

TUGAS AKHIR

**Study Penggunaan Split Bollangi Sebagai Agregat Kasar Dengan
Variasi Kadar Semen Untuk Campuran Beton**



OLEH :

STEPANUS MAGANG
Nim. 45 94 041 084

ANDI HARSONO
Nim. 45 94 041 072

**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS "45" MAKASSAR
2009**

LEMBAR PENGAJUAN

(Tugas Akhir)

Tugas Ini Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mengikuti Seminar Dan Ujian Akhir Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar

Judul :

"Penggunaan Split Bollangi Sebagai Agregat Kasar Dengan Variasi Kadar Semen Untuk Campuran Beton"

Disusun Oleh :

Stepanus Magang/Andi Harsono
45 94 041 084/45 94 041 072

Makassar,

2009

Pembimbing I,



Ir. Syahrul Sariman, MT

Pembimbing II,



Ir. M. Natsir Abduh, MT.

Pembimbing III,

Ir. Tamrin. M, MT

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Rudi Latif, M. Si

Ketua Jurusan,



Ir. Syahrul Sariman, MT



UNIVERSITAS "45"

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp (0411) 452901 – 452789

Fax. (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id

MAKASSAR-INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Universitas "45" Makassar Nomor A. 045/SK/FT.U-45/III/2010 Pada hari Sabtu, Tanggal 20 Maret 2010 Pukul 08.30 – 11.30 WITA, Perihal Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Pada Hari / Tanggal : Sabtu, 20 Maret 2010
Nama : STEPANUS MAGANG / ANDI HARSONO
No. Stambuk : 45 94 041 084 / 45 94 041 072
Fakultas : Teknik / Sipil
Judul Tugas Akhir : "STUDI PENGGUNAAN SPLIT BOLLANGI SEBAGAI AGRERAT KASAR DENGAN VARIASI KADAR SEMEN UNTUK CAMPURAN BETON"

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana jenjang Strata Satu (S – 1) pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar.

PENGAWAS UMUM

PROF. DR. H. ABU HAMID
(Rektor Universitas "45" Makassar)

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua : Ir. H. Iskandar Maricar, MT (.....)

Sekretaris : Ir. Fauzy Lebang, MT (.....)

Anggota : Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT (.....)
Ir. H. Syafruddin Rauf, MT (.....)
St. Hijraini Nur, ST, MT (.....)

Ex-Oficio : Ir. Syahrul Sariman, MT (.....)
Ir. M. Natsir Abduh, M.Si (.....)
Ir. Tamrin, M.MT (.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik
Universitas "45" Makassar

IR. RUDI LATIEF, M.Si
NIK. 45 01 84

Ketua Jurusan Sipil
Universitas "45" Makassar

IR. SYAHRUL SARIMAN, MT
NIP. 132 092 389

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyusun tugas ini sampai selesai. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas “45” Makassar dengan judul :

“Study Penggunaan Split Bollangi Sebagai Agregat Kasar Dengan Variasi Kadar Semen Untuk Campuran Beton”

Terwujudnya tulisan ini merupakan hasil usaha terpadu dari kami dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu perkenankanlah kami mengucapkan banyak terima kasih kami kepada :

1. Bapak Ir. Ir. Syahrul Sariman, MT, Bapak Ir. M. Natsir Abduh, MT dan Bapak Ir. Tamrin. M, MT selaku Pembimbing.
2. Bapak Ir. Rudi Latif, M. Si selaku Dekan Fakultas Teknik beserta staf.
3. Bapak Ir. Syahrul Sariman, MT selaku Ketua Jurusan beserta staf.
4. Bapak Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Unhas beserta staf.
5. Kedua orang tua tercinta beserta seluruh keluarga atas segala doa serta dorongannya sehingga penulisan ini dapat terselesaikan.
6. Rekan-rekan mahasiswa angkatan “94” serta seluruh pihak yang telah membantu.

Akhirnya, sebagai manusia biasa kami tetap menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran

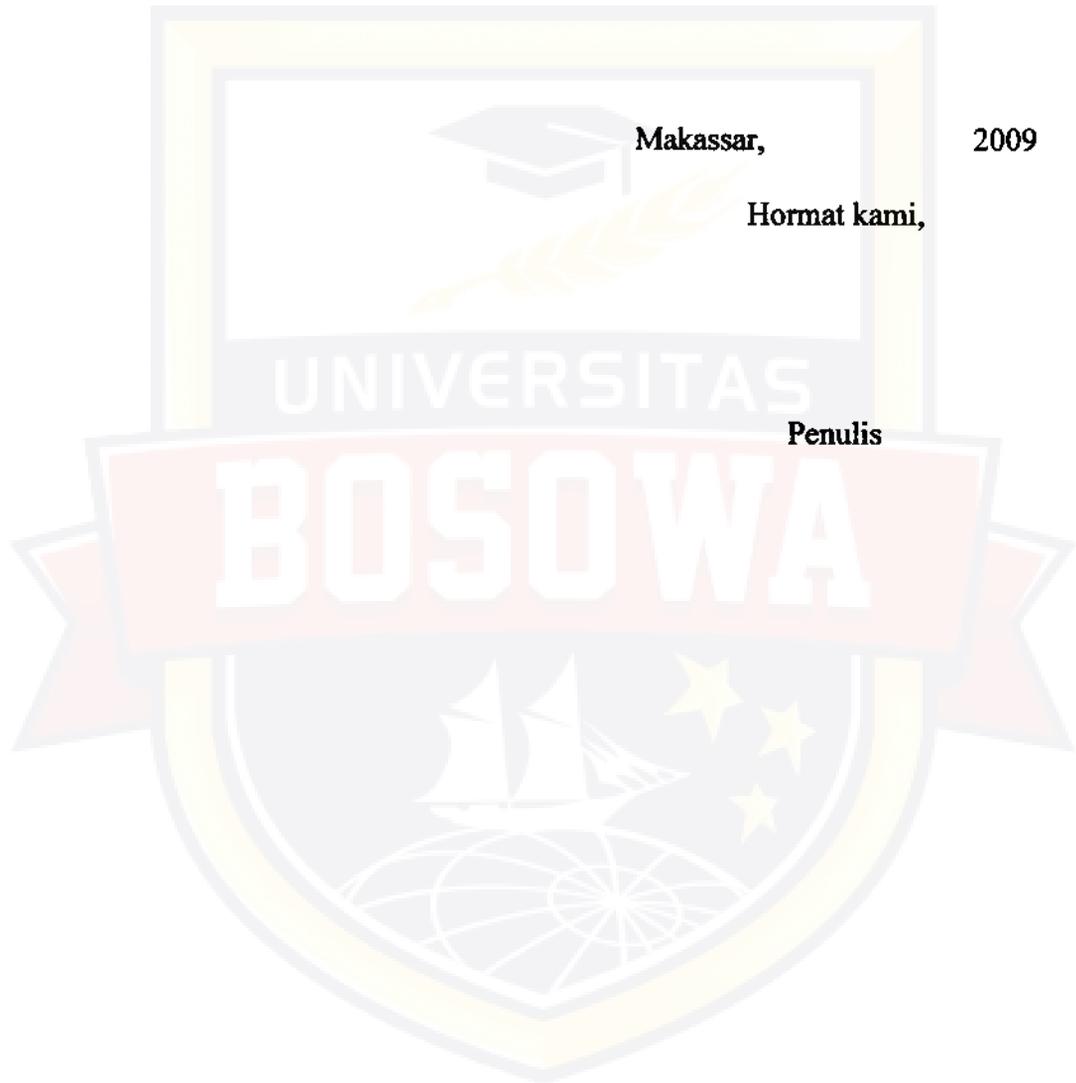
dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak. Atas saran dan kritiknya tersebut penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Makassar,

2009

Hormat kami,

Penulis



DAFTAR ISI

Lembar Judul	i
Lembar Pengajuan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar tabel	vii
Daftar Gambar.....	viii
Daftar grafik	ix
Daftar notasi	x
Data lampiran	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Alasan Memilih Judul	1
1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian	2
1.4 Pokok Bahasan Dan Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
BAB II STUDI KEPUSTAKAAN	5
2.1 Beton	5
2.2 Batu Gunung	15
2.3 Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar	18

2.4 Teori Rancangan Campuran Beton	23
BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1 Bagan Air Penelitian	39
3.2 Pemeriksaan Batu Gunung Sebagai Agregat Kasar Beton	40
3.3 Perencanaan Campuran Beton	43
3.4 Pembuatan Benda Uji.....	52
3.5 Pengujian Kuat Tekan Beton	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Hasil Pemeriksaan	55
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	57
BAB V PENUTUP.....	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar	4
II.2 Spesifikasi Karakteristik Agregat halus	5
Tabel IV.1 Hasil Pemaksaan Agregat Kasar	46
IV.2 Hasil Pemaksaan Agregat Halus	47
IV.3 Hasil Pengetasan Beton Dengan Kadar Semen 349,56 kg/m ³	61
IV.4 Hasil Pengetasan Beton Dengan Kadar Semen 300 kg/m ³	75
IV.5 Hasil Pengetasan Beton Dengan Kadar Semen 400 kg/m ³	71

DAFTAR NOTASI

Tbk = Kuat Tekan Beton

Tbm = Kuat Tekan Beton Rata-Rata

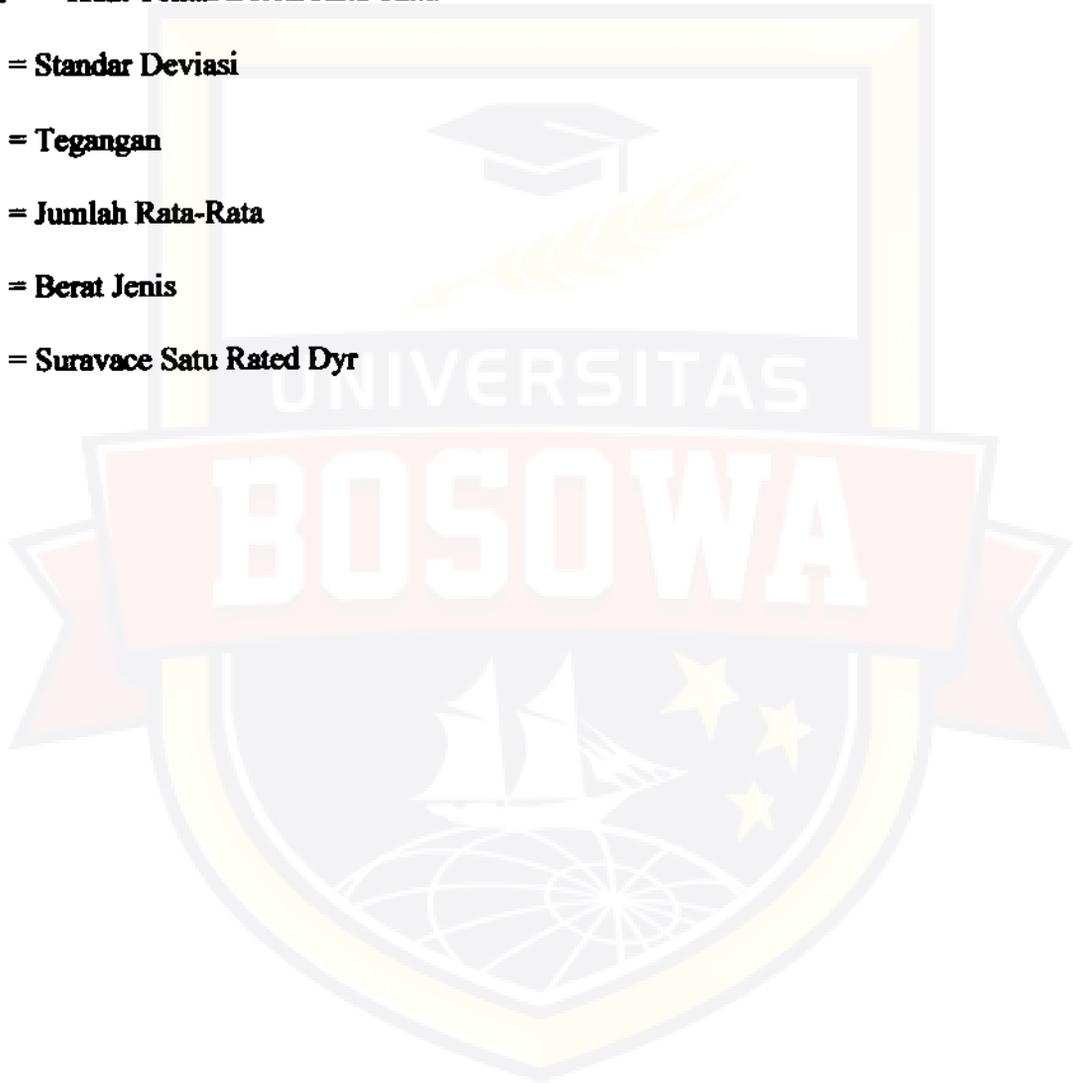
S = Standar Deviasi

Tb = Tegangan

Σ^{II} = Jumlah Rata-Rata

Bs = Berat Jenis

Ssd = Suravace Satu Rated Dyr



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Analisa Sampel Hasil

Lampiran II Analisa Saringan Sampel Krikil

Lampiran III Pemeriksaan Kadar Air Pasir

Lampiran IV Pemeriksaan Kadar Air Kerikil

Lampiran V Pemeriksaan Gerak Volume Pasir

Lampiran VI Volume Kerikil

Lampiran VII Pemeriksaan Kadar Lumpur

Lampiran VIII Pemeriksaan Keausan

Lampiran XI Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Lampiran X Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Lampiran XI Pemeriksaan Zat Organik

Lampiran XII Foto-Foto

BAB I



PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah banyak memberikan kemajuan di segala bidang, baik di bidang konstruksi maupun industri. Namun pada bidang konstruksi seringkali kita dapatkan batu-batuan yang belum dapat dimanfaatkan secara optimal.

Pada bidang konstruksi, teknologi beton memegang peranan yang sangat penting. Beton merupakan hasil campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen Portland dan air. Dalam hal ini agregat adalah butiran-butiran mineral (batu-batuan, kerikil, batu pecah atau batu alam) yang dicampur dengan semen Portland dan air dengan volume tertentu sehingga menghasilkan beton. Dari berbagai agregat yang didapat sebagai material pembuat beton, penulis akan mencoba membuat studi sebagai alternatif penggunaan batu gunung asal Bollangi sebagai agregat kasar.

Sesuai dengan kenyataan di lapangan bahwa batu gunung yang berlokasi di Bollangi pernah dikelola/dieksploitasi oleh sebuah perusahaan, namun sekarang tidak lagi. Menurut informasi dari pengelola perusahaan itu mengatakan bahwa batu tersebut sangat keras dan padat. Atas dasar inilah peneliti bermaksud meneliti tentang alternatif penggunaan batu gunung asal Bollangi Kabupaten Gowa sebagai agregat kasar. Untuk itu penulis memberi judul "**Studi Penggunaan Split Bollangi Sebagai Agregat Kasar dengan Variasi Kadar Semen Untuk Campuran Beton.**"

1.2. Maksud Dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk memeriksa karakteristik agregat kasar asal Bollangi sebagai campuran beton berdasarkan hasil penelitian di laboratorium.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik agregat agar dapat dipergunakan sebagai alternatif bahan agregat kasar pada campuran beton yang berkualitas dan efisien

1.3. Pokok Bahasan Dan Batasan Masalah

Sebagai pokok bahasan dalam penulisan ini difokuskan pada penggunaan material split batu gunung yang berasal dari Bollangi Kabupaten Gowa sebagai agregat kasar pada campuran beton, dengan mengadakan serangkaian pengujian di laboratorium. Untuk memberikan ruang lingkup yang jelas tentang apa yang akan dibahas, diperlukan batasan masalah sebagai berikut :

- Pedoman yang dipakai berdasarkan peraturan beton bertulang Indonesia PBI 1971.
- Metode yang digunakan adalah metode DOE.
- Mutu beton yang direncanakan adalah K 300.
- Variasi kadar semen 300 Kg / m³ dan 400 Kg/m³
- Agregat kasar yang dipakai berasal dari Bollangi dengan pasir alam sebagai agregat halus yang berasal dari Kabupaten Gowa.
- Bahan pengikat yang digunakan adalah semen Portland (PC) type 1 yang diproduksi oleh PT. Semen Tonasa.

