasim Pateha, DEA 1 (.....)
2. Ir. Djoko Santoso, MSc 2 (.....)
3. Ir. Aunur Rofiq J, CES 3 (.....)
IV. Pembimbing : 1. Ir. Abd. Majid Akkas 1 (.....)
2. Ir. Darwis Panguriseng, MSc 2 (.....)
3. Ir. Abd. Rahim Nurdin 3 (.....)

Demikian berita acara pelaksanaan ujian tugas akhir/skripsi
ini dibuat sesuai dengan jalannya acara/ujian.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas "45" Ujung Pandang

Ujung Pandang, 21. Oktober... 1995
Ketua Jurusan/Bagian .S.I.P.I.L

Ir. Mursyid Mustafa
131 914 693

Ir. Abd. Rahim Nurdin
Nip. 131 911 820

JURUSAN/BAGIAN S. I. P. I. I.
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS "45" UJUNG PANDANG
=====

LEMBAR PENERIMAAN
TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Sesuai dengan hasil pelaksanaan ujian tugas akhir/skripsi pada tanggal 21. Oktober... 1995, atas nama mahasiswa :

Nama : SYAMSUDDIN / LA UMMA
No.Stb/NIRM : 4588040020/8911312434/88040045/8811310673
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Jurusan : S I P I L
Fakultas : T E K N I K

judul tugas akhir/skripsi : " STUDY PENGGUNAAN ABU BATU SEBAGAI
AGREGAT HALUS PADA MIX DESIGN BETON "

dengan ini kami dari tim penguji/penanggung menyatakan telah menerima semua materi serta perbaikan yang dilakukan oleh mahasiswa tersebut di atas, sebagaimana yang disarankan pada waktu pelaksanaan ujian.


Tim penguji/penanggung terdiri dari :


- I. Ketua Sidang : Ir. H. Nur Ali ()
- II. Sekretaris Sidang : Ir. Burhanuddin Badrun ()
- III. Anggota-anggota : 1. DR.Ir.M.Kasim Pateha,DEA 1 ()
2. Ir. Djoko Santoso, MSc 2 ()
3. Ir.Aunur Rofiq J, CES 3 ()
- IV. Pembimbing : 1. Ir. Abd. Majid Akkas 1 ()
2. Ir.Darwis Panguriseng,MSc 2 ()
3. Ir,Abd. Rahim Nurdin 3 ()
- V. Nilai Ujian Skripsi : B (Memuaskan)

Demikian surat keterangan penerimaan tugas akhir/skripsi ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas "45" Ujung Pandang

Ujung Pandang, .. Nopember.... 1995
Ketua Jurusan/Bagian S. I. P. I. I


Ir. Meryid Mustafa
Nip. 131 914 693


Ir. Abd. Rahim Nurdin
Nip. 131 911 820



PROYEK PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Nomor : UM.01.01 - PPOB/040.
Lampiran :

Bili-Bili, 28 April 1995

Kepada Yth,
Pembantu Dekan I
Universitas "45"

Di -
Ujung Pandang

Perihal : Penelitian dan Pengujian Beton

Menunjuk Surat Saudara No. 022B/FT-JS/V-45/XII/94, tanggal -
Januari 1995, maka bersama ini dengan hormat kami sampaikan :

1. Kami dapat menyetujui mahasiswa-mahasiswa berikut ini untuk mengikuti Penelitian dan Pengujian Beton pada Proyek Pembangunan Waduk Bili-Bili dalam rangka Tugas Akhir mahasiswa-mahasiswa :

Nama	Stambuk	Judul Tugas Akhir
------	---------	-------------------


- | | | |
|---------------|------------|--|
| 1. Syamsuddin | 4588040020 | Study Penggunaan Abu Batu Sebagai Agregat Halus pada Mix Design Beton. |
| 2. La Umma | 4588040045 | |

2. Selama mengikuti pelaksanaan Penelitian dan Pengujian Beton, tidak disediakan Fasilitas apapun kepada mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian kami sampaikan, terima kasih atas perhatiannya.

Mengetahui,
Proyek Induk PWS. Jeneberang
Pemimpin,

Proyek Pembangunan Waduk
Bili-Bili.
Pemimpin,


Ir. H. Kusnaeni, Dipl. HE
Nip. 110016434


EMT. P. A. Aribu, Dipl. HE
Nip. 110015373

Tembusan Kepada Yth.

1. Bapak Pemimpin Proyek Induk PWS. Jeneberang.
2. Sdr. Ketua Jurusan Sipil Universitas "45".
3. Sdr. Asisten Teknik PFWE.
4. Sdr. Kepala Laboratorium PFWE.
5. Pertiinggal.

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG
PROYEK PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM. 30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

SURAT KETERANGAN
No : PD. 03-07-PPWB/10

Telah melaksanakan Penelitian dan Pengujian Beton pada Laboratorium Proyek Pembangunan Waduk Bili - Bili dalam rangka Tugas Akhir mahasiswa :

Nama :	Stambuk
1. Syamsuddin	45 88 040 020
2. La Umma	45 88 040 045

dengan judul: **STUDY PENGGUNAAN ABU BATU SEBAGAI AGGREGAT HALUS PADA MIX DESIGN BETON.**

Yang dilaksanakan dari tanggal 01 Februari 1995 s/d 02 Mei 1995, dengan Penelitian dan Pengujian sebagai berikut :

I. SAND TEST

1. Sieve Analysis
2. Decantation Test
3. Unit Weight
4. Absorption Test
5. Specific Gravity
6. Organic Impurities


II. GRAVEL TEST

1. Sieve Analysis
2. Decantation Test
3. Unit Weight
4. Absorption Test
5. Specific Gravity
6. Abrasion Test

III. Trial Mixing

IV. Compressive Strength

Data - data hasil pengujian seperti terlampir.
Demikian Surat Keterangan ini kami buat untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bili - Bili, Juli 1995
Proyek Pembangunan Waduk Bili-Bili
Pimpinan,

Ir. EMT. Pasribu, Dipl. HE.
NIP. 110 015 373

D U S T T E E S T I

Pemeriksaan Abu Batu I

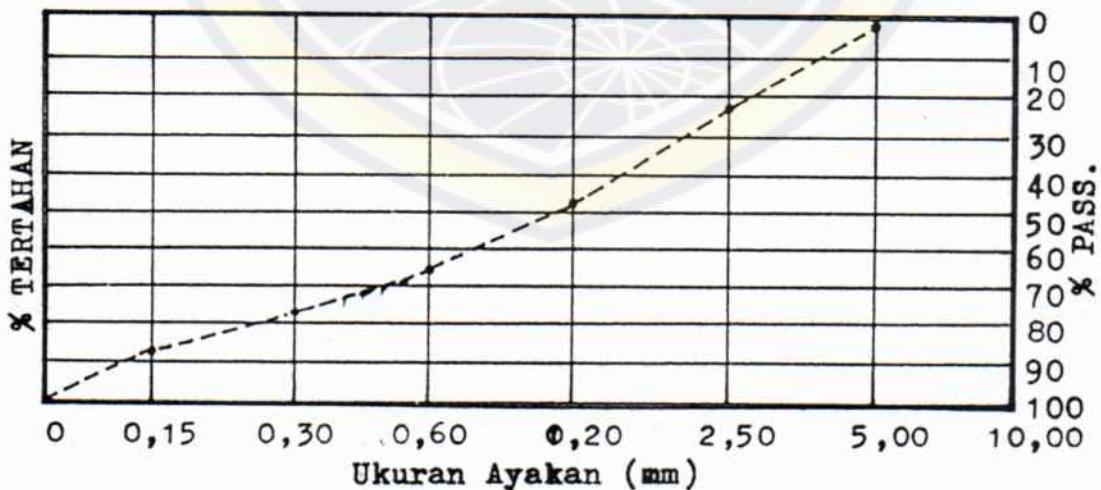
LOKASI : STONE CRUSHER CIKAL Date : Maret.22.1995.
 Sample No : 01.....TEsted by: Laboratory. PWBB.