- Air yang digunakan air standar PAM
- Campuran beton tidak menggunakan bahan tambahan (additive)

1.4. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan yang digunakan adalah membagi kerangka masalah dalam beberapa bab, dengan maksud agar masalah yang dikemukakan lebih jelas dan mudah dipahami.

Dalam penulisan ini terdiri dari 5 (lima) bab yang tersusun sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, alasan memilih judul, maksud dan tujuan penelitian, pokok bahasan dan batasan masalah serta sistematika pembahasan.

BAB II Studi Kepustakaan

Bab ini membahas tentang material beton yang meliputi sifat-sifat beton, agregat beton. spesifikasi agregat beton, dibahas pula proses terjadinya batu gunung, ruang lingkup penggunaan batu gunung serta penggunaan batu gunung dalam teknologi beton dan dibahas pula teori rancangan campuran beton.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini membahas mengenai bagan alir penelitian, pemeriksaan batu gunung sebagai agregat kasar dalam beton yang terdiri dari pemeriksaan gradasi, pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan berat jenis dan

penyerapan, pemeriksaan keausan agregat dan berat isi agregat dibahas pula tentang campuran beton, pembuatan benda uji dan pengujian kuat tekan beton.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menguraikan hasil pemeriksaan, pembahasan hasil penelitian yang meliputi pengaruh umur terhadap kuat tekan beton dan pembahasan mutu beton.

BAB V Penutup

Bab ini merupakan bab penutup yang menguraikan beberapa kesimpulan dari hasil penelitian disertai dengan saran-saran yang diusulkan dan lampiran-lampiran serta daftar pustaka.

BAB II



STUDI KEPUSTAKAAN

BAB II

STUDI KEPUSTAKAAN

2.1. Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Dari pencampuran bahan-bahan tersebut akan menghasilkan suatu adukan yang dapat dibentuk sesuai model yang direncanakan. Terjadinya reaksi kimia antara semen dan air, maka adukan tersebut lambat laun akan mengeras dan mempunyai kekuatan yang dapat digunakan untuk memikul beban dalam rekayasa konstruksi.

Beton dengan mutu baik, awet dan kuat serta ekonomis merupakan tujuan yang hendak dicapai dalam suatu perencanaan campuran beton, namun hal ini ada hubungannya dengan proporsi campuran, pengontrolan mutu bahan, proses pengecoran, pemadatan dan pemeliharannya. Pada perencanaan campuran beton, proporsi semen, agregat kasar dan agregat halus diperoleh dan hasil perhitungan untuk menghasilkan mutu beton yang dikehendaki.

Dalam campuran beton, semen merupakan bahan pengikat yang berfungsi untuk mengikat butiran-butiran agregat menjadi satu yang akhirnya mengering dan mengeras. Bahan pengikat lain yang biasa digunakan dalam skala yang lebih kecil untuk beton khusus dimana semen yang biasa digunakan diganti seluruhnya atau sebagian saja dengan bahan-bahan yang dikenal sebagai polyester.

2.1.1. Sifat-sifat Beton

Untuk mencapai hasil yang maksimum dari penggunaan beton, maka perlu diperhatikan sifat-sifat yang ada pada beton, baik sifat pada beton segar maupun pada beton padat. Sifat-sifat yang perlu diperhatikan dalam pembuatan beton;

A. Sifat-sifat beton segar

1. Kemudahan mengerjakan beton

Kemudahan mengerjakan beton dapat dinyatakan sebagai berikut:

- Kompaktibilitas, yaitu kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan tidak terjadi rongga-rongga udara.
- Mobilitas, yaitu kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan dan sekitarnya.
- Stabilitas, kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen dan stabil selama pekerjaan dilaksanakan dan digetarkan tanpa terjadi pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

2. Homogenitas

Beton yang kurang homogenitasnya, pada saat pelaksanaan pekerjaan baik itu dalam pengangkutan, pengecoran dan pemadatan akan mengakibatkan terjadinya segregasi dan bleding, sehingga menghasilkan beton yang kurang baik mutunya.

B. Sifat-sifat beton padat

1. Kekuatan

Kekuatan merupakan sifat utama dari beton yang harus dimiliki. Kekuatan

beton terutama dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen dan derajat kekompakan. Selain itu dengan sendirinya juga dipengaruhi oleh bentuk permukaan dari agregat serta mutunya, dan tingkat pemadatan dari campuran beton tersebut.

2. Keawetan

Keawetan dari suatu beton biasanya dibatasi oleh pengaruh-pengaruh:

- Pengaruh cuaca. berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan serta penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
- Daya perusak oleh bahan-bahan kimia oleh bahan-bahan semacam air laut, konstruksi tanah yang rusak, rawa-rawa, air limbah yang mengandung zat kimia hasil buangan industri.
- Kikisan akibat orang berjalan kaki, lalu lintas, gesekan ombak laut oleh partikel-partikel air dan angin.

3. Perubahan bentuk

Perubahan bentuk pada beton dibagi atas tiga bagian yaitu:

- Rangkak, yaitu terjadinya perubahan bentuk yang terjadi seiring dengan bertambahnya waktu karena mengalami suatu tegangan tekan tertentu secara terus menerus. Hal ini disebabkan oleh penutupan pori-pori dalam beton dan pergerakan kristal dalam agregat.
- Susut yaitu berkurangnya volume beton dengan meningkatnya usia beton yang disebabkan oleh proses kimia dan hidrasi serta

penguapan air aduk.

- Elastisitas, karena beton adalah bahan elasto plastis, maka setiap regangan akibat beban selalu terdiri dari komponen elastis yang nilainya tetap untuk suatu mutu beton tertentu, dan komponen plastis atau rangka yang nilainya tidak tetap untuk mutu beton tertentu serta tergantung waktu.

2.1.2. Agregat Beton

Agregat beton merupakan butiran-butiran mineral yang digunakan sebagai pembentuk beton dan semen sebagai pengikatnya. Jenis agregat dapat dibedakan menurut asal perolehannya, distribusi butirannya, kumpulan ukuran butiran dan beratnya.

A. Jenis agregat menurut asal perolehannya:

1. Agregat alam

Agregat alam adalah agregat yang langsung diperoleh dari alam maupun melalui proses pemecahan batu alam. Agregat dari alam yaitu pasir, kerikil atau batu gunung yang dipecahkan. Pasir dan kerikil umumnya diperoleh atau terdapat di sungai sebagai hasil dan pelapukan batuan dan terbawa arus air, yang umumnya berbentuk bulat dengan variasi ukuran yang berbeda.

2. Agregat buatan

Untuk suatu tujuan tertentu, atau terbatasnya batuan-batuan alam, orang kini membuat agregat dari benda-benda yang terbuat dari

bahan khusus. Contoh agregat yaitu slag nikel.

B. Jenis agregat menurut susunan gradasi butirannya:

1. Agregat dengan gradasi baik

Yaitu agregat dimana susunan butirannya terdiri dari butiran halus hingga kasar secara beraturan. Agregat ini sangat ideal untuk digunakan sebagai agregat.

2. Agregat dengan kasar dan seragam.

Agregat ini kurang baik digunakan karena akan menghasilkan beton yang mudah mengalami proses segregasi.

3. Agregat dengan gradasi halus dan seragam

Hampir sama dengan butiran yang kasar dan seragam. Selain itu hal yang mungkin terjadi adalah penyusutan yang sangat tinggi serta memerlukan kadar semen yang relatif tinggi untuk menutupi seluruh permukaannya.

4. Agregat dengan gradasi celah

Agregat ini terdiri dan susunan butiran yang terputus, yang mana susunannya tidak menerus dari halus hingga kasar. Agregat ini dapat menghasilkan kualitas yang kurang baik, karena distribusi bahan pengikat tidak akan merata akibat sebagian pasta semen dan butiran agregat halus lainnya harus mengisi jumlah gradasi yang terputus tadi.

C. Jenis agregat menurut susunan kumpulan ukuran butirannya:

1. Agregat halus yaitu agregat yang memiliki ukuran butir $0,016 \text{ mm} < \emptyset < 5 \text{ mm}$.
2. Agregat kasar yaitu agregat yang memiliki ukuran butir $5 \text{ mm} < \emptyset < 70 \text{ mm}$.

D. Jenis agregat menurut beratnya:

1. Agregat ringan

Agregat ringan dapat diperoleh dari alam maupun melalui proses pembuatan. Agregat ini dipakai untuk menghasilkan beton ringan dalam suatu bangunan yang berat sendirinya sangat menentukan.

Bobot isinya berkisar dari $350 - 850 \text{ Kg/m}^3$ untuk agregat kasar dari $750 - 1100 \text{ Kg/m}^3$ untuk agregat halus.

2. Agregat normal

Kebanyakan dari beton normal menggunakan agregat normal. Berat dari agregat ini berkisar antara $2300 - 2500 \text{ Kg/m}^3$ dapat diperoleh dari hasil pemecahan.

3. Agregat berat

Yaitu agregat dengan berat jenis tinggi, digunakan untuk suatu jenis pekerjaan yang memerlukan massa beton yang berat, seperti pada bendungan atau ketahanan pada radiasi. Berat agregat ini berkisar antara $4000 - 5500 \text{ Kg/m}^3$.

Agregat yang akan digunakan pada beton dipersyaratkan harus bersih, keras, awet dan kekal. Keawetan agregat dapat menjadi berkurang bila dipengaruhi oleh unsur kimia, dan kerusakan akibat reaksi secara fisik. Batuan yang dapat bertahan awet melawan reaksi kimia maupun reaksi fisik disebut memiliki kekekalan yang baik. Agregat beton seharusnya dipilih dari jenis batuan yang mampu menahan pengaruh fisik maupun kimia sesuai dengan tujuan penggunaan dalam pekerjaan. Perusakan kimia maupun fisik dapat disebabkan oleh kandungan unsur reaksi yang bereaksi dengan semen atau kondisi lingkungan dimana bangunan akan didirikan.

Berdasarkan penyebab kerusakannya, sifat kekal dari suatu agregat dapat dibagi menjadi sifat kekal terhadap fisik dan sifat terhadap kimia.

Di dalam beton agregat merupakan bahan pengisi yang netral. Maksud dari penggunaan agregat dalam adukan beton yaitu:

1. Menghemat penggunaan semen
2. Menghasilkan kekuatan besar pada beton
3. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton
4. Adanya gradasi agregat yang baik dapat menghasilkan beton yang padat.
5. Sifat dapat dikerjakan (workability) dapat diperiksa pada adukan beton dengan gradasi yang baik.

2.1.3. Spesifikasi Agregat Beton

Agregat beton terdiri dari campuran semen, air dan agregat mineral (pasir, kerikil/batu pecah) yang menyebabkan ikatan erat antara bahan-bahan tersebut. Semen dengan air bereaksi secara kimiawi, sehingga terbentuk suatu pasta semen

yang kemudian mengikat butiran-butiran agregat itu menjadi satu. Agregat digunakan untuk campuran beton lainnya sekitar 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen dan padat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat yang berukuran besar.

Penggunaan agregat sebanyak mungkin menghasilkan beton yang ekonomis, disamping itu pemakaian banyak agregat dapat mengurangi penyusutan akibat mengeringnya (mengerasnya) beton. Dalam perencanaan campuran beton, proporsi semen, air, pasir atau kerikil/batu pecah diperoleh dari hasil percobaan perhitungan untuk menghasilkan mutu beton yang dikehendaki.

Hasil dari spesifikasi agregat beton dengan perencanaan yang baik dapat menunjukkan tiga hal yang nyata yaitu :

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

Spesifikasi agregat beton terdiri dari ;

- Agregat kasar
- Agregat halus

Tabel II-1. Spesifikasi karakteristik agregat kasar.

No.	Karakteristik Agregat Kasar	Interval
1	Analisa saringan	5,5% - 8,5%
2	Kadar air	0,5% - 2,0%
3	Kadar lumpur	0,2%- 1,0%
4	Berat volume	1,6%- 1,9%
	- Padat	1,6% -1,9%
	- Lepas	1,6% - 3,2%
5	Spesifik gravity	1,6% - 3,2%
	- Apperent S.G	1,6% - 3,2%
	- Dry	0,2% - 0,4%
	- SSD basic	15% - 50%
	- % Water absortion	0,2% - 2%
6	Abrasi	< 3

Tabel 11-2. Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus,

No.	Karakteristik Agregat Kasar	Interval
1	Analisa saringan	2.2% -3,1 %
2	Kadar air	3,0 % - 5,0 %
3	Kadar lumpur	0,2 % - 6,0 %
4	Berat volume - Padat - Lepas	1,4% -1,9% 1,4% -1,9%
5	Spesifik gravity - Apperent S.G - Dry - SSD basic - % Water absortion	1.6% -3,2% 1.6% -3,2% 1,6% -3, 2% 0,2% - 2,0%
6	Kadar organik	< 3%

2.2. Batu Gunung

Batu Gunung bervariasi dalam berbagai warna dan kekerasannya. Batu Gunung biasanya berwarna putih, kelabu, hitam, keabu-abuan dan lain-lain. Batu Gunung dapat berupa batuan beku, batuan sedimen (endapan) dan batuan metamor yang membentuk atau terdapat pada suatu gunung/bukit dan sudah banyak dikenal orang dalam kehidupan sehari-hari.

2.2.1. Proses terjadinya batu gunung

Dalam proses perkembangan lapisan kerak bumi, terdapat kekuatan yang berasal dari dalam perut bumi yang dapat mengakibatkan terjadinya proses-proses geologi. Dari proses geologi ini terbentuklah batuan dan terbagi dalam tiga jenis menurut proses pembentukannya yaitu batuan beku, batuan endapan dan batuan metamorf. Dalam pembahasan ini yang akan kami bahas adalah batuan beku yang juga mencakup batu basalt.

Batuan beku adalah batuan yang terjadi dari pembekuan larutan silika cair dan pijar, yang kita kenal dengan nama magma.

Berdasarkan kondisi pembekuan magma, batuan beku terbagi atas dua kelompok yaitu:

1. Batu-batu intrusif yaitu batuan beku yang terbentuk selama proses pembentukan magma jauh di lapisan kerak bumi.
2. Batu-batu effusif yaitu batuan beku yang terbentuk selama proses pembekuan magma yang muncrat ke permukaan bumi, umpamanya lava.

Bila magma tersembur ke permukaan bumi dalam bentuk lava, suhu dan tekanan turun dengan tajam, ini menyebabkan berkurangnya jumlah agen-agen mineralisasi (mineralising agent). Dengan kata lain kondisi-kondisi yang tidak menunjang pengkristalan jadi tercipta (ada). Hal ini menyebabkan terbentuknya batu-batu dengan struktur glassi atau massa batu microcristalline, yang kristal-kristalnya hanya dapat dilihat di bawah mikroskop, ini dikenal sebagai struktur apanitik. Disamping itu struktur porphyritic, yang ciri khasnya adalah terbentuknya phenocryst dari satuan-satuan kristal yang relatif besar dengan latar belakang batu yang terbuat dari serbuk-serbuk tepung yang halus juga merupakan khasnya dari batu-batuan effusif. Penyebab tampilnya struktur seperti yang tertera di atas ialah ketika magma tersembur ke permukaan bumi, satuan-satuan kristal mendapat kesempatan untuk melakukan effloresce (terangkai seperti bunga), sementara massa dari batu basic membeku dengan cepat sesudah lava bergerak menutupi permukaan bumi.

Batu basalt adalah salah satu batuan beku yang warna segarnya gelap, warna lapuknya kuning kecoklat-coklatan akibat oksidasi. Tekstur yang banyak terdapat pada batu basalt adalah holokristalin, juga terdapat kacaan. Tekstur porpiritik disusun dari kristal subhedral dan euhedral sebagai fenokris, sedangkan massa dasar dari mikrokristalin dan kacaan. Tekstur aliran terlihat dibawah mikroskop berupa penokris yang dikelilingi oleh mikrokristalin secara teratur. Komposisi mineral dari batu basalt terdiri dari plagioklas dan piroksin, dengan atau tanpa olivin. Kristal-kristal berbentuk tiang dalam massa dasar mikrokristalin. Piroksin terjadi dari mineral augit, hipersten, hornblende, sedikit biotit, kadang-kadang olivin dan terbanyak plagioklas. Sebagai

mineral pengiring terdiri dari magnetit, ilmenit dan apatit. Basalt sangat mudah terkena alterasi dengan sedikit uap air dan air panas di daerah vulkanik akan menghasilkan oksida besi dari mineral magnetit (mineral biji) dan mineral non biji dan kaya akan Fe dan Mg, yaitu mineral Olivin.

2.2.2. Ruang lingkup penggunaan batu gunung

Penggunaan batu gunung sudah dimulai sejak masa lampau, walaupun itu kebanyakan dalam bentuk sederhana. Di daerah pedesaan batu gunung biasa dimanfaatkan oleh warga masyarakat sebagai penahan tanah dan juga sebagai batas perkebunan. Sekarang ini batu gunung kebanyakan digunakan dalam hal pembuatan pondasi bangunan. baik itu bangunan sederhana seperti rumah tinggal dan juga pada bangunan bertingkat. Dalam pembangunan saluran irigasi, batu gunung juga sudah banyak digunakan demikian halnya pada perkerasan jalan.

Dalam pengelolaan yang lebih modern lagi, batu gunung jenis tertentu digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan semen sebagai produk komersial yang penggunaannya mencakup hal yang luas. Batu gunung juga dapat dijadikan sebagai agregat kasar dalam pembuatan beton dengan menggunakan stone crusher yang tentunya harus sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan dalam bidang konstruksi.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan batu gunung mencakup hal yang sangat luas.

2.2.3. Penggunaan batu gunung dalam teknologi beton.

Di permukaan bumi terdapat batu gunung dengan kapasitas yang sangat banyak dan terdapat hampir di setiap negara/wilayah. Kapasitas batu yang banyak ini sangat disayangkan apabila tidak dimanfaatkan secara optimal khususnya pada bidang teknologi beton.

Pada bidang industri, pemanfaatan batu gunung untuk tujuan tertentu sudah kita jumpai misalnya untuk pembuatan semen. Pada bidang konstruksi pemanfaatan batu gunung belum secara optimal, misalnya dalam hal pembuatan beton dimana agregat kasarnya berasal dari batu kali yang dipecahkan dengan menggunakan mesin pemecah batu. Batu gunung sendiri memiliki sifat dan karakteristik yang hampir sama dengan batu kali, dan apabila dibandingkan kedua batu tersebut, batu gunung mempunyai kapasitas yang lebih banyak.

Apabila pemanfaatan batu gunung dalam teknologi beton sudah optimal, berarti cadangan material beton (agregat kasarnya) akan lebih banyak pula sehingga dapat menunjang kelangsungan pembangunan dalam bidang konstruksi.

2.3. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

2.3.1. Pemeriksaan Gradasi

Pemeriksaan gradasi dimaksudkan untuk mengetahui prosentasi ukuran butir dari agregat dengan cara penyaringan.

Sampel yang akan di test terlebih dahulu displitter agar pembagian butirannya merata lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

selama 24 jam atau sampai berat agregatnya tetap. Sampel yang telah kering oven ditimbang dan disebut A gram.

Susun saringan pada mesin pengguncang, saringan yang terbesar ditempatkan paling atas. Saringan yang digunakan yaitu 1 ½", ¾", 3/8", No.4, No.8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, Pan.

Agregat yang tersisa diatas ayakan disebut W gram dan jumlah total agregat yang tersisa pada semua ayakan disebut EW. Persentase agregat yang tertahan pada setiap ayakan adalah $W/EW \times 100 \%$ dan persentase yang lewat pada setiap ayakan adalah persentase setiap ayakan yang tertahan dikurang dengan jumlah persentase total ayakan yang tertahan.

Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar lumpur yang terkandung dalam agregat.

Pada pemeriksaan ini dilakukan pada sampel yang sudah kering oven dengan berat A gram kemudian dituangkan kedalam wadah lalu ditambahkan air kemudian dicuci dengan merata. Saring benda uji, untuk agregat kasar diambil yang tertahan pada saringan No.4.

Ulang pencucian sampai air cucian jernih, lalu sampel tersebut dimasukkan kedalam oven dengan temperatur $110 + 5 \text{ } ^\circ \text{C}$ selama 24 jam, kemudian timbang beratnya dan disebut B gram.

Kadar lumpur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{\text{Berat A} - \text{Berat B}}{\text{Berat A}} \times 100\%$$

Dimana :

A = Berat kering sebelum dicuci

B = Berat kering setelah pencucian

Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis agregat dan kemampuan agregat untuk menyerap air.

Agregat yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah agregat yang tertahan pada saringan No.4, kemudian agregat tersebut dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ lalu didinginkan selama 1 sampai 3 jam pada suhu kamar kemudian direndam dalam air selama 24 jam lalu agregatnya diambil dan diletakkan diatas kain yang dapat menyerap air atau agregat di lap dengan kain sampai agregat mencapai kering permukaan (SSD). Ini dilakukan di ruangan tertutup sehingga penguapan air dapat diabaikan.

Sampel yang kering permukaan lalu ditimbang dan disebut A gram. Setelah itu sampel uji dimasukkan kedalam keranjang kawat lalu ditimbang dalam air dan disebut B gram. Kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam, lalu didinginkan dan ditimbang dan disebut C gram.

Untuk menghitung berat jenisnya digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis Semu (Apparent)} = \frac{C}{C-B}$$

$$\text{Berat Jenis Bulk (Kering Oven)} = \frac{C}{A-B}$$

$$\text{Berat Jenis Permukaan (SSD)} = \frac{A}{A-B}$$

$$\text{Penyerapan (Absorpsi)} = \frac{A-C}{C} \times 100\%$$

Dimana :

A = Berat sampel pada kondisi SSD

B = Berat sampel dalam air

C = Berat sampel kering oven

Pemeriksaan Keausan Agregat

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat sampel uji yang aus (lolos saringan nomor 12) terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen.

Mesin Los Angeles terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28") dan panjang dalam 50 cm (20). Silinder bertumpu pada poros mendatar. Pada silinder terdapat penutup yang dapat dibuka untuk memasukkan bola baja dan sampel.

Pemeriksaan ini menggunakan sampel uji yang lolos saringan 3/4"

tertahan 1/2" sebanyak 2500 gram dan lolos saringan 1/2" tertahan 3/8" sebanyak 2500 gram, kemudian dimasukkan kedalam mesin Los Angeles lalu diputar selama 30 menit (500 putaran). Agregat kemudian dikeluarkan dan disaring dengan saringan No, 12 yang tertahan diambil lalu dicuci sampai bersih lalu dikeringkan dalam oven selama ± 24 jam pada suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ kemudian ditimbang beratnya dan disebut berat B gram, dan berat mula-mula (5000 gram) disebut A gram.

$$\text{Prosentase butir-butir lunak} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

$$\text{Keausan (abarsi)} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Pemeriksaan Berat Isi Agregat

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat kasar. Pemeriksaan berat volume/isi berdasarkan berat satuan, dilakukan dengan menimbang wadah dan berat wadah tersebut disebut A gram. Dengan volume m^3 , kemudian masukkan sampel uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir, dengan ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok/sekop sampai penuh, lalu ratakan permukaan wadah dengan mistar perata. Kemudian timbang wadah tambah isi dan disebut C gram. Ini adalah pemeriksaan pada kondisi lepas, berat isi dapat dinyatakan:

$$\begin{aligned}\text{Berat Isi} &= \frac{C-A}{V} \\ &= \text{kg/m}^3\end{aligned}$$

Untuk pemeriksaan pada kondisi padat, juga terdahulu dengan menimbang wadah tersebut dan disebut A gram, wadah ini juga telah diketahui volumenya dan disebut V dm³, masukkan sampel uji kedalam wadah ± 1/3 bagian, lalu ditusuk dengan batang pemadat sebanyak 25 kali. Hal ini diulangi untuk lapisan kedua terakhir dimasukkan sampel uji melebihi permukaan atas wadah (sampai meluap) lalu tusuk-tusuk kembali sebanyak 25 kali kemudian diletakkan diatas meja penggetar lalu dipasang penjepitnya. Motor penggerak digerakkan selama ± 5 menit hingga tercapai kepadatan. Setelah itu permukaan sampel uji diratakan dengan mistar perata, diambil kelebihan sampel uji dan diatur sedemikian rupa sehingga volume agregat yang berada di atas batas wadah kurang lebih sama dengan volume rongga permukaan.

2.4. Teori Rancangan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton bertujuan untuk menentukan proporsi semen, agregat halus, agregat kasar, serta air dengan persyaratan berikut ini:

1. Kekuatan Desak

Kuat desak yang dicapai pada umur 28 hari atau umur yang ditentukan, harus memenuhi persyaratan yang diberikan oleh perencanaan konstruksi.

2. Workabilitas

Untuk memenuhi workabilitas yang cukup guna pengangkutan, pencetakan dan pemadatan beton sepenuhnya dengan peralatan yang tersedia. Sifat workabilitas yang paling sesuai biasanya merupakan tanggung jawab pemborong sepenuhnya, dan hal ini penting terutama apabila beton dipompa atau ditertakan. Campuran harus kohesif agar terhindar dari keropos dan kesukaran lain akibat segregasi. Agar memenuhi persyaratan ini kadar semen yang mencukupi merupakan hal yang sangat penting.

3. Durabilitas

Durabilitas atau sifat awet berhubungan dengan kekuatan desak, semakin besar kekuatan maka beton semakin awet. Meskipun demikian sering terjadi kekuatan yang disyaratkan dapat tercapai dengan campuran yang besar faktor air semennya daripada yang dapat memberikan durabilitas yang cukup terhadap lingkungan yang dialami beton. Dalam hal ini faktor air/semen yang sebenarnya dan kepadatan beton merupakan faktor yang menentukan dan kekuatan mungkin akan lebih besar dari pada yang dipersyaratkan dengan ketat untuk tujuan struktural. Praktek yang sekarang dijalankan di Inggris adalah mengaitkan durabilitas dari berbagai jenis pengaruh luar pada kadar semen minimum.

4. Penyelesaian akhir dari permukaan semen

Kohesi yang kurang baik dapat merupakan salah satu sebab penyelesaian

akhir yang kurang baik, bilamana beton dicetak pada acuan tegak, seperti goresan pasir dan variasi warna, dan dapat juga mendatangkan kesukaran didalam menambal bidang horisontal menjadi suatu penyelesaian akhir yang Halus dan padat. Agar dapat memenuhi persyaratan ini dapat membuat beton padat yang perlu untuk perlindungan tulangnya, mutlak diperlukan kandungan butir yang halus dan mencukupi. Butiran halus ini terdiri atas pasir maupun pasta semen. Cara-cara perencanaan campuran yang akan diterangkan kemudian akan menghasilkan beton dengan kohesi yang baik, penyelesaian permukaan yang baik dan terbebasnya dari keropos.

Dengan perencanaan campuran yang ada, tujuan selanjutnya adalah penggunaan bahan-bahan produksi lokal, yang biasanya lebih murah dari pada agregat yang didatangkan dari daerah lain. Mungkin dapat dihasilkan beton yang memenuhi syarat dengan perhatian penuh pada proporsi yang dipakai dan penggunaan agregat yang disetujui, terutama untuk gradasi.

Dalam perencanaan suatu campuran beton, dikenal beberapa macam metode yaitu metode ACI (American Concrete Institute, USA), metode DOE (Departement of the Environment, Inggris), metode PCA (Portland Cement Association, USA), metode JIS (Japan International Standart, Japan).

Dalam penulisan ini akan digunakan metode DOE dari Inggris. Adapun alasan penggunaan metode tersebut adalah sebagai berikut:

- Cara ini sejauh mungkin telah disesuaikan dengan keadaan iklim dan cuaca serta bahan-bahan yang terdapat di Indonesia.
- Telah memberikan hasil yang baik meskipun untuk jenis agregat dengan lengkung gradasi yang jatuh diluar batas-batas gradasi yang biasanya cocok untuk sesuatu kondisi beton.
- Pada umumnya agregat dengan gradasi baik jarang terdapat di Indonesia, mengingat hasil-hasil yang telah diperoleh, metode DOE dapat dipakai di Indonesia. Metode ini telah dibuktikan bahwa dengan agregat yang gradasinya kurang baikpun dapat dibuat campuran beton yang hasilnya cukup memuaskan.

Prosedur perencanaan campuran beton metode DOE:

1. Penetapan mutu beton yang direncanakan.

Mutu beton dibuat sesuai yang diinginkan atau kehendak pemesan, dengan pertimbangan pada agregat kasarnya.

2. Penetapan target standar deviasi S_r (kg/cm) terlihat pada grafik 11-2
3. Menghitung kuat tekan rata-rata umur 28 hari

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

σ_{bk}' = Mutu beton yang direncanakan

k = konstanta yang nilainya tercantum dibawah ini

k untuk 10 % defektif = 1,28

k untuk 5% defektif = 1,64

k untuk 2,5 % defektif = 1,96

k untuk 1 % defektif = 2,33

Di dalam PBI 71 ditentukan presentase 5 % sehingga $k = 1,64$

4. Seleksi factor air semen (f.a.s)

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

Untuk menentukan besarnya nilai factor air semen dapat dilakukan dengan menggunakan tabel II - 4, tabel II - 5 dan grafik II - 1. Dari ketiga nilai factor air semen diambil yang terkecil.

5. Penetapan nilai slump.

Untuk menetapkan nilai slump memerlukan pengalaman pelaksanaan beton, tetapi untuk ancang-ancang slump dapat dijadikan patokan seperti pada tabel II - I.

6. Penentuan kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan dengan menggunakan tabel II-6, yang didasarkan pada jenis serta ukuran maksimum agregat yang dapat menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang dikehendaki.

Kadar air bebas dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- 1) Kadar air bebas = $W_f \rightarrow$ jika pasir + kerikil
- 2) Kadar air bebas = $(2/3.W_f) + (1/3.W_c) \rightarrow$ jika pasir alam + batu pecah
- 3) Kadar air bebas = $W_c \rightarrow$ jika pasir debu batu + batu pecah

Dalam perencanaan ini menggunakan pasir alam dan batu pecah, jadi rumus yang dipakai adalah : $2/3 W_f + 1/3 W_c$.

7. Menentukan jumlah semen.

Penetapan kadar semen yang diperlukan per m^3 beton dihitung dengan rumus:

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

8. Penetapan perkiraan berat jenis spesifik gabungan.

Perkiraan berat Jenis spesifik gabungan agregat kasar dan halus dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Berat jenis spesifik gabungan = % pasir x Bj. Pasir + % kerikil x Bj. Kerikil

a % = persentase penggabungan agregat halus terbaik

b % = persentase penggabungan agregat kasar terbaik

9. Perkiraan berat volume basah beton

Untuk memperkirakan berat volume basah beton digunakan grafik II-3, yaitu grafik hubungan antara berat volume basah beton ,kadar air bebas dan berat jenis spesifik gabungan.

10. Penetapan porsi agregat

Berat agregat halus $\rightarrow A = a \% \cdot (D - W_s - W_a)$

Berat agregat kasar $\rightarrow B = b \% \cdot (D - W_s - W_a)$ Dimana:

a % = Persentase gabungan agregat halus (pasir)

b % = Persentase gabungan agregat kasar (kerikil)

D = Berat volume beton basah (kg/m)

W_s = Kadar semen (kg/m³) beton

Wa = Kadar air bebas (kg/m^3) beton

A = Berat agregat halus kondisi SSD (kg/m^3) beton

B = Berat agregat kasar kondisi SSD (kg/m^3) beton

11. Koreksi campuran beton

Untuk penyesuaian takaran berat agregat sesuai kondisinya pada saat akan dicampur, maka perlu dikoreksi agar pengambilan agregat untuk dicampur dapat langsung diambil. Dimaksudkan koreksi tersebut adalah koreksi terhadap kadar air sesaat agregat (kondisi agregat tidak selamanya SSD seperti pada hasil campuran teoritis Dario poin "10". Koreksi ini berdasarkan dari nilai pendekatan (estimate).