I. Sieve Analys

Weight of sample & Container : 1663,00 gram
 Weight of container : 161,08 gram
 Weight of sample : 1201,92 gram

Sieve size	Cum. Weight retain			% Cum. Retain	% Cum. Pass.	Standar Spesifikasi
	C + S	C	S			
10	0	161,08	0	0	100	100
5	169,65		8,57	0,71	99,30	90 - 100
2,5	432,74		271,66	23,31	76,70	60 - 9595
1,2	481,80		320,72	49,99	50,00	30 - 70
0,6	256,81		195,73	66,28	33,70	15 - 35
0,3	293,64		132,56	77,32	22,70	8 - 30
0,15	259,06		97,98	85,46	14,50	5 - 15
0,075	498,40		176,24	100,00	0,00	0

II. Grafik Gradasi Abu Batu Hasil Pemeriksaan



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Surat/Laporan No. :
 Dikerjakan :
 Sampel : Laboratorium PPWBB
 Pekerjaan : PENELITIAN
 Sampel : 01. (20. buah silinder)
 Tanggal : 21. Maret 1995.

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SILINDER K 225

No	Tgl	Tgl	Umur	Berat	Slump	Luas	Beban	Kekuatan Tek.		Ket.
								$\sigma = \frac{P}{A}$	$\sigma_b' = \frac{\sigma}{0,83 \times \beta}$	
Cor	Test	Hari	(kg)	(mm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	β	
1	21-3-95	24-3-95	3	12,48	45,0	176,6	16000	91,0	274,0	0,40
2	21-3-95	24-3-95	3	12,50	45,0		17000	96,2	289,0	
3	21-3-95	24-3-95	3	12,54	40,0		18500	104,7	313,0	
4	21-3-95	24-3-95	3	12,52	40,0		17500	99,1	298,0	
5	21-3-95	28-3-95	7	12,56	45,0		24000	135,9	252,0	0,65
6	21-3-95	28-3-95	7	12,54	45,0		25500	144,4	266,0	
7	21-3-95	28-3-95	7	12,56	40,0		26700	151,2	279,0	
8	21-3-95	28-3-95	7	12,54	40,0		25900	146,6	272,0	
9	21-3-95	04-4-95	14	12,54	45,0		39000	220,8	302,0	0,88
10	21-3-95	04-4-95	14	12,54	45,0		33500	189,6	260,0	
11	21-3-95	04-4-95	14	12,56	40,0		39500	223,6	307,0	
12	21-3-95	04-4-95	14	12,54	40,0		38900	220,2	301,0	
13	21-3-95	11-4-95	21	12,46	45,0		34000	192,5	243,0	0,95
14	21-3-95	11-4-95	21	12,60	45,0		38700	219,1	277,0	
15	21-3-95	11-4-95	21	12,58	40,0		35600	201,5	256,0	
16	21-3-95	11-4-95	21	12,66	40,0		39900	225,9	287,0	
17	21-3-95	18-3-95	28	12,50	45,0		42500	240,6	290,0	1,00
18	21-3-95	18-3-95	28	12,54	45,0		43500	246,3	296,0	
19	21-3-95	18-3-95	28	12,60	40,0		43700	247,4	298,0	
20	21-3-95	18-3-95	28	12,62	40,0		44600	252,5	304,0	

BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI



SUDJAT WASESO, BE

NIP: 110024099



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Surat/Laporan No. :
 Sampel : LABORATORIUM.PPWBB
 Sampel : Q1. (.20.Silinder)
 Dikerjakan :
 Pekerjaan : BENEFITAN.....
 Tanggal : 21.Maret.1995...

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SILINDER K 225

No	Tgl	Tgl	Umur	Berat	Slump	Luas	Beban	Kekuatan Tek.		Ket.
								$\sigma = \frac{P}{A}$	$\sigma_b' = \frac{\sigma}{\beta}$	
	Cor	Test	Hari	(kg)	(mm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	β
1	21-3-95	24-3-95	3	12,48	45,0	176,6	16000	90,587	226,468	0,40
2	21-3-95	24-3-95	3	12,50	45,0	176,6	17000	96,249	240,623	
3	21-3-95	24-3-95	3	12,54	40,0	176,6	18500	104,742	261,854	
4	21-3-95	24-3-95	3	12,52	40,0	176,6	17500	99,079	247,699	
5	21-3-95	28-3-95	7	12,52	45,0	176,6	24000	135,881	209,047	0,65
6	21-3-95	28-3-95	7	12,54	45,0	176,6	25500	144,374	222,113	
7	21-3-95	28-3-95	7	12,56	40,0	176,6	26700	151,168	232,566	
8	21-3-95	28-3-95	7	12,54	40,0	176,6	25900	146,638	225,597	
9	21-3-95	04-4-95	14	12,54	45,0	176,6	39000	220,808	250,916	0,88
0	21-3-95	04-4-95	14	12,52	45,0	176,6	33500	189,667	215,531	
1	21-3-95	04-4-95	14	12,56	40,0	176,6	39500	223,637	254,134	
2	21-3-95	04-4-95	14	12,54	40,0	176,6	38900	220,241	250,273	
3	21-3-95	11-4-95	21	12,46	45,0	176,6	34000	192,498	202,629	0.95
4	21-3-95	11-4-95	21	12,60	45,0	176,6	38700	219,108	230,640	
5	21-3-95	11-4-95	21	12,58	40,0	176,6	35600	201,557	212,165	
6	21-3-95	11-4-95	21	12,66	40,0	176,6	39900	225,902	237,792	
7	21-3-95	18-4-95	28	12,50	45,0	176,6	42500	240,623	240,623	1,00
8	21-3-95	18-4-95	28	12,54	45,0	176,6	43500	246,284	246,284	
9	21-3-95	18-4-95	28	12,60	40,0	176,6	43700	247,417	247,417	
0	21-3-95	18-4-95	28	12,62	40,0	176,6	44600	252,512	252,512	

at. : Agregat halus abu batu dicuci dengan agregat kasar batu kerikil.
 β : Koefisien perbandingan kekuatan beton terhadap berbagai umur beton
 (dapat di lihat pada tabel III - 8, hal. III - 56).