Semen = $W_s \text{ kg/m}^3$

Pasir = $B_{lp} = A - (R_p \% - W_p \%). A/100 \text{ kg/m}^3$

Kerikil = $B_{lk} = B - (R_k \% - W_p \%). B/100 \text{ kg/m}^3$

Air = kadar air bebas + $(A - B_{lp}) + (B - B_{lk}) \text{ kg/m}^3$

A dan B masing-masing merupakan berat SSD dari pasir dan kerikil.

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

Uraian	Slump	
	Maksimum	Minimum
Dinding pelat pondasi dan bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang , okison dan kontruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat. Balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

1) ... hal 38

Tabel II.2 Kelas Dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	σ_{bk} (kg/cm ²)	σ_{bm} dg, s - 46 (kg/cm ²)	Tujuan	Pengawasan	
					Mutu Agregat	Kekuatan tekan
I	BO	-	-	Non struktural	Ringan	Tanpa
II	BI	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K125	200	200	Struktural	Ketat	Kontinyu
	K175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinyu
	K225	225	300	Struktural	Ketat	Kontinyu

1).... Hal 34

Tabel IL3 : batas-batas zone gradasi agregat halus

Saringan uji BS410(mm)	Persentasi berat yang lolos saringan Bs			
	Gradasi zone I	Gradasi zone 2	Gradasi zone 3	Gradasi zone 4
10.0	100	100	100	100
5.00	90-100	90-100	90-100	95-100
2.36	60-95	75-100	85-100	95 - 100
1.18	30-70	55-90	75-100	95-0
600	15-34	35-26	60-79	80-59
300	5-20	8-30	12-40	15-30
150	0-10	0-10	0-10	0-10

10).... hal 44

Tabel II.4. : Perkiraan kekuatan tekan beton dengan faktor air bebas/semen 0.50

Type semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan pada umur (Kg/cm ²) (hari)			
		3	7	28	91
Semen portland tipe I, II, IV	Alami	200	280	400	480
	Batu pecah	230	320	450	540
Semen portland type III	Alami	250	240	450	530
	Batu pecah	300	400	530	600

2).... hal 37

Tabel II. 5 : Jumlah minimum dan jumlah faktor air semen maksimum

Uraian	Jumlah semen min-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 non korostf	325	0.52
Beton di ruangan		
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 kedalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah dan air tanah	375	0.52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan air		
a. Air tersier	275	0.57
b. Air taut	375	0.52

1)....hal 37

Tabel II.6: Perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan untuk berbagai tingkat pengerjaan

Slump (cm)		0-10	10-30	30-60	60- 160	Ket.
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 Batu	150	180	205	225	Wf
	pecab	180	205	230	250	We
20	Alami Batu	135	160	180	190	Wf
	pecah	170	190	210	225	We
40	Alarm Batu	115	140	160	175	WT
	pecah	155	175	190	205	We

2)....hal 37

Tabel II.7 : Nilai Deviasi standar dan koefisien variasi
Nilai Deviasi Standar (S)

Isi Pekerjaan		Deviasi Standar S (kg/cm ²)		
Sebutan	Jumlah Beton (m ³)	Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil Sedang Besar	<1000	45<S<55	55<S<65	65<S<85
	1000-3000	35<S<45	45<S<55	55<S<75
	<3000	25<S<35	25<S<45	45<S<65

Koefisien Variasi (V)

Koefisien Variasi rata-rata	Amat baik	Baik	Cukup	Kurang
Lapangan	V<10	10<V<20	15<V<20	>20
Laboratorium	V< 5	<V< 7	γ<y< 10	> 10

4)....hal 40

Tabel II.8.; Batas Gradasi Standar Agregat Kasar

Saringan uji BS 410 mm	Persentase berat yang lolos saringan BS							
	Ukuran nominal dari Agregat yang di gradasi			Ukuran nominal dari agregat dengan Ukuran tunggal				
	40-5 mm	20-5 mm	14-5 mm	63 mm	40 mm	20 Mm	14 mm	10 mm
75,00	100	-	-	100	-	-	-	-
63,00	-	-	-	85-100	100	-	-	-
37,50	95-100	100	-	0-30	85-100	100	-	-
20,00	35-70	95-100	100	0-5	0-25	85-100	100	-
14,00	-	-	90-100	-	-	-	85-100	100
10,00	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

10)....hal 44

Tabel II. 9.: Pemeriksaan Keausan Agregat

Ukuran Saringan		Berat Agregat			
Lolos Tertahan		A	B	C	D
1 ½"	1"	1250		I	
1"	¾"	1250			
¾"	H"	1250	2500		
½"	3/8"	1250	2500		
3/8"	VT			2500	
¼"	No. 4			2500	
No. 4	No. 8				5000
Total		5000	5000	5000	5000
Jumlah Bola Baja		12	11	8	6

2).....hal 28

Tabel 11.10.: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai Jenis benda uji

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan
Kubus 15X15X15 cm	1,00
Kubus 20 X 20 X20 cm	0,95
Cylinder 15X30 cm	0,83

1)...hal 33

Tabel 1 I.I 1.: Daftar saringan Inggris dan saringan Amerika yang setara

Saringan uji BS 410 ukuran nominal lubang		Saringan ASTM E1 1-70 yang ditunjuk sebagai saringan setara	
Metrik	Satuan Inggris yang setara	Lebar standar lubang saringan	Saringan ASTM No
37,5 mm	1. 1/-in	38,1 mm	1. ½ m
20,0 mm	¾ in	19,0 mm	¾ m
10,0 mm	3/8 in	9,5 mm	3/8 in
5,0 mm	3/16 in	4,76 mm	4
2,36 mm	No. 7	2,38 mm	8
1,18 mm	No. 14	1,19 mm	16
600 µm	No. 25	595 µm	30
300 µm	No. 52	297 µm	50
150 µm	No. 100	149 µm	100
75 µm	No. 200	74 µm	200

10)...hal 42

Tabel 11.12.: Berat Jenis Spesifikasi dan penyerapan

Ukuran Agregat	Berat Janis Spesifikasi 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

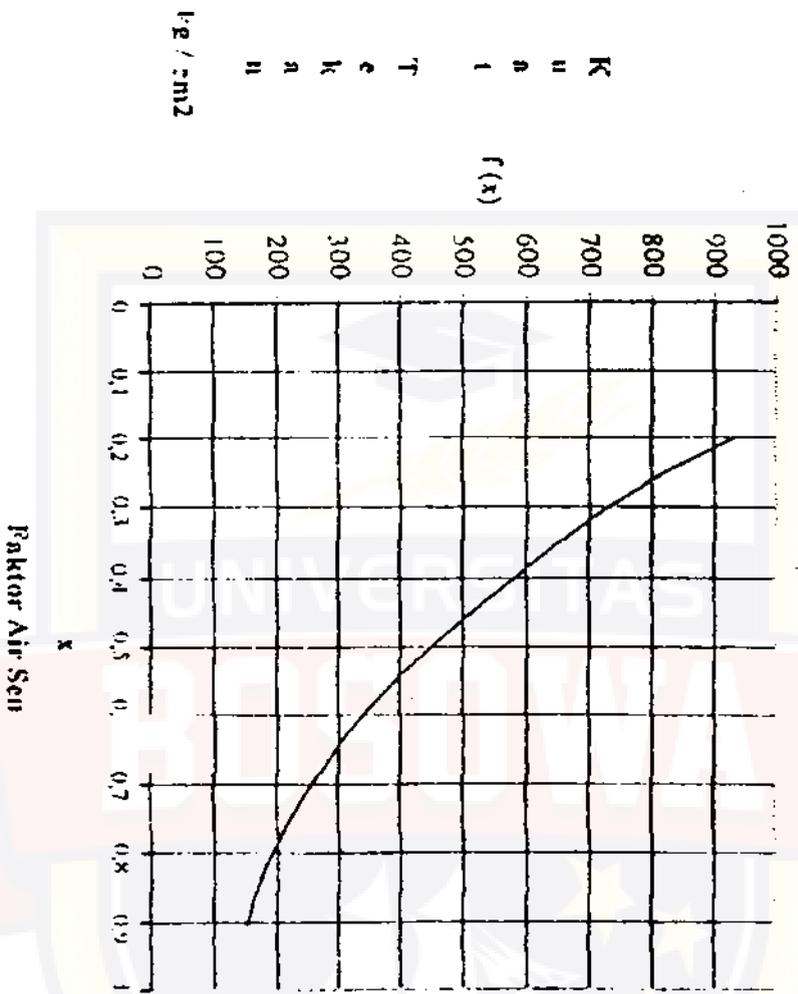
10)...hal 56

Tabel 11.13.: Perbandingan kekuatan beton terhadap berbagai umur

Umur Beton	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 tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15

1)....hal 34





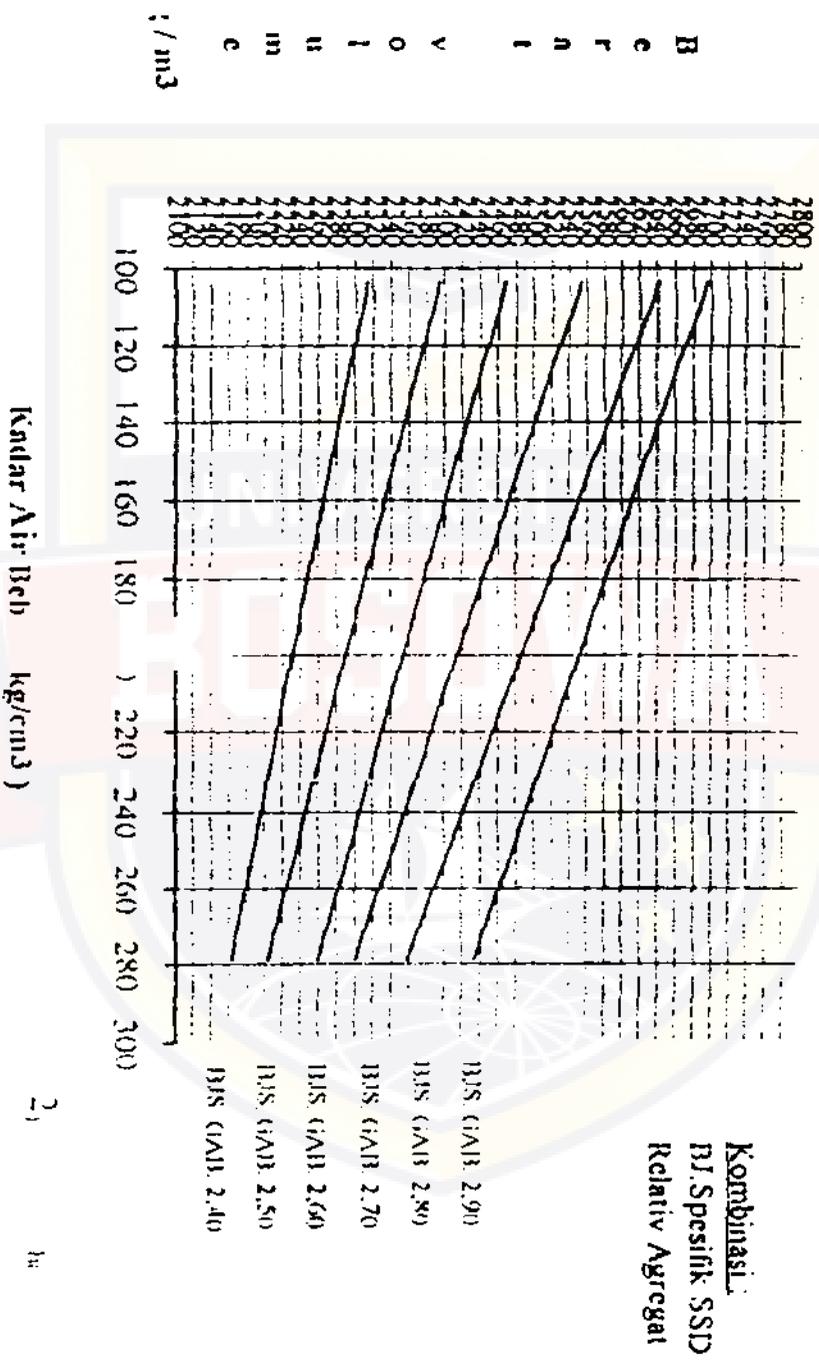
Grafik Koralasi Fas V_s / f_c
 SEMEN TYPE I
 DATUPECAH/SPLIT
 UMUR 28 HARI

GRAFIK : III SEMEN TYPE I, DATUPECAH/SPLIT PADA UMUR 28 HARI

Raktor Air Sem

2) hal. 38

GRAFIK : II.3 KORELASI KADA IR DEBAS, B.J. SPESIFIK GABUNGAN SSD DAN BERAT LUME BETON.



BAB III



METODE PENELITIAN

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



3.1.2 Pemeriksaan kadar lumpur

Wadah I

- | | |
|---|------------|
| A. Berat contoh kering (sebelum dicuci) | 100 gram |
| B. Berat contoh kering (setelah dicuci) | 994,9 gram |
| C. Berat lumpur (A - B) | 5,1 gram |

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{C}{A} \times 100 \%$$

Wadah II

- | | |
|---|------------|
| D. Berat contoh kering (sebelum dicuci) | 100 gram |
| E. Berat contoh kering (setelah dicuci) | 993,1 gram |
| F. Berat lumpur (D - E) | 6,9 gram |

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{F}{D} \quad 0,69 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar lumpur rata-rata} = \frac{(0,51 + 0,69) \%}{2} \quad 0,6 \%$$

3.1.3 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan

Data pemeriksaan

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| A. Berat contoh SSd di udara | 2335,5 gram |
| B. Berat contoh SSD di dalam air | 1511,4 gram |
| C. Berat contoh kering oven | 2317,3 gram |

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{C}{C - B}$$

Bulk specific gravity :

$$\text{- On dry basic} = \frac{C}{A - B} \quad 2,87$$

$$\text{- SSD Basic} = \frac{A}{A - B} \quad 2,81$$

$$\% \text{ Water Absorption} = \frac{A - C}{A} \quad 0,78 \%$$

3.1.4 Pemeriksaan Keausan Agregat

Lolos Saringan % tertahan $\frac{1}{2}$ = 2500 gram.

Lolos Saringan $\frac{1}{2}$ tertahan $\frac{3}{8}$ = 2500 gram.

Jumlah Sampel = 5000 gram.

Dimasukkan kedalam mesin lost Angeles selama 500 putaran dengan jumlah bola baja

11 buah. Berat tertahan saringan no. 12 (setelah di oven) = 3972,1 gram.

$$\begin{aligned} \text{Keausan Agregat} &= \frac{5000 - 3972,1}{5000} \times 100 \% \\ &= 20,56\% \end{aligned}$$

3.1.5 Pemeriksaan Berat Isi Agregat.

		Padat	Lepas
A	Berat Bohler	3,85 kg	3,85 kg
B	Berat Bohler + Benda uji	19,15 Kg	17,35 kg
C	Berat benda Uji (B - A)	153 kg	135 Kg
D	Volume Bohler	10 ltr	10 ltr

Berat volume	$= \frac{C}{D}$	1,53 kg/ltr	1,35 kg/ltr
		Padat	lepas
A. Berat Bohler		3,85 kg	3,85 kg
B. Berat Hohler + Benda uji		19,15 kg	17,35 kg
C. Berat benda Uji (B-A)		15,3 kg	13,5 kg
D. Volume Bohler		10 liter	10 liter
Berat volume	$= \frac{C}{D}$	1,53 kg/ltr	1,35 kg/ltrD
Rata - Rata		1,61 kg/ltr	1,44 kg/ltr

3.2 Perencanaan Campuran Beton

Penggabungan Agregat

$$Y1 = a1 \times \% \text{ lolos pasir} + (1 - a1) \times \% \text{ lolos kerikil.}$$

$$Y2 = a2 \times \% \text{ lolos pasir} + (1 - a2) \times \% \text{ Lolos Kerikil.}$$

Diameter Maksimum Kerikil = 40 mm

Untuk Saringan 1 1/2" dengan spesifikasi lolos ayakan 100 %

$$Y1 = 100\% \quad Y2 = 100\%$$

$$100 = a1 \times (1 - a1) \times 100$$

$$100 - 100 = 100a1 - 100a1$$

$$a1 = 0\%$$

$$100 = a2 \times 100 + (1 - a2) \times 100$$

$$100 - 100 = 100a2 - 100a2$$

$$a_1 = 0\%$$

Untuk saringan %" dengan spesifikasi lolos ayakan 50 - 78 %

$$Y_1 = 50\%$$

$$Y_2 = 78\%$$

$$50 = a_1 \times 100 + (1 - a_1) \times 50,97$$

$$50 - 50,97 = 100 a_1 - 50,97 a_1$$

$$a_1 = -1,9783 = -197,83\% \quad 78 = a_2 \times 100 + (1 - a_2) \times 50,97 \quad 78 - 50,97$$

$$100 a_2 - 50,97 a_2$$

$$a_2 = 0,5513 = 55,13\%$$

Untuk saringan $\frac{3}{4}$ " dengan spesifikasi lolos ayakan 35 - 60%

$$Y_1 = 35\%$$

$$Y_2 = 60\%$$

$$35 = a_1 \times 100 + (1 - a_1) \times 14,85$$

$$35 - 14,85 = 100 a_1 - 14,85 a_1$$

$$a_1 = 0,2366 = 23,66\%$$

$$60 = a_2 \times 100 + (1 - a_2) \times 100$$

$$60 - 14,85 = 100 a_2 - 14,85 a_2$$

$$a_2 = 0,5302 = 53,02\%$$

Untuk saringan No. 4 dengan spesifikasi lolos ayakan 25- 46%

$$Y_1 = 25\%$$

$$Y_2 = 46\%$$

$$25 = a_1 \times 99,72 + (1 - a_1) \times 2,94$$

$$25 - 2,94 = 99,72 a_1 - 2,94 a_1$$

$$a_1 = 0,2279 = 22,79\% \quad 46 = a_2 \times 99,72 + (1 - a_2) \times 2,94$$

$$46-2,94 = 99,72 a_2-2,94 a_2$$

$$a_2 = 0,4447 = 44,47 \%$$

Untuk saringan No. 8 dengan spesifikasi lolos ayakan 18- 36%

$$Y_1 = 18\%$$

$$Y_2 = 36\%$$

$$18 = a_1 \times 98,25 + (1-a_1) \times 0,97$$

$$18-0,97 = 98,25 a_1 - 0,97 a_1$$

$$a_1 = 0,1751 = 17,51 \%$$

$$36 = a_2 \times 98,25 + (1-a_2) \times 0,97$$

$$36-0,97 = 98,25 a_2-0,97 a_2$$

$$a_2 = 0,3601 = 36,01\%$$

Untuk saringan No. 16 dengan spesifikasi lolos ayakan 12- 30%

$$Y_1 = 12\%$$

$$Y_2 = 30\%$$

$$12 = a_1 \times 91,74 + (1-a_1) \times 0,26$$

$$12-0,26 = 91,74 a_1 - 0,26 a_1$$

$$a_1 = 0,1283 = 12,83\%$$

$$30 = a_2 \times 91,74 + (1 - a_2) \times 0,26$$

$$30-0,26 = 91,74 a_2-0,26 a_2$$

$$a_2 = 0,3251 = 32,51\%$$

Untuk saringan No. 30 dengan spesifikasi lolos ayakan 8- 23%

$$Y_1 = 8\%$$

$$Y_2 = 23\%$$

$$8 = a_1 \times 58,72 + (1 - a_1) \times 0,1$$

$$8-0,1 = 58,72 a_1 - 0,1 a_1$$

$$a_1 = 0,1347 = 13,47\% + (1-a_2) \times 0,1$$

$$23 - 0,1 = 58,72a_2 - 0,1a_2$$

$$a_2 = 0,3906 = 39,06\%$$

Untuk saringan No. 50 dengan spesifikasi lolos ayakan 4- 16%

$$Y_1 = 4\%$$

$$Y_2 = 16\%$$

$$4 = a_1 \times 32,43 + (1-a_1) \times 0,02$$

$$4 - 0,02 = 32,43a_1 - 0,02a_1$$

$$a_1 = 0,1228 = 12,28\%$$

$$16 = a_2 \times 32,43 + (1-a_2) \times 0,02$$

$$16 - 0,02 = 32,43a_2 - 0,02a_2$$

$$a_2 = 0,4930 = 49,30\%$$

Untuk saringan No. 100 dengan spesifikasi lolos ayakan 0-6%

$$Y_1 = 0\%$$

$$Y_2 = 6\%$$

$$0 = a_1 \times 3,4 + (1-a_1) \times 0,01$$

$$0 - 0,01 = 3,4a_1 - 0,01a_1$$

$$a_1 = -0,0029 = -0,29\%$$

$$6 = a_2 \times 3,4 + (1-a_2) \times 0,02$$

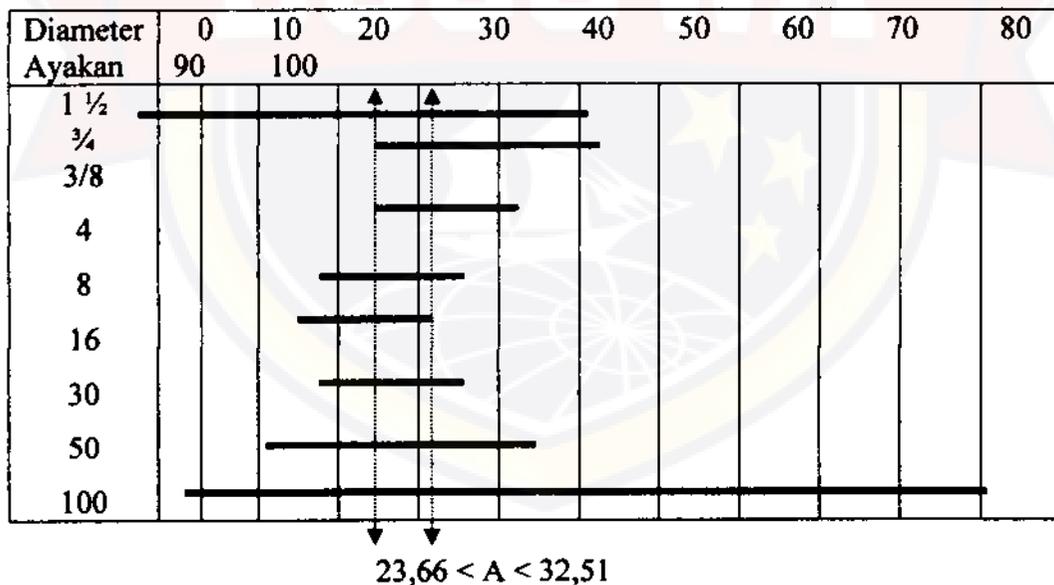
$$6 - 0,01 = 3,4a_2 - 0,01a_2$$

$$a_2 = 1,7669 = 176,69\%$$

Prosentase agregat halus dan kasar dalam agregat gabungan.

Ayakan	Y 1 Agr. Halus (%) pass	Y 2 Agr. Kasar (%) pass	Agr. Halus (%) a1	Agr. Kasar (%) a2
1 ½	100	100	0	0
¾	100	50,97	-197,83	55,13
3/8	100	14,85	23,66	53,02
4	99,72	2,94	22,79	44,47
8	98,25	0,97	17,51.	36,01
16	91,72	0,26	12,83	32,51
30	58,72	0,10	13,47	39,06
50	32,43	0,02	12,28	49,30
100	3,4	0,01	- 0,29	176,69

Bart chart penggabungan agregat halus dan agregat kasar



Proporsi agregat halus $= \frac{23,66 + 32,51}{2} = 28,08 = 28 \%$

Proporsi Agregat Kasar = $100 - 28 = 72 \%$

Mix Design Beton

1. Kekuatan tekan karakteristik yang direncanakan adalah K 300.
2. Penentuan standar deviasi.

Batas standar deviasi yang dapat digunakan di Indonesia adalah 40 - 100. dalam perencanaan ini diambil $S_r = 70 \text{ Kg/cm}^2$ dan harga K sebesar 5 % sehingga $K = 1,64$.

3. Menentukan kuat tekan rata - rata 28 Hari.

$$\begin{aligned}\sigma_{Bm'} &= a \cdot b k' + K \cdot S_r \\ &= 300 + 1,64 \times 70 \\ &= 414,8 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

4. Faktor air semen (f.a.s)

Sesuai kondisi Indonesia maka factor air semen air optimum berkisar antara 0,50 - 0,60. Untuk semen tipe I dan Jenis agregat kasar batu pecah, kekuatan tekan pada umur 28 hari = 450 Kg/cm^2 . tabel II.- 4.

Perkiraan kuat tekan beton dengan factor air semen 0,50 dapat dilihat pada grafik - 1

Untuk $\sigma_{bm''} = 414,8 \text{ Kg/cm}^2$ pada grafik II - 1 diperoleh nilai f.a.s = 0,53 dan pada tabel 11-5 untuk beton yang tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung diperoleh f.a.s = 0,60. Nilai f.a.s diambil yang terkecil yaitu 0,53.

5. Penentuan nilai slump sesuai jenis pekerjaan (lihat label II - 1). Dalam perencanaan ini diambil nilai slump 5-12,5 cm.

6. Penentuan kadar air bebas dapat dilihat pada tabel II - 6. untuk agregat kasar dengan ukuran butir maksimum 40 mm. Diperoleh kadar air bebas $W_e = 205 \text{ kg/m}^3$ dan untuk agregat halus diperoleh kadar air bebas $W_f = 175$.

$$\begin{aligned}\text{Kadar air bebas} &= \frac{2}{3} W_f + \frac{1}{3} W_e \\ &= \frac{2}{3} \cdot 175 + \frac{1}{3} \cdot 205 \\ &= 185 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

7. Menentukan jumlah semen

$$\begin{aligned}\text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{Faktor air semen}} \\ &= \frac{185}{0,53} = 349,0,5 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

8. Penetapan perkiraan berat jenis spesifik gabungan

$$\begin{aligned}&= \% \text{ pasir} \times B_j. \text{ Pasir} + \% \text{ kerikil} \times B_j. \text{ Kerikil} \\ &= 0,28 \times 2,47 + 0,72 \times 2,83 \\ &= 2,73\end{aligned}$$

9. Penentuan Berat volume basah dapat dilihat pada grafik II - 3.

$$\text{Kadar air bebas} = 185$$

$$\text{Agregat gabungan} = 2,73$$

$$\text{Diperoleh volume baton basah} = 2460 \text{ kg/m}^3$$

10. Jumlah penggunaan agregat beton per m³

$$\begin{aligned}\text{Berat Agr. Halus} &= a\% \times (D - W_s - W_a) \\ &= 0,28 \times (2460 - 349,056 - 185) \\ &= 539,26 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Agr. Kasar} &= b\% \times (D - W_s - W_a) \\ &= 0,72 \times (2460 - 349,056 - 185) \\ &= 1386,68 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Dimana :

a% = persentase penggabungan Agr. Halus

b% = persentase penggabungan Agr. Kasar

D = berat volume beton basah

W_s = kadar semen

W_a = kadar air bebas

11. Diperlukan adanya koreksi karena daya absorpsi dan kadar air agregat, sebab pada perhitungan diatas berat agregat diperhitungkan dalam kondisi SSD. Koreksi cara pendekatan (estimate):

$$\text{Semen} = 349,056 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= \text{BLp} = A - (R_p \% - W_p\%) \times A/100 \\ &= 539,26 - (0,0604 - 0,0453) \times 539,26/100 \\ &= 539,50 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Kerikil} = \text{BLk} = B - (R_k \% - W_p\%) \times A/100$$

$$= 1386,68 - (0,0078 - 0,0128) \times 1386,68 / 100$$

$$= 1386,75 \text{ kg/m}^3$$

Air = Kadar air bebas + (A-BLp) + (B-BLk)

$$= 185 + (539,26 - 539,50) + (1386,68 - 1386,75)$$

$$= 184,69$$

Dimana:

A = berat agregat halus dalam kondisi SSD

B = berat agregat kasar dalam kondisi SSD

Rp = penyerapan pasir

Rk = penyerapan kerikil

Wp = Kadar air pasir

Wk = Kadar air kerikil

12. Jumlah bahan yang digunakan untuk membuat 20 buah benda uji bentuk silinder :

- Diameter silinder = 15 cm = 0,15m
- Tinggi silinder = 30 cm = 0,3m
- Volume silinder = $V = \frac{1}{2} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30$
= 0,00530 m³
- Untuk 20 silinder = 20 x 0.00530
= 0,106 m³

Jadi banyaknya masing-masing bahan yang digunakan untuk 20 benda uji:

- Semen = $0,106 \times 349,056 = 36,99$ kg
- Pasir = $0,106 \times 539,50 = 57,18$ kg
- Kerikil = $0,106 \times 1386,75 = 146,99$ kg
- Air = $0,106 \times 184,69 = 19,75$ kg

Untuk menghindari kurangnya campuran pada saat pembuatan sample maka diambil faktor keamanan 1,2.

- Semen = $36,99 \times 1,2 = 44,39$ kg
- Pasir = $57,18 \times 1,2 = 68,15$ kg
- Kerikil = $146,99 \times 1,2 = 176,39$ kg
- Air = $19,75 \times 1,2 = 23,7$ kg

4.4. Pembuatan Benda Uji

Benda uji merupakan hal yang paling penting dalam penelitian, dimana benda uji merupakan obyek yang akan diteliti. Dalam pembuatan benda uji terlebih dahulu mendesain/merencanakan komposisi agregat, semen serta air yang dibutuhkan dan setelah itu dilakukan pencampuran dengan menggunakan alat concrete mixer. Setelah adukan tercampur baik, kemudian dituang diatas wadah yang telah disiapkan kemudian dilakukan pengukuran slump untuk mengetahui kekentalan campuran dan setelah itu campuran lalu dimasukkan kedalam cetakan yang berbentuk silinder. Langkah kerja pembuatan benda uji:

- a. Sebelum campuran dimasukkan kedalam cetakan, terlebih dahulu cetakan diolesi oli untuk mempermudah pelepasan contoh silinder dari cetakan.
- b. Sampel kemudian dimasukkan kedalam cetakan lalu dipadatkan dengan vibrator,
- c. Ratakan permukaan atasnya sampai gelembung-gelembung udara tidak terlihat.
- d. Biarkan selama kurang lebih 24 jam, setelah itu cetakan dilepas kemudian sampel diberi tanda seperlunya.
- e. Untuk perawatan dilakukan dengan cara perendaman berdasarkan umur 7, 14, dan 28 hari.

4.5. Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah selesai proses pembuatan dan perawatannya, benda uji siap untuk diperiksa kekuatannya (strength) yang disesuaikan dengan umur pemeliharaannya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat compression strength, adapun langkah kerjanya sebagai berikut:

- a. Pekerjaan persiapan

Sebelum benda uji di tes kuat tekannya dan tiap-tiap umur pemeliharaan, terlebih dahulu benda uji tersebut dikeluarkan dari bak perendaman kemudian dikeringkan. Sebelum pengetesan dilakukan benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk diketahui beratnya.

b. Pelaksanaan

Letakkan sampel pada dudukan alat yang tersedia secara benar kemudian alat dihidupkan. Jarum penunjuk terdiri atas dua yaitu berwarna merah dan hitam dimana apabila alat dihidupkan, maka jarum hitam akan bergerak dan mendorong jarum merah, dan apabila tegangan beton telah maksimum maka jarum hitam akan berhenti dan akan turun kembali ke posisi nol sedangkan jarum merah tetap pada posisi maksimum kemudian baca skala penunjukan jarum merah tersebut. Untuk pengetesan selanjutnya, jarum merah hams pada posisi nol.