BILI - BILI FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMRANGUNAN WADUK BILI - BILI

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI-BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Surat/Laporan No. :
 Dikerjakan :
 Sampel : Laboratorium PPWBB Pekerjaan : PENELITIAN.....
 Sampel : 02 (20 buah) Tanggal : 24 Maret 1995.....

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SLINDER K 225

Cat.: Agregat Halus Abu Batu dicuci dengan Agregat Kasar Batu Kerikil.

No.	Tgl	Tgl	Umur	Berat	Slump	Luas	Beban	Kekuatan Tek.		Ket.
								$\sigma = \frac{P}{A}$	$\sigma_b = \frac{\sigma}{\beta}$	
N	Cor	Test	Hari	Kg	mm	(cm ²)	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	β
1	24-3-95	27-3-95	3	12,68	40,0	176,625	14600	82,66	206,65	0,40
2	24-3-95	27-3-95	3	12,50	40,0	176,625	15100	85,49	213,73	
3	24-3-95	27-3-95	3	12,68	45,0	176,625	14500	82,09	205,24	
4	24-3-95	27-3-95	3	12,64	45,0	176,625	14900	84,36	210,90	
5	24-3-95	31-3-95	7	12,52	40,0	176,625	25500	144,37	222,11	0,65
6	24-3-95	31-3-95	7	12,52	40,0	176,625	25800	146,07	224,73	
7	24-3-95	31-3-95	7	12,62	45,0	176,625	24500	138,71	213,40	
8	24-3-95	31-3-95	7	12,66	45,0	176,625	23900	135,31	208,18	
9	24-3-95	07-4-95	14	12,50	40,0	176,625	32800	185,70	211,03	0,88
10	24-3-95	07-4-95	14	12,72	40,0	176,625	33000	186,84	212,31	
11	24-3-95	07-4-95	14	12,64	45,0	176,625	32600	184,57	209,74	
12	24-3-95	07-4-95	14	12,63	45,0	176,625	31900	180,61	205,24	
13	24-3-95	14-4-95	21	12,52	40,0	176,625	39500	223,64	235,41	0,95
14	24-3-95	14-4-95	21	12,52	40,0	176,625	39700	224,78	236,59	
15	24-3-95	14-4-95	21	12,70	45,0	176,625	39600	224,20	236,00	
16	24-3-95	14-4-95	21	12,60	45,0	176,625	38800	219,67	231,24	
17	24-3-95	21-4-95	28	12,58	40,0	176,625	42900	242,89	242,89	1,00
18	24-3-95	21-4-95	28	12,62	40,0	176,625	42700	241,75	241,75	
19	24-3-95	21-4-95	28	12,62	45,0	176,625	42500	240,62	240,62	
20	24-3-95	21-4-95	28	12,70	45,0	176,625	42800	242,32	242,32	

REPLIK LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI-BILI

[Signature]

SUDJAT WASESO, BE
 NIP: 110024099



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Nomor Surat/Laporan No. :

Kategori Sampel

: Laboratorium PPMBB

Jumlah Sampel

: 03 (20 buah silinder)

Dikerjakan :

Pekerjaan : PENELITIAN

Tanggal : 31 Maret 1995

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SILINDER K 225

No. (N)	Tgl. Cor	Tgl. Test	Umur Hari	Berat (kg)	Slup (mm)	Luas (cm ²)	Beban P (kg)	Kekuatan tek.		Ket. β
								$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)	$\sigma_b = \frac{P}{\beta}$ (kg/cm ²)	
1	31-3-95	03-4-95	3	12,58	45,00	176,6	14000	79,263	198,159	0,40
2	31-3-95	03-4-95	3	12,58	45,0	176,6	13500	76,433	191,083	
3	31-3-95	03-4-95	3	12,42	40,0	176,6	15000	84,926	212,314	
4	31-3-95	03-4-95	3	12,42	40,0	176,6	14500	82,095	205,237	
5	31-3-95	07-4-95	7	12,52	45,0	176,6	21500	121,727	187,272	0,65
6	31-3-95	07-4-95	7	12,52	45,0	176,6	21600	122,293	188,143	
7	31-3-95	07-4-95	7	12,36	40,0	176,6	22000	124,557	191,627	
8	31-3-95	07-4-95	7	12,32	40,0	176,6	21900	123,992	190,756	
9	31-3-95	14-4-95	14	12,22	45,0	176,6	34800	197,028	223,895	0,88
10	31-3-95	14-4-95	14	12,30	45,0	176,6	34100	193,064	219,391	
11	31-3-95	14-4-95	14	12,32	40,0	176,6	35500	200,991	228,398	
12	31-3-95	14-4-95	14	12,52	40,0	176,6	35900	203,255	230,972	
13	31-3-95	21-4-95	21	12,28	45,0	176,6	39000	220,807	232,428	0,95
14	31-3-95	21-4-95	21	12,30	45,0	176,6	40000	226,468	238,387	
15	31-3-95	21-4-95	21	12,32	40,0	176,6	39500	223,637	235,408	
16	31-3-95	21-4-95	21	12,48	40,0	176,6	40600	229,865	241,964	
17	31-3-95	28-4-95	28	12,58	45,0	176,6	39500	223,637	223,637	1,00
18	31-3-95	28-4-95	28	12,28	45,0	176,6	45000	254,777	254,777	
19	31-3-95	28-4-95	28	12,40	40,0	176,6	40100	227,035	227,035	
20	31-3-95	28-4-95	28	12,46	40,0	176,6	44500	251,946	251,946	

Cat.: Agregat halus Abu batu dicuci dengan Agregat kasar Batu Pecah.



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]

SUDJAT WASESO, BE
 NIP: 110024099

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

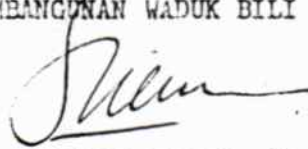
Inspirasi Surat/Laporan No. :
 Dikerjakan :
 Kasi Sampel : Laboratorium PEWBB Pekerjaan : PENELITIAN.....
 Nomor Sampel : 04 (20 buah Silinder) Tanggal : 04 April 1995...

Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder K 225

No. (N)	Tgl Cor	Tgl Test	Umur Hari	Berat (kg)	Slump (mm)	Luas A (kg/cm ²)	Beban P (kg)	Kekuatan tek.		Ket. β
								$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)	$\sigma' = \frac{P}{B}$ (kg/cm ²)	
1	04-4-95	07-4-95	3	12,48	45,0	176,6	14200	80,396	200,991	0,40
2	04-4-95	07-4-95	3	12,50	45,0	176,6	14500	82,095	205,237	
3	04-4-95	07-4-95	3	12,42	40,0	176,6	14600	82,661	206,652	
4	04-4-95	07-4-95	3	12,54	40,0	176,6	14800	83,793	209,483	
5	04-4-95	11-4-95	7	12,32	45,0	176,6	22500	127,388	195,982	0,65
6	04-4-95	11-4-95	7	12,50	45,0	176,6	20500	116,065	176,562	
7	04-4-95	11-4-95	7	12,60	40,0	176,6	23000	130,219	200,337	
8	04-4-95	11-4-95	7	12,50	40,0	176,6	21900	123,991	190,756	
9	04-4-95	18-4-95	14	12,50	45,0	176,6	29000	164,189	186,579	0,88
10	04-4-95	18-4-95	14	12,40	45,0	176,6	28100	159,094	180,789	
11	04-4-95	18-4-95	14	12,46	40,0	176,6	30000	169,851	193,013	
12	04-4-95	18-4-95	14	12,60	40,0	176,6	29900	169,285	192,369	
13	04-4-95	25-4-95	21	12,32	45,0	176,6	32000	181,175	190,710	0,95
14	04-4-95	25-4-95	21	12,54	45,0	176,6	31500	178,344	187,730	
15	04-4-95	25-4-95	21	12,50	40,0	176,6	33500	189,667	199,650	
16	04-4-95	25-4-95	21	12,52	40,0	176,6	32700	185,138	194,882	
17	04-4-95	02-5-95	28	12,42	45,0	176,6	37900	214,580	214,580	1,00
18	04-4-95	02-5-95	28	12,44	45,0	176,6	39500	223,638	223,638	
19	04-4-95	02-5-95	28	12,40	40,0	176,6	38500	217,976	217,976	
20	04-4-95	02-5-95	28	12,58	40,0	176,6	40200	227,601	227,601	

Cat.: Agregat halus Abu batu tidak dicuci dengan Agregat kasar Bt.Pecah.

BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI



SUDJAT WASESO, BE
 NIP:110024099



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Aspiran surat/laporan No. :
 Dikerjakan :
 Kasi Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL Pekerjaan : PENELITIAN
 Nomor Sampel : 01 (Debu Batu) Standar Tanggal :

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGATU HALUS ABU BATU

1. Analisa Ayakan

Weight of sample & Container : 5368,0 gram

Weight of Container : 1749,2 gram

Weight of sample : 3615,8 gram

Sieve Size	Cumul. weight gram			Cumul. Retained	Cumul. % Retai.	Cumul. % Pass.
	(C + S)	(C)	(S)			
8,50	1750,0	1749,2	0,0	0,000	100	
5,00	1764,0	1749,2	14,8	0,409	99,591	
2,50	2752,0		1002,8	27,733	72,266	
1,20	3785,0		2035,8	56,303	43,697	
0,60	4414,0		2664,8	73,698	26,301	
0,30	4849,0		3099,8	89,729	10,271	
0,15	5167,0		3417,8	94,524	5,476	
Pass	5370,0		3615,8	100	0,000	

Max. size : 5,00 mm. Fine modulus : 3,4239

Keterangan:

$$\text{Fine modulus (FM)} = \frac{\text{Jumlah komulatif \% Retained}}{100}$$

BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUJAT WASESO, BE
 NIP: 110024099



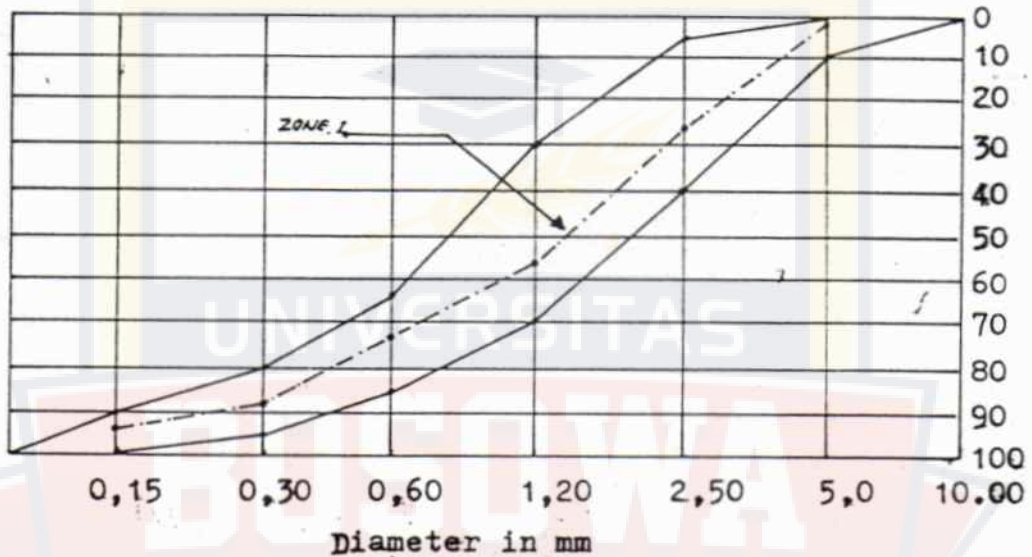
Aspiran surat/Laporan No. :
 Lokasi Sampel : Stone Crusher PT. Cikal
 Nomor Sampel : Qi Dust Standar

Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN.....
 Tanggal : 22 pebruari 95

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS DUST STANDAR

1. Sieve analys

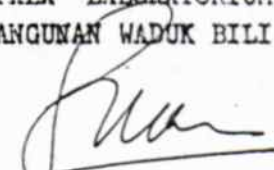
RESULT OF TEST



2. Decantation test (Pemeriksaan kadar Lumpur)

Before test	Weight of (S + C)	1547,20	gram
	Weight of (C)	163,22	gram
	Weight of (S)	1383,98	gram
After test	Weight of (S + C)	1519,50	gram
	Weight of (C)	163,22	gram
	Weight of (S)	1355,28	gram
Decreased amount Percentage		2,073 %	

BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI


 SUDJAT WASESO, BE
 NIP:



Aspiran Surat/Laporan No. :
 Kasi Sampel : Stone Crusher PT. GIKAL
 Nomor Sampel : Dust Q1 (Standar)

Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN
 Tanggal : 23 Februari 95

TEST UNIT WEIGHT (Pemeriksaan Berat Volume Agregat)

3. Unit Weight

Weight of	(C + S) in gram	3326,8	3342,50
	(C) in gram	806,8	806,80
	(S) in gram	2520,0	2535,70
Container No. and capacity (gr/cm ³)		2000,0	2000,00
Unit Weight		1,26	1,267

Average : 1,2635 gr/cc

4. Absorption (Penyerapan)

Surface dry Condition	Weight (S + C) in gram	1200,5	1192,20
	(C)	412,6	414,60
	(S)	A: 787,9	A: 777,60
Oven dry	Weight (S + C) in gram	1175,6	1167,60
	(C)	412,6	414,60
	(S)	B: 763,0	B: 753,00
Absorption : $\frac{A - B}{B} * 100 \%$		3,263 %	3,266 %

Average : 3,264 %



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUDJAT WASESO, BE

NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG
 LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Angkiran Surat/Laporan No. :
 Kasi Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL
 Nomor Sampel : Dust Standar 01

Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN
 Tanggal : 23 Februari 95

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS DEBU BATU

5. Specific Gravity (Berat Jenis)

Weight of sample, (S + C)	690,32 gram
(C)	190,32 gram
(S)	500 gram (A)
Volume of Flask (ml)	500
Water added to Flask	686,98 gram
Specific Gravity	2,609