BAB IV



HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemeriksaan

Tabel V. 1 : Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

No	Uraian	Hasil Pemeriksaan
1	Fine Modulus %	7,29
2	Kadar Air %	1,28
3	Kadar Lumpur %	0,60
4	Berat Volume	
	- Padat Kg/ltr	1,61
	- Lepas Kg/ltr	1,44
5	Spesifik Gravity	
	- Apparent	2,87
	- Dry Basic	2,81
	- SSD Basic	2,83
	- Water Absorption %	0,78
6	Abrasi %	20,56

Tabel V. 2. : Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

No	Uraian	Hasil Pemeriksaan
1	Fine Modulus %	2,517
2	Kadar Air %	4,53
3	Kadar Lumpur %	2,74
4	Berat Volume	
	- Padat Kg/ltr	1,37
	- Lepas Kg/ltr	1,23
5	Spesifik Gravity Apparent	2,71
	- Dry Basic	2,33
	- SSD Basic	2,47
	Water Absorption %	6,04
6	Kadar Organik %	2

4.2. Pembahasan Hasil Penelitian

Setelah melakukan serangkaian pemeriksaan agregat, diperoleh sifat karakteristik agregat tersebut di mana untuk campuran beton selalu berpedoman pada batasan standar spesifikasi ASTM.

- Analisa saring

Dari pemeriksaan analisa saringan diperoleh fine modulus 7,29 untuk agregat kasar dan 2,517 untuk agregat halus. Sedangkan spesifikasi yang disyaratkan adalah 5,5 - 8,5 untuk agregat kasar dan 2,2 - 3,1 untuk agregat halus. Dalam hal ini kedua jenis agregat memenuhi spesifikasi.

- Kadar air

Kadar air yang diperoleh untuk agregat kasar adalah 1.28 % dan untuk agregat halus adalah 4,53 %. Sedangkan batasan spesifikasi yang disyaratkan adalah 0,5 - 2,0 % untuk agregat kasar dan 3,0 - 5,0 % untuk agregat halus. Dengan demikian kadar air untuk kedua jenis agregat ini memenuhi spesifikasi.

- Radar lumpur

Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar diperoleh 0,6 % dan 2,74 % untuk agregat halus. Sedangkan spesifikasi yang disyaratkan yaitu 0,2 - 1,0 % untuk agregat kasar dan 0,2 - 6,0 % untuk agregat halus. Dalam hal ini kadar lumpur untuk kedua jenis agregat tersebut memenuhi spesifikasi.

- Berat volume

Dari hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar diperoleh : Padat 1,61

U - - -

kg/ltr Lepas 1,44 kg/ltr Spesifikasi yang disyaratkan:

Padat 1,6-1,9 kg/ltr

Lepas 1,6-1,9 kg/ltr

Berdasarkan spesifikasi berarti berat volume padat memenuhi dan berat volume lepas tidak memenuhi.

Kemudian untuk hasil pemeriksaan berat volume agregat halus diperoleh :

Padat 1,37 kg/ltr

Lepas 1,23 kg/ltr

Spesifikasi yang disyaratkan

Padat 1,4 -1,9 kg/ltr

Lepas 1,4 -1,9 kg/ltr

Jadi berat volume padat dan lepas tidak memenuhi Spesifikasi.

- **Spesifik gravity**

Dari hasil pemeriksaan Spesifikasi graffiti agregat kasar diperoleh :

Apparent	2,87
Dry basic	2,81
SSD basic	2,83
Water absorption	0,7%

Sedangkan spesifikasi yang disyaratkan

Apparent	1,6-3,2
Dry basic	1,6-3,2
SSD basic	1,6-3,2

Water absorption 0,2-4,0%

Dari spesifikasi tersebut menunjukkan bahwa spesifik gravity agregat kasar memenuhi spesifikasi.

Kemudian untuk pemeriksaan spesifik gravity agregat halus diperoleh :

Apparent	2,71
Dry basic	2,33
SSD basic	2,47
Water absorption	6,04

Spesifikasi yang disyaratkan :

Apparent	1,6-3,2
Dry basic	1,6-3,2
SSD basic	1,6-3,2
Water absorption	0,1 - 2,0 %

Spesifikasi gravity (apparent, dry basic, SSD basic) memenuhi spesifikasi sedangkan water absorption tidak memenuhi.

- Abrasi

Pemeriksaan abrasi hanya dilakukan pada agregat kasar dan diperoleh indeks keausan 20,56 %. Sedangkan spesifikasi yang disyaratkan yaitu 15-50 %

- Kadar organic

Pemeriksaan kadar organic hanya dilakukan pada agregat halus dan diperoleh kadar organic No 2. Sedangkan spesifikasi yang disyaratkan lebih kecil dari No. 3. dalam hal ini kadar organic agregat halus memenuhi spesifikasi.

Tabel Hasil Pengetesan Beton

No.	Tanggal		Slump (Cm)	Koef γ	Umur (hari)	Berat (Kg)	Tinggi (Cm)	Dia (Cm)	Luas (Cm ²)	Beban (Kg)	Kuat Tekan Silinder		Kuat tekan kubus	
	Discor	Ditest									Kg/Cm ²	28 hari Kg/Cm ²	Kg/Cm ²	28 hari Kg/Cm ²
1.	5/10/09	12/10/09	6	0,65	7	12,5	30	15	176,7	44852	253,8	390,5	305,78	470,43
			6	0,65	7	12,7	30	15	176,7	39755	224,9	346,1	270,96	416,86
			6	0,65	7	12,7	30	15	176,7	41794	236,5	363,8	284,96	438,60
			6	0,65	7	12,4	30	15	176,7	39755	224,9	346,1	270,96	417,20
2.	05/10/09	19/10/09	6	0,88	14	12,6	30	15	176,7	58104	328,7	373,6	396,02	450,02
			6	0,88	14	12,5	30	15	176,7	62181	351,8	399,8	423,85	481,65
			6	0,88	14	12,4	30	15	176,7	56065	317,2	360,5	382,16	434,37
			6	0,88	14	12,7	30	15	176,7	69317	392,2	445,7	472,53	536,96
3.	05/10/09	02/11/09	6	1,0	28	12,7	30	15	176,7	75433	426,8	426,8	514,22	514,22
			6	1,0	28	12,7	30	15	176,7	66259	374,9	374,9	451,86	451,86
			6	1,0	28	12,5	30	15	176,7	61162	346,1	346,1	416,97	416,97
			6	1,0	28	12,6	30	15	176,7	60172	340,3	340,3	410,00	410,00

No	Umur (hari)	Berat Kg	Teg. Hancur ($\sigma b'$) Kg/cm ²	($\sigma b' - \sigma_{bm}'$) Kg/cm ²	($\sigma b' - \sigma_{bm}'$) ² Kg/cm ⁴
1	7	12,5	470,43	21,79	474,80
2	7	12,7	416,86	-31,78	1009,97
3	7	12,7	438,60	-10,04	100,80
4	7	12,4	417,20	-31,44	988,47
5	14	12,6	450,02	1,38	1,90
6	14	12,5	481,65	33,01	1089,66
7	14	12,4	434,37	-14,27	203,63
8	14	12,7	536,96	88,32	7800,42
9	28	12,7	514,22	65,28	4300,74
10	28	12,6	451,86	3,22	10,37
11	28	12,5	416,97	-31,67	1002,99
12	28	12,6	410,00	-38,64	1493,05
					35210,8

$$\begin{aligned}\sigma_{bm}' &= \frac{\sum (\sigma_{B' i})}{n} \\ &= \frac{8972,79}{20} \\ &= 448,64 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (\sigma_{b' i} - \sigma_{bm}')^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{35210,84}{19}} \\ &= 43,05 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{bk} &= \sigma_{bm}' - 1,64 \times S \\ &= 448,64 - 1,64 \times 43,05 \\ &= 377,69 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Jadi hasil kuat tekan karakteristik yang dicapai yaitu 377,69 kg/cm²

K uji > K design

$$377,69 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Tegangan rata-rata untuk masing-masing umur.

Umur 7 hari

teg. Hancur	$(\sigma_{b'} - \sigma_{bm})^2$
$\sigma_{b'} \text{ (kg/jam}^2\text{)}$	
305,78	511,66

270,96	148,84
284,96	3,17
<u>270,96</u>	<u>148,84</u>
1132,64	812,51

$$\sigma_{bm}' = 1132,64/4 = 283,16 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_d = \sqrt{\frac{812,51}{3}} = 16,45$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk} &= \sigma_{bm}' - 1,64 \times S_d \\ &= 283,16 - 1,64 \times 16,4 \\ &= 283,16 - 1,64 \times 16,4 \\ &= 256,17 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Umur 14 hari.

Teg. Hancur σ_b' (kg/cm ²)	$(\sigma_b' - \sigma_{bm}')^2$
396,02	511,66
423,85	27,14
382,16	1330,79
<u>427,53</u>	<u>2904,13</u>
1674,56	4773,72

$$\sigma_{bm}' = 1674,56/4 = 418,64 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_d = \sqrt{\frac{4773,72}{3}} = 39,89$$

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm}' - 1,64 \times S_d$$

$$= 418,64 - 1,64 \times 39,89$$

$$= 353,22 \text{ kg/cm}^2$$

Umur 28 hari.

Teg. hancur σ_b' (kg/cm ²)	$(\sigma_b' - \sigma_{bm})^2$
514,22	4350,72
451,86	12,96
416,97	979,06
410,00	1463,83
1793,05	6806,57

$$\sigma_{bm}' = 1793,05/4 = 448,26 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_d = \sqrt{\frac{6806,57}{3}} = 47,63$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk} &= \sigma_{bm}' - 1,64 \times S_d \\ &= 448,26 - 1,64 \times 47,63 \\ &= 370,14 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Histogram pengetesan benda uji

Mutu beton yang direncanakan K 300

$$f_c'_{maks} = 536,96 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c'_{min} = 364,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Range (R)} = 536,96 - 364,75$$

$$= 172,21 \text{ kg/cm}^2$$

Jumlah kelas (K) = 8, untuk $n < 50$

$$\text{Interval} = \frac{R}{K} = \frac{172,21}{8} = 21,53 \dots\dots\dots = 21,6$$

8 Tabel Histogram

No	Klas	Mean Klas	Frekwensi	Populasi
1	364,75 - 386,35	375,55	1	10
2	386,36-407,96	397,16	2	20
3	407,97 - 429,57	418,77	4	40
4	429,58-451,18	440,38	4	40
5	451,19-472,79	461,99	4	40
6	472,80 - 494,40	483,60	2	20
7	494,41 -516,01	505,21	2	20
8	516,02-537,62	526,82	1	10

Mencari berat agregat kasar dan halus untuk beton dengan kadar semen 300

Kg/m³

$$\begin{aligned}\text{Kadar air bebas} &= 0,53 \times 300 \\ &= 159 \text{ Kg/m}^3\end{aligned}$$

- BJ. Agregat gabungan = 2,37
- Berat volume beton basah dilihat pada grafik II-3 = 2500 Kg/m³
- Jumlah penggunaan agregat beton per m³
 - Berat agregat halus = $a\% \times (D - W_s - W_a)$
 $= 0,28 \times (2500 - 300 - 159)$
 $= 517,48 \text{ kg/m}^3$
 - Berat agregat kasar = $b\% \times (D - W_s - W_a)$
 $= 0,72 \times (2500 - 300 - 159)$
 $= 1469,52 \text{ Kg/m}^3$

Koreksi karena adanya daya adsorpsi dan kadar air agregat

$$\text{Semen} = 300 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir - BLP} &= A - (R_p \% - W_p \% \times \frac{A}{100}) \\ &= 517,48 - (0,0504 - 0,0453) \times 571,48 / 100 \\ &= 571,39 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerikil} &= B - (R_k \% - W_p \% \times \frac{B}{100}) \\ &= 1469,52 - (0,0078 - 0,0128) \times \frac{1469,52}{100}\end{aligned}$$

$$= 1469,44 \text{ kg/m}^3$$

Air

$$= \text{kadar air bebas} - f (A - \text{BLP}) \times (B - \text{BLK})$$

$$= 159 + 1571,48 - 571,39) \times (1469,52 - 1469,44)$$

$$= 159,17 \text{ Kg/m}^3$$

Jumlah bahan yang digunakan untuk membuat 12 benda uji = volume kubus = $0,15 \times 0,15 \times 0,15 = 0,003375 \text{ m}^3$

Untuk 12 kubus - $12 \times 0,003375 = 0,0405$

- Semen = $0,0405 \times 300 = 12,15 \text{ kg}$

- Kerikil = $0,0405 \times 1469,44 = 59,51 \text{ kg}$

- Pasir = $0,0405 \times 571,39 = 23,14 \text{ kg}$

- Air = $0,0405 \times 159,17 = 6,44 \text{ kg}$

Untuk menghindari kekurangan campuran pada waktu pembuatan sampel maka diambil vektor 1,2.

- Semen = $12,15 \times 1,2 = 14,58 \text{ kg}$

- Kerikil = $23,14 \times 1,2 = 27,76 \text{ kg}$

- Pasir = $59,51 \times 1,2 = 71,41 \text{ kg}$

- Air = $6,44 \times 1,2 = 7,7 \text{ kg}$

Air = $\text{kadar air bebas} + (A - \text{BLP}) \times (B - \text{BLK})$

$$= 212 + (521,08 - 521) \times (1339,9 - 1339,83)$$

$$= 212,15 \text{ Kg/m}^3$$

Jumlah bahan yang digunakan untuk membuat 12 kubus (benda uji) = Volume kubus
 $- 0,15 \times 0,15 \times 0,15 = 0,003375 \text{ m}^3$

Untuk 12 kubus - $12 \times 0,003375 = 0,0405$

- Semen $= 400 \times 0,0405 = 16,2 \text{ kg/m}^3$
- Pasir $= 0,0405 \times 1469,44 = 21,10 \text{ kg/m}^3$
- Kerikil $= 0,0405 \times 1339,83 = 54,26 \text{ kg/m}^3$
- Air $= 0,0405 \times 212,15 = 8,59 \text{ kg/m}^3$

Untuk menghindari kekurangan campuran pada waktu pembuatan sampel maka diambil vektor 1,2,

- Semen $= 1,2 \times 16,2 = 19,44 \text{ kg/m}^3$
- Pasir $= 1,2 \times 21,10 = 25,32 \text{ kg/m}^3$
- Kerikil $= 1,2 \times 54,26 = 65,11 \text{ kg/m}^3$
- Air $= 1,2 \times 8,59 = 10,31 \text{ kg/m}^3$

Untuk kadar semen = 400 kg/m^3 Kadar air bebas = $0,53 \times 400 = 212 \text{ kg/m}^3$

Dari grafik II-3 diperoleh

Berat volume beton bebas - 2420 kg/m^3

❖ Jumlah penggunaan agregat beton per m^3

- Berat agregat halus $= a\% \times (D - W_s - W_a)$
 $= 0,28 \times (2420 - 400 - 212)$
 $= 521,80 \text{ kg/m}^3$
- Berat agregat kasar $= b\% \times (D - W_s - W_a)$
 $= 0,72 \times (2420 - 400 - 212)$
 $= 1339,9 \text{ kg/m}^3$

Koreksi karena adanya daya adsorpsi dan kadar air agregat

$$\text{Semen} = 400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir} = \text{BLP} = A - (\text{Rp}\% - \text{Wp}\% \times \frac{A}{100})$$

$$= 521,08 - (0,0604 - 0,0453) \times 521,08 / 100$$

$$= 521 \text{ kg/m}^3$$

Kerikil

$$= \text{Bik} - \text{B} - (\text{RK}\% - \text{WP}\%) \times \frac{3}{100}$$

$$= 13399 = 13339,9 - (0,0078 - 0,0128) \times \frac{1339,9}{100}$$

$$= 1331,83 \text{ kg/m}^3$$

Tabel hasil pengujian kadar semen 400 kg/m³

No	TRJ		Slup	Koef	Umur(hari)	Tinggi	Lebar Cm ³	Luas Cm ³	Beban Kg	Kuat Tekan	
	Dicos	Dites								Kg/Cm ²	28 hari
1.	5/10-09	12-10-09	6	0,65	7	15	15	225	60772	270,09	415,53
			6	0,65	7	15	15	225	59398	263,99	406,14
			6	0,65	7	15	15	225	62146	276,20	424,92
			6	0,65	7	15	15	225	62288	285,72	439,57
9	5/10-09	19-10-09	6	0,88	14	15	15	225	82103	36,90	414,06
			6	0,88	14	15	15	225	79986	355,49	403,9%
			6	0,88	14	15	15	225	83412	371,16	421,77
			6	0,88	14	15	15	225	88219	392,08	445,55
3	5/10-09	2-10-09	6	0,1	28	15	15	225	93112	413,83	413,83
			6	0,1	28	15	15	225	96219	427,64	427,64
			6	0,1	28	15	15	225	89,86	396,38	39638
			6	0,1	28	15	15	225	92299	410,21	410,21
											5020,16

$$\sigma_{bm} = \frac{5020,16}{12} = 418,34$$

No	Umur (Hari)	Teg. Hancur (σ_{bm}) Kg/Cm ²	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$ (KgTCm ²)	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$ Kg/Cm
1.	7	415,53	-2,81	7,89
	7	406,14	-12,2	148,84
	7	424,92	6,58	43,29
	7	493,57	4,23	450,71
2	14	414,66	-3,60	13,54
	14	403,%	-4,38	206,78
	14	421,77	3,43	11,76
	14	445,55	27,21	740,38
3	28	413,83	-4,51	2034
	28	427,64	-9,3	86,49
	28	396,38	-21,%	482,24
	28	410,21	-8,13	66,09
				2278,35

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^{11} (\sigma_b - \sigma_{bm})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{2278,35}{11}} = 34,39$$

Kuat tahanan beton karakteristik adalah

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,64 \times 5 - 5 = 418,34 - 1,64 \times 14,39$$

$$= 394,74 \text{ kg/m}^2$$

Kadar semen 400kg/m³

Umur 7 hari

Tag. Hancur

σ_b (Kg/cm ²)	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$
270,09	15,28
263,99	100,20
276,20	4,84
<u>285,72</u>	<u>173,3</u>
1096	293,62

$$\sigma_{bm} = \frac{1096}{4} = 274 \text{ kg. cm}^2$$

$$S_d = \sqrt{\frac{293,62}{3}} = 9,89$$

$$\begin{aligned}\sigma_{bk} &= \sigma_{bm} - 1,64 \times 9,89 \\ &= 274 - 1,64 \times 9,89 \\ &= 260 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Umur 14 hari

Tag. Hancur

σ_b (Kg/cm ²)	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$
364,90	36
355,99	237,20
321,16	0,067
<u>392,08</u>	<u>448,5</u>
1483,63	722,0

$$\sigma_{bm} = \frac{1483,64}{4} = 370,90 \text{ kg.cm}^2$$

$$S_d = \sqrt{\frac{148,64}{3}} = 22,32$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk} &= \sigma_{bm} - 1,64 \times s_d \\ &= 370,904 - 1,64 \times 22,23 \\ &= 334,4 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Umur 28 hari

Tag. Hancur

σ_{Tb} (Kg/cm²) $(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$

413,83 3,34

427,64 244,6

396,38 243,9

410,21 3,20

1648,06 495,04

$$\sigma_{bm} = \frac{1648,06}{4} = 412 \text{ kg.cm}^2$$

$$S_d = \sqrt{\frac{495,04}{3}} = 12,84$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk} &= \sigma_{bm} - 1,64 \times s_d \\ &= 412 - 1,64 \times 12,84 \\ &= 390,9 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tabel hasil pengujian kadar semen 300 kg/m³

No	Tgl		Siup	Koef	Umur(hari)	Tinggi	Lebar Cm ³	Luas Cm ³	Beban Kg	Kuat Tekan	
	Dicoos	Dtes								Kg Cm ²	28 hari
1.	5/10-09	12-10-09	6	0,65	7	15	15	225	49124	218,3	335,9
			6	0,65	7	15	15	225	43248	192,2	295,7
			6	0,65	7	15	15	225	38999	175,3	266,6
			6	0,65	7	15	15	225	51212	227,6	350
2.	5/10-09	194009	6	0,88	14	15	15	225	66278	294,6	334,7
			6	0,88	14	15	15	225	68139	302,4	344,1
			6	0,88	14	15	15	225	62187	278,4	309,5
			6	0,88	14	15	15	225	63148	280,6	318,9
3	5/10-09	2-10-09	6	0,1	28	15	15	225	71289	316,83	316,8
			6	0,1	28	15	15	225	70289	11,6	311,6
			6	0,1	28	15	15	225	69992	311	311
			6	0,1	28	15	15	225	70212	312	312
										3816,8	

$$\sigma_{bm} = \frac{3816,86}{12} = 318,06$$

No	Umur (Hari)	Teg. Hancur (σ_{bm}) Kg/cm ²	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$ (KgTCm ²)	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$ Kg/cm
1.	7	415,53	- 2,81	7,89
	7	406,14	- 12,2	148,84
	7	424,92	6,58	43,29
	7	493,57	4,23	450,71
2	14	414,66	- 3,60	13,54
	14	403,%	- 4,38	206,78
	14	421,77	3,43	11,76
	14	445,55	27,21	740,38
3	28	413,83	- 4,51	2034
	28	427,64	- 9,3	86,49
	28	396,38	- 21,%	482,24
	28	410,21	-8,13	66,09
				2278,35

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^{11} (\sigma_b - \sigma_{bm})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{8887,61}{11}} = 34,39$$

Kuat tahanan beton karakteristik adalah

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,64 \times 5 - 5 = 318,06 - 1,64 \times 28,42$$

$$= 271,4 \text{ kg/m}^2$$

Kadar semen 300 kg/m³

Umur 7 hari

Tag. Hancur

σ_b (Kg/cm ²)	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$
218,3	234
192,2	124,2
175,3	7844,84
<u>227,6</u>	<u>588</u>
813,4	1732,8

$$\sigma_{bm} = \frac{813,4}{4} = 203,35 \text{ kg. cm}^2$$

$$S_d = \sqrt{\frac{1732}{3}} = 24,0$$

$$\begin{aligned}\sigma_{bk} &= \sigma_{bm} - 1,64 \times s_d \\ &= 203,35 - 1,64 \times 24 \\ &= 260 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Umur 14 hari

Tag. Hancur

σ_b (Kg/cm ²)	$(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$
294,6	49
302,8	231
272,4	231
<u>280,6</u>	<u>49</u>
1150,4	560

$$\sigma_{bm} = \frac{1150,4}{4} = 287,6 \text{ kg.cm}^2$$

$$Sd = \sqrt{\frac{560}{3}} = 13,66$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk} &= \sigma_{bm} - 1,64 \times sd \\ &= 287,6 - 1,64 \times 13,66 \\ &= 265,19 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Umur 28 hari

Tag. Hancur

σ_{Tb} (Kg/cm²) $(\sigma_b - \sigma_{bm})^2$

316,8 16

311,6 1,44

311 3,24

312 0,64

1251,4 21,32

$$\sigma_{bm} = \frac{1251,4}{4} = 312,8 \text{ kg.cm}^2$$

$$Sd = \sqrt{\frac{21,32}{3}} = 2,66$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bk} &= \sigma_{bm} - 1,64 \times sd \\ &= 312,8 - 1,64 \times 2,66 \\ &= 308,4 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Histogram pengtesan benda uji dengan kadar 400 kg/m²

Mutu beton 400 kg / m²

Fc. Maks = 493,57 kg/cm²

Fc.Min = 396,38 kg/cm²

Rage (R) = 493,57 - 396,38

= 97,19 kg/cm²

Jumlah kelas (k) = 8 untuk n < 50

Interval = $\frac{R}{K}$

= $\frac{97,19}{8}$

= 12,1

Tabel Histogram

No	Kelas	Mean kls	Frekwensi	Populasi
1	295,7- 300 ,72	2989,21	1	10
2	300,72-305,74	303,23	2	20
3	305,74-310,76	308,25	4	40
4	310,7-315,78	313,24	4	40
5	315,78-320,8	318,29	4	40
6	320,8 - 325,82	323,29	2	20
7	325,82-330,84	328,33	2	20
8	330,84-335,80	333,35	1	10

Histogram pengtesan benda uji dengan kadar di kadar semen 300 kg/m³

Mutu beton = K 300

Fc.Maks = 335,9

Fc. Min = 295,7

Rage(R) = 335,9-295,7

= 40,2

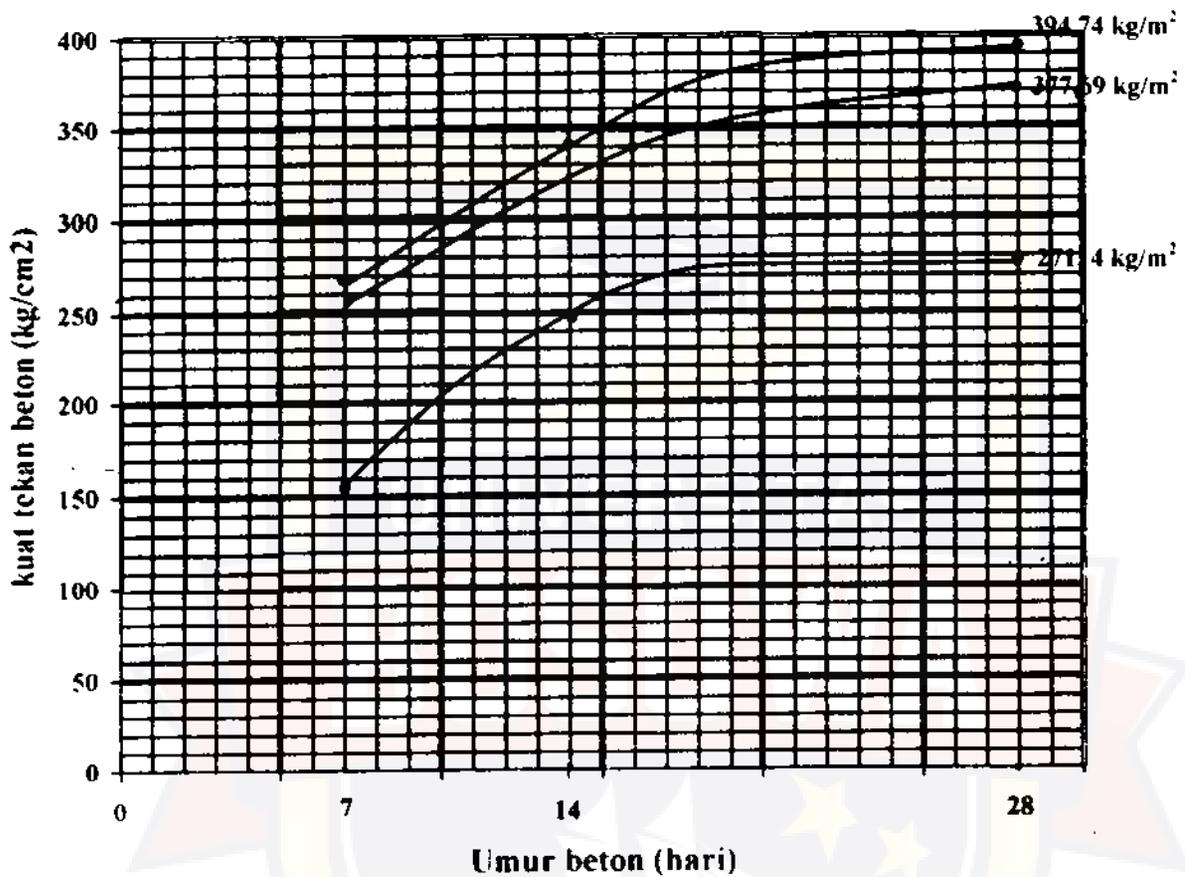
Jumlah kelas (k) = 8 untuk n < 50

Interval = $\frac{40,2}{8} = 5,01$

Tabel Histogram

No	Kelas	Mean kls	Frekwensi	Populasi
1	396,38-4,08	402,58	1	10
2	408,78-421,18	414,98	2	20
3	421,18-433,58	427,38	4	40
4	433,58-445,98	439,78	4	40
5	445,98-458,38	452,18	4	40
6	458,38-470,78	464,58	2	20
7	470,78-483,18	470,98	2	20
8	433,18-495,58	489,38	1	10

Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Umur Beton



Kadar Semen 400 kg/m³
Kadar Semen 349,56 kg/m³
Kadar Semen 300 kg/m³

GRAFIK HUB. KUAT TEKAN DAN UMUR BETON UNTUK MASING-MASING KADAR SEMEN

BAB V



PENUTUP

BAB V

PENUTUP

5.1.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang kami lakukan di laboratorium Universitas Hasanuddin, dapat kami simpulkan :

1. Dari hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar terlihat bahwa berat volume lepas memenuhi spesifikasi ASTM. sedangkan untuk agregat halus terdapat tiga sifat karakteristik yang memenuhi spesifikasi yaitu berat volume padat, berat volume lepas dan water absorption.
2. Mutu beton yang direncanakan adalah K. 300 dan berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh kuat tekan beton yang terjadi yaitu $377,69 \text{ kg / cm}^2$.
3. Untuk kadar semen 300 Kg/m^3 diperoleh kuat tekan beton $271,4 \text{ Kg/m}^3$
4. Untuk kadar semen 400 Kg/m^3 diperoleh kuat tekan beton $394,74 \text{ Kg/m}^3$
5. Melihat kuat tekan beton yang terjadi lebih besar dari kuat tekan beton rencana, menunjukkan bahwa batu gunung asal Bollangi Kabupaten Gowa dapat digunakan sebagai agregat kasar untuk campuran beton.