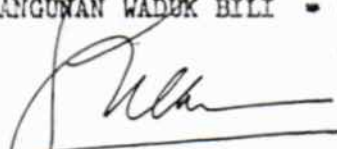
Cara Perhitungan :

- Berat Flask pakai tutup = 190.32 gram
- Berat sample (A) = 500 gram
- Berat air + berat Flask + berat sampel (air sampai batas kalibrasi) (B) = 995,35 gram
- Berat air sebatas garis kalibrasi + berat Flask (C) = 686,98 gram

- Specific Gravity = $\frac{A}{A + C - B}$

(GS) = $\frac{500}{500 + 686,98 - 995,35} = 2,609$

BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI


 SUJAT WASESO, BE
 NIP:



Surat/laporan No. :
 Kasi Sappel : Stone Crusher PT. CIKAL
 Kor Sappel : 02 Dust tidak Standar

Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN
 Tanggal : 6 Februari 95

**PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS (DUST TIDAK
 STANDAR / TIDAK DICUCI)**

1. Sieve analys (Analisa Ayakan)

Weight of sample & Container : 1656,02 gram					
Weight of container : 159,00 gram					
Weight of sample : 1497,02 gram					
Sieve size	Cumul. weight retain.			Cumul % Retained	Cumul. % Passing.
	C + S	G	S		
9,50	0	0	0	0	100
5,00	168,0	161,38	6,62	0,442	99,558
2,50	440,0		279,22	18,652	81,349
1,20	808,4		647,02	43,220	56,780
0,60	1090,0		928,62	62,203	37,797
0,30	1312,8		1151,422	76,914	23,086
0,15	1492,5		1331,12	88,892	11,108
Pass.	1658,4		1497,02	100,000	0,000

Maximum size : 5,00 mm

Fineness modulus : 2,903

Keterangan:

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{\text{Jumlah Comulatif \% Retained}}{100}$$



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 BUDJAT WASESO, BE
 NIP:

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

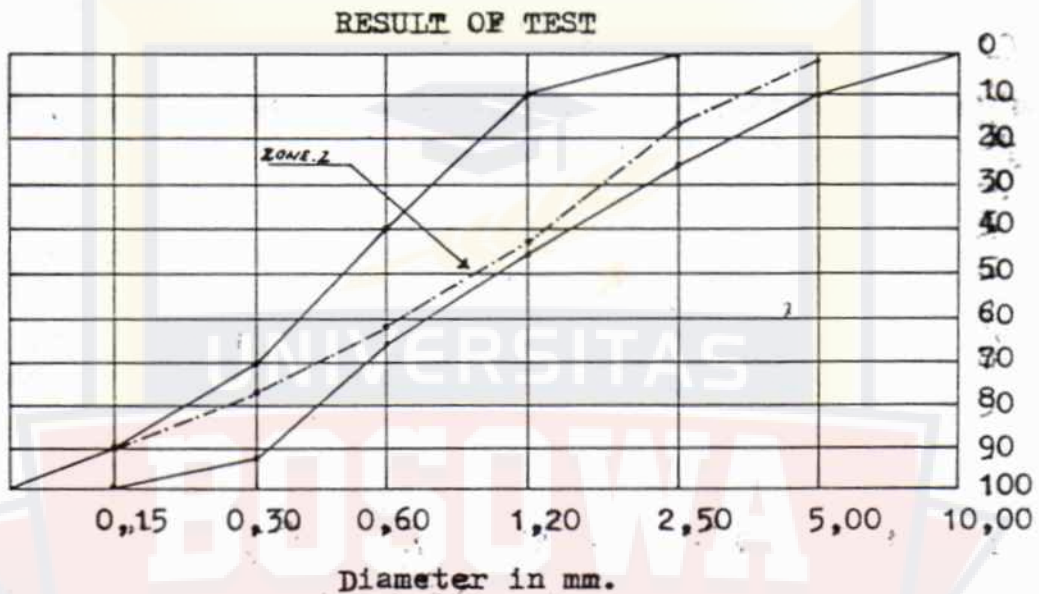
JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Berita Surat/Laporan No. :
 Jenis Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL
 Nomor Sampel : 02 DUST TIDAK STANDAR

Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN.....
 Tanggal :

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS DUST

1. Sieve analys (Analisa Ayakan)



2. Decantation test

Before test	Weight of (S +C)	1556,50	1031,25
	Weight of (C)	423,09	412,60
	Weight of (S)	1133,41	618,65
After test	Weight of (S +C)	1340,80	927,30
	Weight of (C)	423,09	414,60
	Weight of (S)	917,71	512,70
Decreased amount Percentage		19,71 %	20,665 %



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUBJAT WASESO, BE
 NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Nomor Surat/Laporan No. :
 Jenis Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL
 Nomor Sampel : 02. Dust. Tidak Standar
 Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN.....
 Tanggal : 22 Maret 95.....

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS DUST TIDAK
 STANDAR/TIDAK DIGUCI

3. Unit Weight (Berat Volume)

(C + S) in gram	3657,0	3680,9
Weight of (C) in gram	807,0	807,0
(S) in gram	2850,0	2879,9
Container No. and capacity	2000 gr/cc	2000 gr/cc
Unit Weight	1,425	1,437

Average : 1,431

4. Absorption (Penyerapan)

Surface dry Condition	Weight (S + C)	1207,70	1288,45
	in gram (C)	423,09	406,43
	(S) A: 784,61	882,02	
Oven dry	Weight (S + C)	1192,00	1272,80
	in gram (C)	423,09	406,43
	(S) B: 768,91	866,37	
Absorption : $\frac{A - B}{B} * 100 \%$		2,042	1,806

Average : 1,924 %



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUBJAT WASESO, BE

NIP:

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Aspiran Surat/Laporan No. :
 Lokasi Sampel : Stone Crusher, PT. CIKAL
 Nomor Sampel : 02. DUST. Tidak Standar
 Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN.....
 Tanggal : 22. Maret. 1995...