6.1. Saran

Sebagai saran yang kami kemukakan dalam tulisan ini bahwa penelitian ini menggunakan rancangan mutu beton K 300, sehingga untuk mengetahui kuat tekan beton yang lebih besar dengan agregat yang sama, masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimus : "Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.2" Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1971.
2. Anonimus : "Penuntun Praktikum Struktur dan bahan" Laboratorium struktur dan Bahan Fakultas Teknik Jurusan Sipil UNHAS 2001.
3. Anonimus : "Panduan Praktikum Quality Control Of Civil Work" Pusat Pelatihan MTB Bandung.
4. Anonimus : "Standar Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal" Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB Bandung, 1990.
5. Dedy setia graha, Ir. : "Batuan dan Mineral" Nova 1997
6. Edward G, Nawy, P.E.Dr : "Beton Bertulang serta pendekatan dasar" PT. Eresco Bandung 1990.
7. Gunawan Y, Yulisar Y : "Penuntun praktis Praktikum Pada Laboratorium teknik sipil" Inter media 1987.
8. Kusnadi M. Ir : "teknologi beton 1 Bahan-bahan campuran Beton" Departemen Sipil dan Perencanaan ITB. Edisi Keempat Erlangga 1999.
9. Longe, O. M, Ivamova : "Geologi Umum" Gaya Media Pratama 1991
10. Mordock. L.J.Brook. K.M, Stephanus Hindarkojr. : "Bahan Dan Praktek Beton "



LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
KAMPUS TAMALANREA TELEPON (0411) 587636 FAX. (0411) 587636

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Kerikil Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono

No.	Uraian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi ASTM	Keterangan
1.	Fine Modulus %	7,29	(5,5-8,5)	Memenuhi
2.	Kadar Air %	1,28	(0,5-2,0)	Memenuhi
3.	Kadar Lumpur	0,6	(0,2-1,0)	Memenuhi
4.	Berat Volume			
	- Lepas kg/ltr	1,61	(1,6-1,9)	Memenuhi
	- Padat kg/ltr	1,44		Tidak memenuhi
5.	Spesifikasi Gravity			
	- Apparent	2,87	(1,6-3,2)	Memenuhi
	- Dry basic	2,81		Memenuhi
	- SSD basic	2,83		Memenuhi
6.	Water Absorption %	0,78	(0,2-4,4)	Memenuhi
7.	Abrasi %	20,56	(15-50)	Memenuhi

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan
Jurusan Sipil ET-UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :



LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
KAMPUS TAMALANREA TELEPON (0411) 587636 FAX. (0411) 587636

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Pasir Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono

No.	Uraian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi ASTM	Keterangan
1.	Fine Modulus %	2,517	(2,2-3,1)	Memenuhi
2.	Kadar Air %	4,53	(3,0-5,0)	Memenuhi
3.	Kadar Lumpur	2,74	(0,2-6,0)	
4.	Berat Volume			
	- Lepas kg/ltr	1,37	(1,4-1,9)	Tidak memenuhi
	- Padat kg/ltr	1,23		Tidak memenuhi
5.	Spesifikasi Gravity			
	- Apparent	2,71	(1,6-3,2)	Memenuhi
	- Dry basic	2,33		Memenuhi
	- SSD basic	2,47		Memenuhi
6.	Water Absorption %	6,04	(0,2-2,0)	Tidak memenuhi
7.	Kadar Organik %	2	(<3)	Memenuhi

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT-UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :



LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
KAMPUS TAMALANREA TELEPON (0411) 587636 FAX. (0411) 587636

Pemeriksaan Keausan

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Kerikil Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono

Gradasi Pemeriksaan		Barat Agregat			
Saringan		I		II	
Lolos	Tertahan	A	B	A	B
1 ½	1	1250			
1	¾	1250			
¾	½	1250	2500		
½	⅜	1250	2500		
⅜	¼			2500	
¼	No. 4			2500	
No. 4	No. 8				5000
Total (A)		5000	5000	5000	5000
Jumlah Bola Baja		12	11	8	6
Jumlah Putaran		500	500	500	500
Berat Tertahan Saringan No. 12 (B)			2972,1		
Keausan		$\frac{A - B}{A} \times 100\% = 20,56\%$			

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :

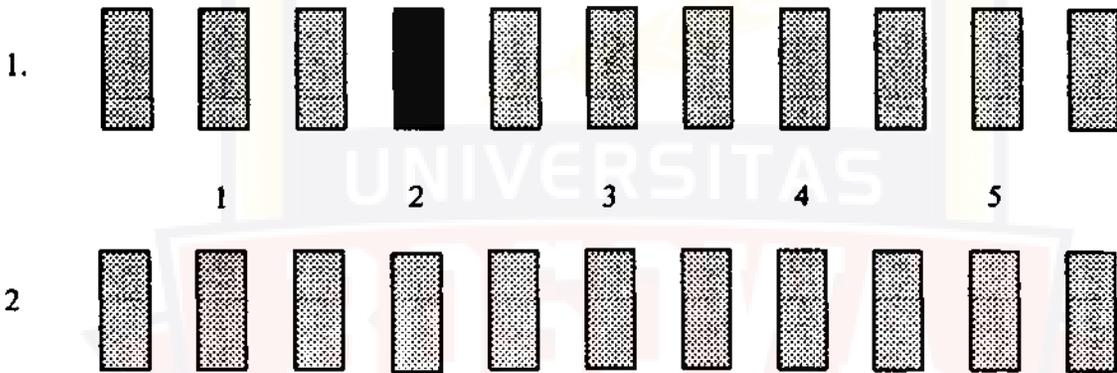


Pemeriksaan Berat Jenis

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Kerikil Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono

Makassar, 03-11-2009

Zat Organik Pada Agregat Halus



Catatan :

Diambil warna yang mendekati
Warna standar

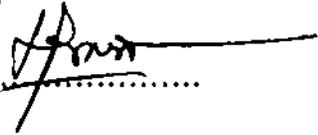
Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan
Jurusan Sipil FTUUNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang : 

2. A. Harsono : 



Pemeriksaan Berat Jenis

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
 Jenis Sample : Kerikil Dikerjakan : Stepanus Magang
 Sumber Sample : Gowa A. Harsono

Data Pemeriksaan	I
A. Berat contoh SSD di udara	2335,5 gram
B. Berat contoh SSD di dalam air	1511,4 gram
C. Berat contoh kering oven.	2317,3 gram
Apparent Specific Gravity = $\frac{C}{C - B}$	2,87
- On Dry Basic = $\frac{C}{A - B}$	2,81
- SSD Basic = $\frac{A}{A - B}$	2,83
% Water Absorption = $\frac{A - C}{A}$	0,78 %

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :



Pemeriksaan Berat Jenis

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Pasir Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono

Data Pemeriksaan	I
A. Berat Flask	gram
B. Berat Contoh SSD di Udara	500 gram
C. Berat Flask + Air + Contoh SSD	1024,9 gram
D. Berat Flask + Air (Standar)	727,1 gram
E. Berat Contoh Kering Oven	471,5 gram
Apparent Specific Gravity = $\frac{E}{E + D - C}$	2,71
- On Dry Basic = $\frac{E}{B + D - C}$	2,33
- SSD Basic = $\frac{B}{B + D - C}$	2,47
% Water Absorption = $\frac{B - E}{E} \times 100 \%$	6,04 %

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan
Jurusan Sipil FE UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :



LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
KAMPUS TAMALANREA TELEPON (0411) 587636 FAX. (0411) 587636

Pemeriksaan Kadar Lumpur

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Kerikil Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono

I	Wadah I	
	A. Berat Contoh Kering (Sebelum Dicuci)	1000 gram
	B. Berat Contoh kering (Setelah Dicuci)	994,9 gram
	C. Berat Lumpur (A - B)	5,1 gram
	$\text{Kadar Lumpur} = \frac{C}{A} \times 100\%$	0,51 %
II	Wadah II	
	D. Berat Contoh Kering (Sebelum Dicuci)	1000 gram
	E. Berat Contoh kering (Setelah Dicuci)	993,1 gram
	F. Berat Lumpur (D - E)	6,9 gram
	$\text{Kadar Lumpur} = \frac{D}{E} \times 100\%$	0,69 %
$\text{Kadar Lumpur Rata - Rata} = \frac{(0,51 + 0,69)\%}{2}$		0,6 %

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT/UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :



LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
KAMPUS TAMALANREA TELEPON (0411) 587636 FAX. (0411) 587636

Pemeriksaan Kadar Air

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Pasir Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono

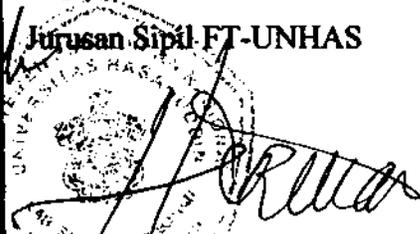
I	Wadah I	
	A. Berat Contoh Kering (Sebelum Dicuci)	1000 gram
	B. Berat Contoh kering (Setelah Dicuci)	964,8 gram
	C. Berat Lumpur (A - B)	36,5 gram
	$\text{Kadar Lumpur} = \frac{C}{A} \times 100\%$	3,65 %
II	Wadah I	
	D. Berat Contoh Kering (Sebelum Dicuci)	1000 gram
	E. Berat Contoh kering (Setelah Dicuci)	981,9 gram
	F. Berat Lumpur (D - E)	18,4 gram
	$\text{Kadar Lumpur} = \frac{D}{E} \times 100\%$	1,84 %
$\text{Kadar Lumpur Rata - Rata} = \frac{(3,65 + 1,84)\%}{2}$		2,74 %

Makassar, 03-11-2009

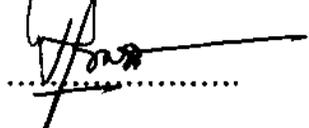
Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT-UNHAS


Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang : 

2. A. Harsono : 



LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
KAMPUS TAMALANREA TELEPON (0411) 587636 FAX. (0411) 587636

Pemeriksaan Berat Volume

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Kerikil Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono

No.	Uraian	Padat	Lepas
I	Wadah I		
	A. Berat Bohler	3,85 kg	3,85 kg
	B. Berat Bohler + Benda Uji	20,75 kg	19,15 kg
	C. Berat Benda Uji (B - A)	16,9 kg	15,3 kg
	D. Berat Bohler	10 ltr	10 ltr
	Kadar Volume = $\frac{C}{D}$	1,69 kg/ltr	1,53 kg/ltr
II	Wadah I		
	E. Berat Wadah	3,85 kg	3,85 kg
	F. Berat Wadah + Benda Uji	19,15 kg	17,35 kg
	G. Berat Benda Uji (B - A)	15,3 kg	13,5 kg
	H. Berat Benda Uji Kering (sebelah dioven)	10 ltr	10 ltr
	Kadar Volume = $\frac{C}{D}$	1,53 kg/ltr	1,35 kg/ltr
	Rata-Rata	1,61 kg/ltr	1,44 kg/ltr

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT-UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :



Pemeriksaan Berat Volume

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
 Jenis Sample : Pasir Dikerjakan : Stepanus Magang
 Sumber Sample : Gowa A. Harsono

No.	Uraian	Padat	Lepas
I	Wadah I		
	A. Berat Bohler	3,85 kg	3,85 kg
	B. Berat Bohler + Benda Uji	17,8 kg	16,3 kg
	C. Berat Benda Uji (B - A)	13,95 kg	12,45 kg
	D. Berat Bohler	10 ltr	10 ltr
	Kadar Volume = $\frac{C}{D}$	1,395 kg/ltr	1,245 kg/ltr
II	Wadah I		
	E. Berat Wadah	3,85 kg	3,85 kg
	F. Berat Wadah + Benda Uji	17,2 kg	16,0 kg
	G. Berat Benda Uji (B - A)	13,35 kg	12,15 kg
	H. Berat Benda Uji Kering (sebelah dioven)	10 ltr	10 ltr
	Kadar Volume = $\frac{C}{D}$	1,335 kg/ltr	1,215 kg/ltr
	Rata-Rata	1,37 kg/ltr	1,23 kg/ltr

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;
 Kepala Lab. Struktur dan Bahan
 Jurusan Sipil FT-UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :



Pemeriksaan Kadar Air

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
 Jenis Sample : Kerikil Dikerjakan : Stepanus Magang
 Sumber Sample : Gowa A. Harsono

I	Wadah I A. Berat Wadah B. Berat Wadah + Benda Uji C. Berat Benda Uji (B - A) D. Berat Benda Uji Kering (sebelah dioven) $\text{Kadar Air} = \frac{C - D}{C} \times 100\%$	644,1 gram 1144,1 gram 500,0 gram 493,45 gram 1,31 %
II	Wadah I E. Berat Wadah F. Berat Wadah + Benda Uji G. Berat Benda Uji (B - A) H. Berat Benda Uji Kering (sebelah dioven) $\text{Kadar Air} = \frac{G - H}{G} \times 100\%$	523,7 gram 1023,7 gram 500,0 gram 493,75 gram 1,25 %
$\text{Kadar Air Rata} = \frac{(1,31 + 1,25)\%}{2}$		1,28 %

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT-UNHAS

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng



Pemeriksaan Kadar Air

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
 Jenis Sample : Pasir Dikerjakan : Stepanus Magang
 Sumber Sample : Gowa A. Harsono

I	Wadah I A. Berat Wadah B. Berat Wadah + Benda Uji C. Berat Benda Uji (B - A) D. Berat Benda Uji Kering (sebelah dioven) $\text{Kadar Air} = \frac{C - D}{C} \times 100\%$	799,1 gram 1799,1 gram 1000 gram 950,4 gram 4,6 %
II	Wadah I E. Berat Wadah F. Berat Wadah + Benda Uji G. Berat Benda Uji (B - A) H. Berat Benda Uji Kering (sebelah dioven) $\text{Kadar Air} = \frac{G - H}{G} \times 100\%$	494,1 gram 1494,1 gram 1000 gram 959 gram 4,10 %
$\text{Kadar Air Rata} = \frac{(4,96 + 4,10)\%}{2}$		4,53 %

Makassar, 03-11-2009

Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT-UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang :

2. A. Harsono :



Analisa Saringan

Nomor Sample : Pekerjaan : Penelitian Laboratorium
Jenis Sample : Pasir Dikerjakan : Stepanus Magang
Sumber Sample : Gowa A. Harsono
Berat Contoh Kering : 1500 gram

No. Saringan	Berat Tertahan	Persen Tertahan	Σ Persen Tertahan	Persen Lolos
MM	Gram	%	%	%
4,75	4,2	0,28	0,28	99,72
2,36	22	1,47	1,75	98,25
1,18	97,7	6,51	8,26	91,74
0,6	495,3	33,02	41,28	58,72
0,3	395,3	26,29	67,57	32,43
0,15	435,5	29,03	96,6	3,4
Pan	51	3,40	100	0
Jumlah	1500			

Modus Kehalusan Pasir = $F = 251,74 \% = 2,517$

Makassar, 03-11-2009

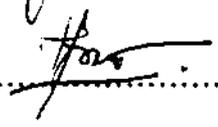
Mengetahui ;

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

Jurusan Sipil FT-UNHAS

Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng

1. Stepanus Magang : 

2. A. Harsono : 



PENGUKURAN SLUMP



PEMADATAN SAMPEL DENGAN VIBRATOR

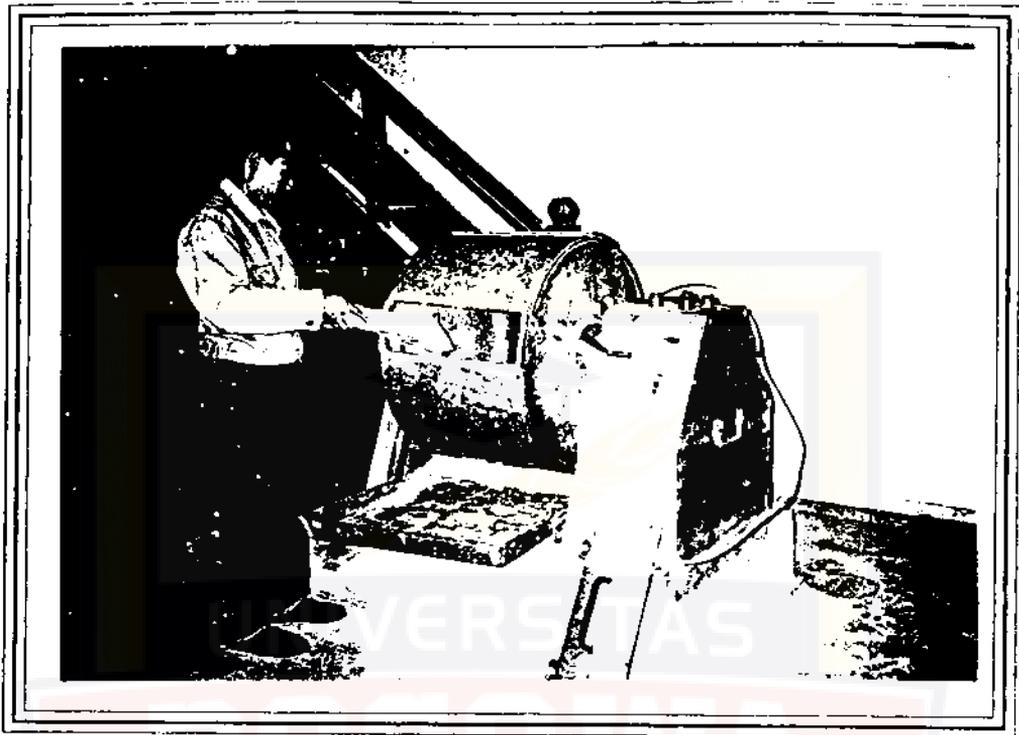


PROSES PENCAMPURAN DGN CONCRITE MIXER

2



PROSES PENCAMPURAN DGN CONCRITE MIXER



PEMERIKSAAN KEAUSAN



PEMARIKSAAN KADAR ORGANIK



PEMERIKSAAN BERAT JENIS PASIR



ANALISA SARINGAN

[Handwritten signature]



PENIMBANGAN SAMPEL.



PENGUJIAN STRENGTH DGN ELEKTRIK COMPRESSIVE