**PEMERIKSAAN KARAKTERISTI AGREGAT HALUS DUST TIDAK
 STANDAR/ TIDAK DICUCI**

5. Specific Gravity (Berat Jenis)

Weight of sample (S + C)	681,75 gram
(C)	181,75 gram
(S)	500,0 gram
Volume of Flask (ml)	500,0
Water added to Flask	191,0 gram
Specific Gravity	2,617

Gara Perhitungan:

- Berat Flask tanpa tutup = 181,75 gram
- Berat sample (A) = 500 gram
- Berat air = berat sample + berat Flask (air sampai batas kalibrasi) (B) = 990,75 gram
- Berat air sebatas kalibrasi = berat Flask (C) = 681,75 gram

$$\text{Specific Gravity} = \frac{A}{A + C - B}$$

$$(GS) = \frac{500}{500 + 681,75 - 990,75} = 2,617$$



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUJAT WASESO, BE
 NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Agenda Surat/Laporan No. :
 Jenis Sampel : Bili - Bili
 Nomor Sampel : 01 Batu Bulat

Dikerjakan : Syamsuddin/Laum
 Pekerjaan : PENELITIAN
 Tanggal : 03 FEBRUARI 1995

STEEVE ANALYSIS (ANALISA SARINGAN KERIKIL)

weight (Container + sample) : 47720 gram
 Weight (Container) : 4980 gram
 Weight (Sample) : 42740 gram

Sieve size	Cumul. Weigt gram			Cumul. Retained	Cumul. % Retai.	Cumul. % Pass.
	(G + S)	(C)	(S)			
40,00	0	0	0	0	0	100
37,50	2501	2325,5	175,5	175,5	0,41 ✓	99,59
25,40	15240	2282,0	12958	13133,5	30,70	69,30
19,10	11255	2296,1	8958,9	22092,4	51,70 ✓	48,30
15,90	6240,0	2309,0	3931,0	26023,4	60,90	39,10
9,50	10477	2309,8	8167,2	34190,6	79,90 ✓	20,10
4,75	7777,8	2293,3	5484,5	39675,1	92,80 ✓	7,20
2,36	4378,0	2341,0	2037,0	41712,1	97,60 ✓	2,40
pasw	1201,65	173,75	1027,9	42740,0	100	0

Fineness Modulus (modulus kehalusan) : 7,2241

Maximum size : 37,50 atau 38,0 mm.

Keterangan :

Fineness Modulus = $\frac{\text{Jumlah Comulatif } \% \text{ Retained} + 400}{100}$



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 PUJAT WASESO, BE

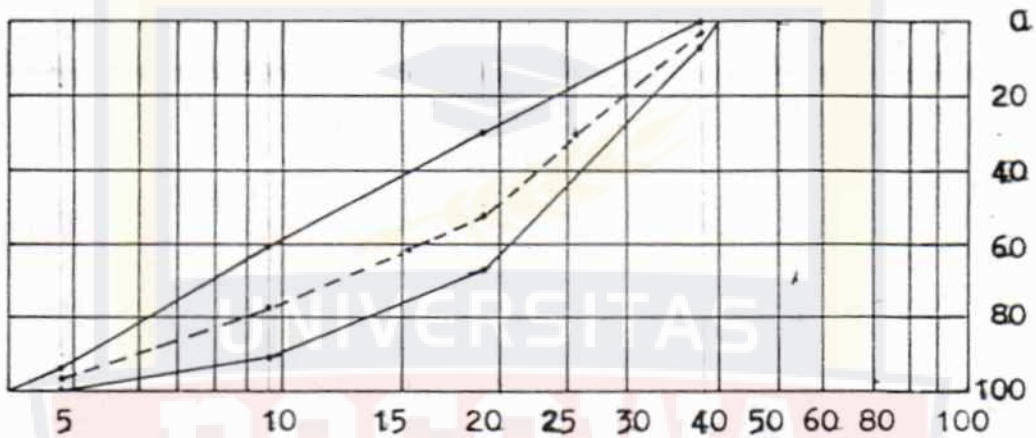
NIP:

Aspiran Surat/Laporan No. :
 KLASI Sampel : Bili - Bili
 No. Sampel : 01 (Batu Kerikil Bulat)

Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN
 Tanggal : 14 Februari 95

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR BATU BULAT

1. Sieve analysis (Analisa Ayakan)



2. Decantation Test (Pemeriksaan Kadar Lumpur)

Before test	Weight (C + S)	1801,00	
	in gram (C)	163,22	
	(S)	1637,78	
After test	Weight (C + S)	1792,00	
	in gram (C)	163,22	
	(S)	1628,67	
Decreased Amount %		0,556 %	



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

SUDJAT WASESO, BE
 NIP:

Nomor Surat/Laporan No. :
 Nama Sampel : Sungai Jeneberang (BILI-BILI)
 Nomor Sampel : Di Batu Kerikil Bulat
 Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN.....
 Tanggal : 03 pebruari 95.

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR BATU BULAT

3. Unit Weight (Berat Volume)

Container No.		
Capacity of container	10.000 gr/cc	10.000 gr/cc
Weight of sample (C + S)	21.925	21.730
in gram (C)	4052,5	4052,5
(S)	17.872,5	17.677,5
Unit Weight gr/cm ³	1,787	1,768

Average : 1,778 gr/cc

Cara Perhitungan :

* Berat sample SSD B = 17.872,5 gram
 * Capacity of container = 10.000 gram/cc (A)
 * Unit weight = $\frac{B}{A} = \frac{17.872,5}{10.000} = 1,787 \text{ gr/cc}$

* Berat sampel (SSD) B = 17.677,5 gram
 * Capacity of container = 10.000 gram/cc (A)
 * Unit weight = $\frac{B}{A} = \frac{17.677,5}{10.000} = 1,768 \text{ gr/cc}$

* Unit weight rata-rata = $1,787 + 1,768 = 3,555/2 = 1,7775$



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUBJAT WASESO, BE

NIP:

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG Telp. (0411) 320653

Angka Surat/Laporan No.
 Nama Sampel : Bili - Bili
 Nomor Sampel : 01. (Batu Kerikil)

Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN.....
 Tanggal : 3 Februari 95..

PENENTUAN SPECIFIC GRAVITY BATU KERIKIL

4. Specific Gravity and Absorption

Surfase dry condition	Weight (C + S)	5000	5000
	in gr (C)	1741,0	1751,2
	air (S)	B=3259	B=3248,8
	Water (S)	C=2004	C=1999,8
Open dry condition	Weight (C + S)	4928,2	4903,8
	in gr (C)	1741,0	1751,2
	(S)	A=3187,2	A=3152,30
Specific Gravity = $\frac{B}{B - C}$		2,59	2,60
Absorption = $\frac{B - A}{A} * 100 \%$		2,253	3,061

Average : Specific Gravity = 2,595

Absorption = 2,656 %



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUDJAT WASESO, BE
 NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Aspiran Surat/Laporan No. :
 Lokasi Sampel : Bili - Bili (S. JENEBERANG)
 Nomor Sampel : 01. (BATU KERIKIL BULAT)

Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN
 Tanggal : 8 Pebruari 95...

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR KERIKIL BULAT

5. Abration Test (Pemeriksaan Keausan)

Test size	%	Weight		2 - 3	100 ⁴ /2	1. * 5 100 %
		before	after			
	1	2	3	4	5	6
5 - 10	1250	(1)5000	3748	1252	25,04	
10 - 20	1250					
20 - 40	1250					
40 - 60	1250	(2)5000	3626	1374	27,48	
60 - 80						

Cara Perhitungan:

Type : A

Jumlah steel ball : 12

Jumlah putaran : 500 kali

HASIL TEST :

Sample no. 1

Berat kering awal : 5000 gram

Berat kering setelah test : 3748 gram (timbangan 60kg.

(tertahan ayakan 1-7 mm) ketelitian 1gram)

$$\text{Abration loss} = \frac{5000 - 3748}{5000} * 100 \% = 25.04 \%$$

Sample no. 2

Berat kering awal : 5000 gram

Berat kering setelah test : 3626 gram

$$\text{Abration loss} = \frac{5000 - 3626}{5000} * 100 \% = 27,48 \%$$

$$\text{Average} : 25,04 + 27,48 / 2 : 26,26 \%$$

BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

SUDIAT WASESO, BE

NIP:



LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Surat/Isiporan No. :
 Dikerjakan :
 Kasi Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL Pekerjaan : PENELITIAN
 No Sampel : 02. Batu Pecah MS. 5 - 10 mm Tanggal : 8 Februari 95...

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR BATU PECAH

1. Sieve Analysis

Weight (Container + sample) : 6531,73 gram

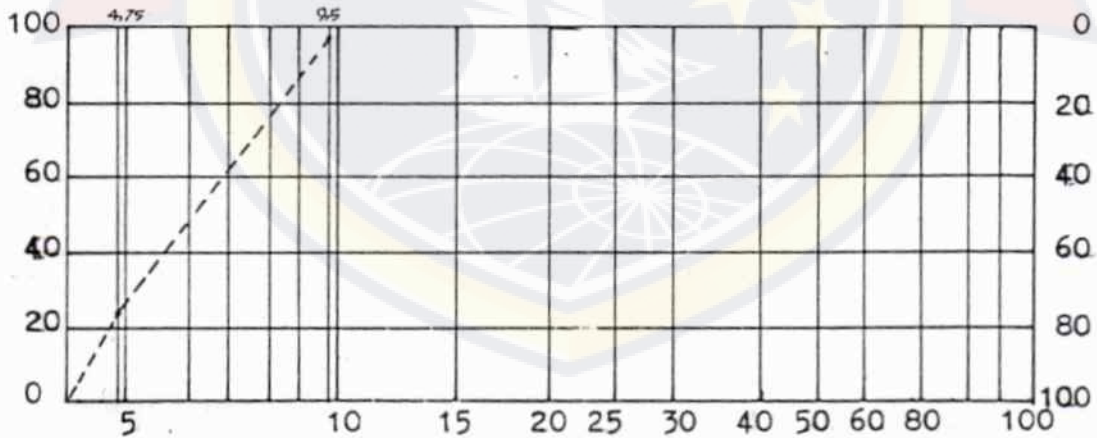
Weight (Container) : 2282,00 gram

Weight (Sample) : 4249,73 gram

Sieve size	Cumu I.	Weight gram		Cumu I.	Cumu I.	Cumu I.
	(C + S)	(G)	(S)	Retn. %	Retain. %	% Pass.
15,00	0	0	0 0	00	00	100
9,50	198,90	103,06	995,84	995,84	22,25	97,75
4,75	3381,00	174,57	3206,43	3302,27	77,70	22,30
2,36	1006,30	143,94	862,36	4164,63	97,99	2,01
pasw	499,70	414,60	85,10	4249,73	100,0	0,00

Fineness Modulus :: 5,77

Max. size : 10 mm



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUJIAT WASESO, BE
 NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG
 LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Spiran Sura / Laporan No. :
 Dikerjakan :
 Jenis Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL
 Pekerjaan : PENELITIAN
 No. Sampel : 02 Batu Pecah. No. 5 - 10 mm Tanggal : 8 Februari 95

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR BATU PECAH

2. Decantation Test (Pemeriksaan Kadar Lumpur)

Before test	Weight (C + S)	1102,5	1360,50
	in gram (C)	401,4	406,40
	(S)	701,1	954,10
After test	Weight (C + S)	1090,6	1345,00
	in gram (C)	401,4	406,40
	(S)	689,2	938,60
Decreased Amount %		1,697 %	1,624 %

3. Unit Weight (Berat Volume)

Container No.			
Capacity of Container		10.000	10.000
Weight of	(C + S) in gram	18400,5	18350,0
	(C) in gram	4052,5	4052,5
	(S) in gram	14348,0	14297,5
Unit Weight gr/cc		1,435	1,429

4. Specific Gravity and Absorption

Surfase dry Condition	Weight (C + S)	2643,94	2912,6
	in gram (C)	143,94	412,6
	(S)	B:2500,0	B: 2500
Weight in water		C: 1531,3	C: 1527,0
Oven dry Condition	Weight (C + S)	2553,5	2822,5
	(C)	143,94	412,6
	(S)	A: 2409,56	A: 2409,9
Specific Gravity : $\frac{B}{B - C}$		$\frac{2.581}{3.753}$	$\frac{2.569}{3.738}$

Absorption : $\frac{B * A}{A} * 100 \%$

Average :

- Specific Gravity : 2,575

- Absorption : 3,745 %

KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

SUDJAT WASESO, BE

NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINDO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Surat/Laporan No. :
 Dikerjakan :
 Jenis Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL
 Pekerjaan : PENELITIAN
 No. Sampel : 02 Batu Pecah MS. 10-20 mm
 Tanggal : 7 Februari 95

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGRREGAT KASAR BATU PECAH

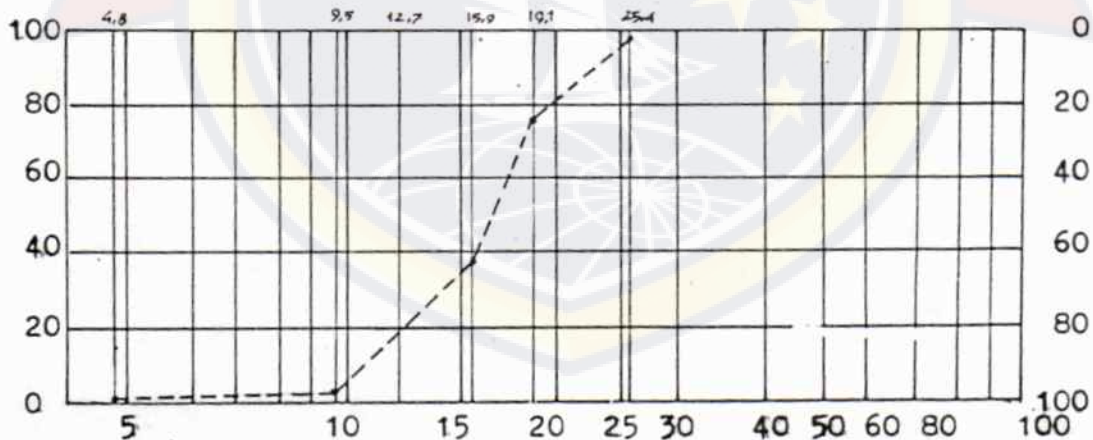
1. Sieve Analysis

Weight : (Container + Sample) : 12591,09 gram
 Weight (Container) : 2225,50 gram
 Weight (Sample) : 10265,59 gram

SIEVE size	Cumul. Weight gram			Cumul. Retain.	Cumul. % Retain.	Cumul. % Pass.
	(C + S)	(C)	(S)			
30,00	0	0	0	0	0	100
25,40	262,2	143,94	118,25	118,25	1,15	98,85
19,10	2479,8	174,57	2305,23	2423,48	23,61	76,39
15,90	5867,0	1751,20	4115,80	6539,28	63,70	36,30
9,50	3797,0	161,08	3635,92	10175,20	99,12	0,88
4,75	229,1	173,75	55,35	10230,55	99,66	0,34
2,36	11,32	7,90	3,42	10233,97	99,69	0,31
pasw	134,70	103,06	31,62	10265,59	100,0	0,00

Fineness Modulus : 7,22

Max. size : 25,40



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]

GUDJAT WASESO, BE

NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Aspek surat/laporan No. :
 Jenis Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL
 Nomor Sampel : 02. Batu Pecah MS. 10-20 mm
 Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN
 Tanggal : 7. Februari 95.

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR BATU PECAH

2. Decantation test (Pemeriksaan Kadar Lumpur)

Before test	Weight (C + S)	3286,90	3511,30
	in gram (C)	161,00	160,25
	(S)	3126,90	3351,05
After test	Weight (C + S)	3270,60	3490,30
	in gram (C)	161,00	160,25
	(S)	3109,60	3330,05
Decreased Amount %		0,553 %	0,626 %

3. Unit Weight (Berat Volume)

Container No.			
Capacity of container		10.000	10.000
Weight of	(C + S) in gram	19.010	19.170,50
	(C) in gram	4052,5	4052,50
	(S) in gram	14957,5	15118,0
Unit Weight gr/ cm ³		1,495	1,512

Average : 1,503 gr/cc

4. Specific Gravity and Absorption

Surfase dry Condition	Weight (C + S)	2651,0	2673,75
	in gram (C)	161,08	173,75
	(S)	B:2489,92	B:2500,00
In water (S)		C:1519,50	C:1543,90
Oven dry condition	Weight (C + S)	2564,50	2606,00
	(C)	161,08	173,75
	(S)	A:2403,42	A:2432,25
Specific Gravity : $\frac{B}{B - C}$		2,565	2,615
Absorption : $\frac{B - A}{A}$		3,599 %	2,785 %

Average :

Specific Gravity : 2,590

Absorption : 3,192 %

KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

SUDJAT WASESO, BE

NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Surat/Laporan No. :
 Dikerjakan :
 Jenis Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL Pekerjaan : PENELITIAN
 Nomor Sampel : 02. Batu Pecah MS. 20-30 MM Tanggal : 07. Februari 95.

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR BATU PECAH

1. Sieve Analysis

Weight (Container + Sample) : 17400,35 gram

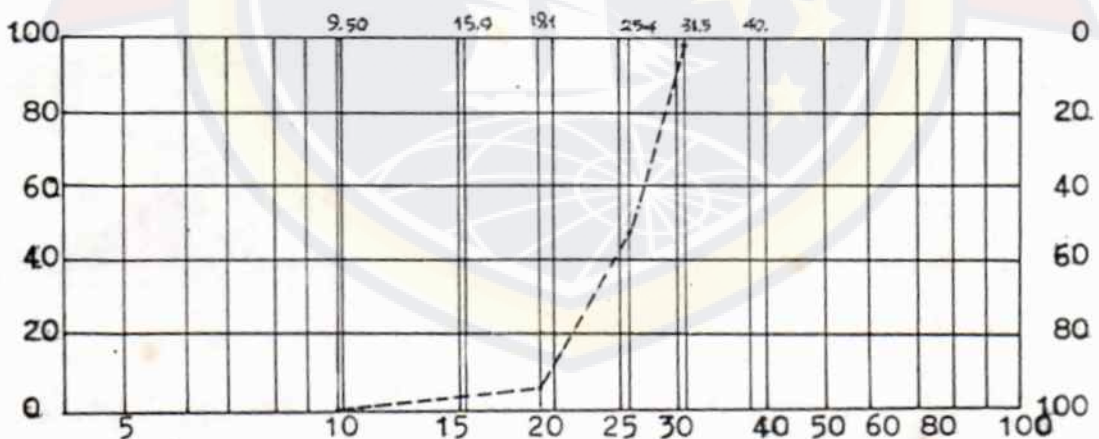
Weight (Container) : 2296,10 gram

Weight (Sample) : 15104,25 gram

Sieve size	Cumul. Weight gram			Cumul Retain	Cumul. % Ret.	Cumul. % Pass.
	(C + S)	(C)	(S)			
40,00	0	0	0	0,00	0	100
31,50	217,1	173,75	43,35	43,35	0,29	99,71
25,40	9276,0	1749,20	7526,80	7570,15	50,12	49,88
19,40	8886,0	1739,00	7147,00	14717,45	97,44	2,56
15,90	735,9	412,60	323,30	15040,45	99,58	0,42
9,50	478,4	412,60	63,80	15104,25	100,00	0,00
4,75	0	0	0	0	0	0
Pasw			15104,25			

Fineness Modulus : 7,97

Max. size : 31,50 mm.



BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUDJAT WASESO, BE
 NIP:

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN
 PROYEK INDUK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI JENEBERANG

LABORATORIUM PROYEK PEMB. WADUK BILI - BILI

JLN. RAYA MALINO KM.30 KAB. GOWA P.O. BOX 1343 UJUNG PANDANG TELP. (0411) 320653

Lampiran Surat/Laporan No. :
 Lokasi Sampel : Stone Crusher PT. CIKAL
 Nomor Sampel : 02 Batu Pecah MS. 20-30 mm. Dikerjakan :
 Pekerjaan : PENELITIAN Tanggal : 7 Pebruari 95

PEMERIKSAAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR BATU PECAH

2. Decantation Test (Pemeriksaan Kadar Lumpur)

Before test	Weight (C + S)	3427,4	3123,1
	in gram (C)	161,38	144,96
	(S)	3266,02	2978,14
After test	Weight (C + S)	3413,60	3111,80
	in gram (C)	161,38	144,96
	(S)	3252,22	2966,84
Decreased Amount %		0,422 %	0,379 %

3. Unit Weight (Berat Volume)

Container No.			
Capacity of container		10.000	10.000
Weight of	(C + S) in gram	18.945,0	19.710,0
	(C) in gram	4052,5	4052,5
	(S) in gram	14.892,5	15.657,5
Unit Weight gr/cc.		1,489	1,565

4. Specific Gravity and Absorption

Surfase dry condition	Weight (C + S)	5000	5000
	in gram (C)	1693,0	1750,0
	(S)	B: 3307,0	B: 3250,0
	in water (S)	C: 2029,5	C: 1999,5
Oven dry condition	Weight (C + S)	4922,6	4923,1
	(C)	1693,0	1750,0
	(S)	A: 3229,6	A: 3173,1
Specific Gravity : $\frac{B}{B - C}$		2,588	2,598
Absorption : $\frac{B - A}{A} * 100 \%$		2,396%	2,423 %

Average :

- Specific Gravity : 2,593
- Absorption : 2,409 %.

BILI - BILI, FEBRUARI 1995
 KEPALA LABORATORIUM PROYEK
 PEMBANGUNAN WADUK BILI - BILI

[Signature]
 SUDJAT WASESO, BE

NIP:

