

**ANALISA PERBANDINGAN MUTU BETON DENGAN  
SUMBER MATERIAL AGREGAT HALUS YANG BERBEDA**

**Skripsi**

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam Sidang Ujian Sarjana  
Universitas Medan Area**

**Disusun oleh:**

**SUWANDI SURYA DHARMA TARIGAN**

**148110056**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2017**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai persyaratan untuk Menyelesaikan Program studi Strata (S1) pada jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dari penulisan skripsi saya ini yang saya kutip dari buku atau karya tulis orang lain, telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma-norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam Skripsi ini.

Demikian lembar pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, Desember 2017



**SUWANDI SURYA DHARMA TARIGAN**  
NIM: 148110056

## LEMBAR PENGESAHAN

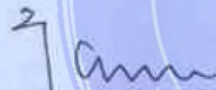
Judul Skripsi : Analisa Perbandingan Mutu Beton Dengan Sumber  
Material Agregat Halus Yang Berbeda  
Nama : Suwandi Surya Dharma Tarigan  
NPM : 148110056  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Disetujui oleh:

Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Ir. Kamaluddin Lubis, MT

  
Ir. Nurmaidah, MT

  
Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc

Ketua Program Studi

  
Ir. Kamaluddin Lubis, MT

## ABSTRAK

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Penggunaan agregat alam dari sumber yang baik dapan menjadi salah satu pilihan untuk memecahkan permasalahan ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perbedaan sumber material agregat halus terhadap mutu kuat tekan beton, Sampel yang digunakan adalah berbentuk silinder ( $\Phi = 15$  ;  $h = 30$ ), mutu beton yang direncanakan K-600. Jumlah sampel sebanyak 80 sampel. Sampel diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari, dengan terlebih dahulu dilakukan perawatan sebelum pengujian. Dari penelitian diperoleh bahwa kuat tekan beton yang tertinggi pada umur beton 7 dan 14 hari terdapat pada campuran beton dengan menggunakan Pasir Galunggung yaitu sebesar  $500,1 \text{ kg/cm}^2$  dan  $611,4 \text{ kg/cm}^2$  dan untuk umur 28 hari / pada kondisi stabil kuat tekan beton terdapat pada campuran beton dengan Pasir Cimalaka yaitu sebesar  $739 \text{ kg/cm}^2$ .

Harga satuan beton per  $\text{m}^3$  menggunakan Pasir Galunggung sebesar Rp 762.127,05 dan harga satuan beton per  $\text{m}^3$  menggunakan Pasir Cimalaka sebesar Rp 715.997,05.

Kata Kunci : *Beton, Pasir Galunggung, Pasir Cimalaka, Job Mix Formula, Biaya, Kuat Tekan Beton*



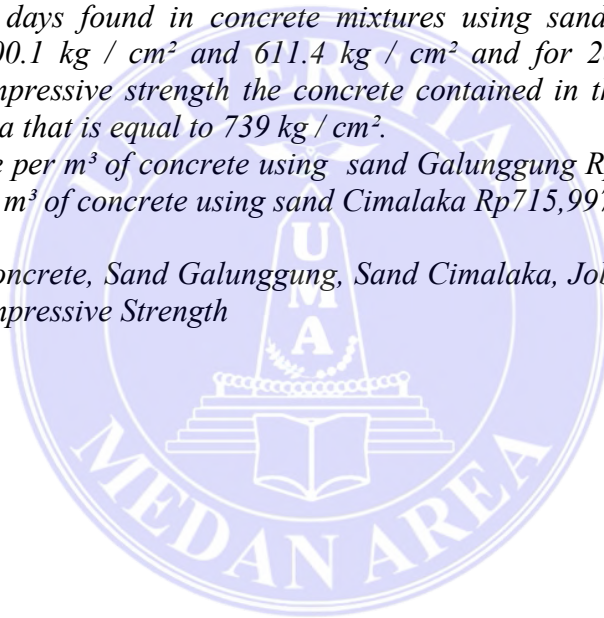
## ABSTRACT

*Various studies and experiments in the field of concrete as part of efforts to improve the quality of concrete, materials technology and techniques of execution obtained from the research and experiments are intended to answer the demands of an increasingly high against the use of concrete as well as overcoming the constraints that often occur in the execution of work in the field. The use of natural aggregate from a good source can both be one option to solve this problem.*

*The purpose of this study was to determine the extent of the effect of different sources of fine aggregate material on the quality of the concrete compressive strength, samples are cylindrical ( $\Phi = 15$ ;  $h = 30$ ), the quality of concrete planned K-600. The total sample of 80 samples. Samples were tested at the age of 7, 14, and 28 days, with the first treatment performed prior to testing. The research result shows that the highest compressive strength of concrete at the age of 7 and 14 days found in concrete mixtures using sand Galunggung in the amount of 500.1 kg / cm<sup>2</sup> and 611.4 kg / cm<sup>2</sup> and for 28 days / in a stable condition compressive strength the concrete contained in the concrete mix with sand Cimalaka that is equal to 739 kg / cm<sup>2</sup>.*

*The unit price per m<sup>3</sup> of concrete using sand Galunggung Rp 762,127.05 and the unit price per m<sup>3</sup> of concrete using sand Cimalaka Rp715,997.05.*

*Keywords: Concrete, Sand Galunggung, Sand Cimalaka, Job Mix Formula, Cost, Concrete Compressive Strength*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan pengetahuan pengalaman, kekuatan, dan kesempatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan Skripsi ini berjudul “**Analisa Perbandingan Mutu Beton Dengan Sumber Agregat Halus Yang Berbeda**”. Skripsi ini merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Sarjana Universitas Medan Area. Sesuai dengan judulnya, dalam skripsi ini akan menganalisa perbandingan kuat tekan beton terhadap komposisi material yang dibedakan.

Dalam proses pembuatan Laporan Skripsi ini, penulis telah mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa material, spiritual, informasi, maupun administrasi. Oleh karena itu, sudah selayaknya penulis menyampaikan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H.A. Yakub Matondang, MA., Rektor Universitas Medan Area;
2. Bapak Prof Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT., Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area dan juga Dosen Pembimbing I;
4. Ibu Ir. Nurmaidah, MT., Dosen Pembimbing II;
5. Seluruh Dosen dan universitas akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area;

6. Ibu Manager dan Seluruh Staff PT Waskita Beton Precast Plant Kalijati;
7. Orang tua dan keluarga yang turut mendukung dalam penyelesaian skripsi ini;
8. Rekan-rekan Mahasiswa/i, atas semangat dan motivasi yang telah diberikan.

Walaupun penulis sudah berupaya semaksimal mungkin, penulis juga menyadari kemungkinan terhadap kekurangan dalam Laporan Skripsi ini.

Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritikan yang dapat memperbaiki laporan ini.

Semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi siapa saja yang membacanya.

Medan, Desember 2017

Hormat saya

Penulis



**SUWANDI TARIGAN**  
**NPM : 14.811.0056**



## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR DIAGRAM .....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Umum .....	4
2.2 Material Pembentuk Beton .....	7
2.3 Semen.....	8
2.4 Agregat.....	12
2.4.1 Agregat Halus (Pasir).....	14
2.4.2 Agregat Kasar (Split) .....	17
2.5 Air .....	19
2.6 Pasir Gunung.....	21
2.6.1 Pasir Galunggung.....	23
2.6.2 Pasir Cimalaka .....	24
2.7 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	25
2.8 Workability .....	26



BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....	29
3.1 Metode Penelitian .....	29
3.2 Pengumpulan Data .....	29
3.2.1 Ketetapan <i>Job Mix Formula</i> .....	29
3.2.2 Hasil Test Material Agregat Kasar (Split) .....	30
3.2.3 Hasil Test Material Agregat Halus I (Pasir Galunggung) .....	32
3.2.4 Hasil Test Material Agregat Halus II (Pasir Cimalaka) .....	35
3.3 Lokasi Penelitian.....	38
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	40
4.1 Analisa <i>Job Mix Formula</i> Berdasarkan Data .....	40
4.1.1 <i>Job Mix Formula</i> dengan Pasir Galunggung.....	40
4.1.2 <i>Job Mix Formula</i> dengan Pasir Cimalaka .....	41
4.2 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Pasir Galunggung .....	43
4.3 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Pasir Cimalaka.....	47
4.4 Perhitungan Biaya.....	54
4.4.1 Harga Satuan Menggunakan Pasir Galunggung.....	55
4.4.2 Harga Satuan Menggunakan Pasir Cimalaka .....	55
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Limit Semen Portland .....	8
Tabel 2.2 Gradasi Pasir .....	16
Tabel 2.3 Agregat Halus Zona 1 .....	16
Tabel 2.4 Agregat Halus Zona 2 .....	16
Tabel 2.5 Agregat Halus Zona 3 .....	17
Tabel 2.6 Agregat Halus Zona 4 .....	17
Tabel 2.7 Susunan Besar Butiran Agregat Kasar .....	19
Tabel 2.8 Jumlah Semen Maximum dan Nilai Faktor Air Semen Maximum .....	27
Tabel 2.9 Nilai-nilai Slump Untuk Berbagai Pekerjaan Beton .....	28
Tabel 3.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	30
Tabel 3.2 Berat Isi/Density Agregat Kasar .....	31
Tabel 3.3 Kadar Air Agregat Kasar .....	31
Tabel 3.4 Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	31
Tabel 3.5 Analisa Saringan Agregat Kasar .....	32
Tabel 3.6 Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Galunggung .....	33
Tabel 3.7 Berat Isi/Density Pasir Galunggung .....	33
Tabel 3.8 Kadar Air Pasir Galunggung .....	34
Tabel 3.9 Kadar Lumpur Pasir Galunggung .....	34
Tabel 3.10 Analisa Saringan Pasir Galunggung .....	35
Tabel 3.11 Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Cimalaka .....	36
Tabel 3.12 Berat Isi/Density Pasir Cimalaka .....	36
Tabel 3.13 Kadar Air Pasir Cimalaka .....	37
Tabel 3.14 Kadar Lumpur Pasir Cimalaka .....	37
Tabel 3.15 Analisa Saringan Pasir Cimalaka .....	38
Tabel 4.1 Tabel Komposisi Material Pasir Galunggung .....	41
Tabel 4.2 Tabel Komposisi Material Pasir Cimalaka .....	43
Tabel 4.3 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Umur 7 Hari Pasir Galunggung .....	43
Tabel 4.4 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Umur 14 Hari Pasir Galunggung .....	44

Tabel 4.5 Hasil Kuat Tekan Benda Uji umur 28 Hari Pasir Galunggung.....	46
Tabel 4.6 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Umur 7 Hari Pasir Cimalaka .....	47
Tabel 4.7 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Umur 14 Hari Pasir Cimalaka .....	48
Tabel 4.8 Hasil Kuat Tekan Benda Uji umur 28 Hari Pasir Cimalaka .....	50
Tabel 4.9 Harga Per m <sup>3</sup> Komposisi Pasir Galunggung .....	55
Tabel 4.10 Harga Per m <sup>3</sup> Komposisi Pasir Cimalaka .....	56



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Albit .....	22
Gambar 2.2 Difraktogram Albit.....	23
Gambar 2.3 Pasir Galunggung.....	24
Gambar 2.4 Pasir Cimalaka .....	25
Gambar 3.1 Lokasi Laboratorium PT Waskita Plant Kalijati.....	39



## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar.....	31
Grafik 3.2 Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir Galunggung) .....	35
Grafik 3.3 Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir Cimalaka).....	38
Grafik 4.1 Perbandingan Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur Beton .....	54





## DAFTAR DIAGRAM

	Halaman
Diagram 4.1 Statistik Kuat Tekan Benda Uji Umur 7 Hari .....	51
Diagram 4.2 Statistik Kuat Tekan Benda Uji Umur 14 Hari .....	52
Diagram 4.3 Statistik Kuat Tekan Benda Uji Umur 28 Hari .....	53



## DAFTAR NOTASI

BJ	: Berat Jenis
Ds	: Standart Deviasi
n	: Jumlah
S/A	: Persentase Agregat
w/c	: Water Rasio
$(\sigma - \sigma_{bm})^2$	: Selisih Kuat Tekan dengan Kuat Tekan Rata-rata
$\sigma_{bm}$	: Kuat Tekan Rata-rata
$\sigma_{bk}$	: Kuat Tekan Karakteristik
$\sum(\sigma - \sigma_{Average})^2$	: Jumlah Selisih Kuat Tekan dengan Kuat Tekan Rata-rata



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seperti yang kita ketahui beton adalah hasil campuran yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air dan agregat (bahan tambahan yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan bangunan maupun kimia dengan perbandingan tertentu). Di dalam komposisi beton, pasir disebut sebagai agregat halus.

Agregat merupakan bagian yang terbanyak dalam pembentukan beton sedangkan semen dan air akan membentuk pasta yang akan mengikat agregat. Tugas perekat yaitu menghubungkan pasir atau kerikil dan mengisi lubang-lubang diantaranya. Tambahan air baru memungkinkan pengikat dan pengerasan dari perekat. Maka dari itu pasir merupakan salah satu bahan penting dalam untuk mendapatkan kuat tekan beton yang berkualitas

Pada umumnya, semakin padat agregat-agregat tersebut tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkannya, daya tahannya terhadap cuaca dan nilai ekonomis dari beton tersebut. Atas dasar inilah gradasi dari ukuran-ukuran partikel dalam agregat mempunyai peranan yang sangat penting untuk menghasilkan susunan beton yang padat.

Faktor penting yang lainnya ialah bahwa permukaannya haruslah bebas dari kotoran seperti tanah liat, lumpur dan zat organik yang akan memperoleh ikatannya dengan adukan semen dan juga tidak boleh terjadi reaksi kimia yang tidak diinginkan diantara material tersebut dengan semen.

Daerah Jawa, khususnya Jawa Barat merupakan daerah yang banyak di kelilingi oleh pegunungan, oleh karena itu tidak sedikit dari pabrik-pabrik beton di daerah Jawa Barat yang memanfaatkan pasir dari pegunungan tersebut sebagai bahan pembuatan beton. Abu dan pasir vulkanik adalah bahan material vulkanik jatuhan yang disemburkan ke udara saat terjadi suatu letusan. Abu maupun pasir vulkanik terdiri dari batuan berukuran besar sampai berukuran halus, yang berukuran besar biasanya jatuh di sekitar kawah sampai radius 5-7 km dari kawah, sedangkan yang berukuran halus dapat jatuh pada jarak mencapai ratusan kilometer bahkan ribuan kilometer dari kawah disebabkan oleh adanya hembusan angin (Sudaryo dan Sutjipto, 2009). Tanah vulkanik/tanah gunung berapi adalah tanah yang terbentuk dari lapukan materi dari letusan gunung berapi yang subur mengandung unsur hara yang tinggi. Jenis tanah vulkanik dapat dijumpai di sekitar lereng gunung berapi. Tanah yang berkembang dari abu vulkanik umumnya dicirikan oleh kandungan mineral liat *allophan* yang tinggi. *Allophan* adalah aluminosilikat *amorf* yang dengan bahan organik dapat membentuk ikatan kompleks (Sudaryo dan Sutjipto, 2009).

## **I.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.2.1 Maksud dari penelitian ini adalah:**

Untuk menganalisa perbandingan kuat tekan beton dan efisiensi biaya dalam penggunaan pasir Galunggung dan pasir Cimalaka dan untuk menganalisa kualitas pasir yang lebih baik sebagai campuran beton.

1.2.2 Tujuan dari penelitian ini adalah:

Dapat mengetahui kuat tekan beton dan efisiensi biaya dalam penggunaan pasir Galunggung dan pasir Cimalaka dan dapat menentukan kualitas pasir yang lebih baik sebagai campuran beton.

### **1.3 Rumusan Masalah**

1. Apakah pasir Galunggung dan pasir Cimalaka memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton menurut SNI atau ASTM;
2. Membandingkan kuat tekan beton k-600 menggunakan pasir Galunggung dan pasir Cimalaka.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Hanya membandingkan penggunaan pasir Galunggung dan pasir Cimalaka terhadap kuat tekan beton;
2. Menguji kuat tekan beton k-600;
3. Perawatan benda uji dengan cara perendaman;
4. Pengujian dilakukan umur 7, 14 dan 28 hari;
5. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran tinggi= 30 cm dan diameter = 15 cm.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu untuk membantu instansi/perusahaan terkait dalam memilih pasir yang berkualitas sebagai bahan campuran beton untuk daerah Jawa, kemudian untuk mengetahui efisiensi biaya dalam penggunaan pasir Galunggung dan pasir Cimalaka serta instansi terkait dapat mengetahui kualitas pasir mana yang lebih baik antara Pasir Cimalaka dan Pasir Galunggung.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen sebagai bahan ikatnya, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah lainnya. Beton didefinisikan sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya (Nawy, 1990). Murdock dan Brook (1986) secara jelas menyebutkan bahwa beton adalah suatu bahan bangunan dan bahan konstruksi, yang sifat-sifatnya dapat ditentukan lebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Agregat merupakan bagian yang terbanyak dalam pembentukan beton sedangkan semen dan air akan membentuk pasta yang akan mengikat agregat. Tugas perekat yaitu menghubungkan pasir atau kerikil dan mengisi lubang-lubang diantaranya. Tambahan air baru memungkinkan pengikat dan pengerasan dari perekat.

Kekuatan, keawetan, dan sifat beton tergantung dari nilai perbandingan bahan dasar beton, sifat bahan dasarnya, cara pengadukan, pengerjaan, penuangan, pemadatan serta perawatan selama proses pengerasan. Untuk membuat beton yang baik maka harus diperhitungkan cara mendapatkan adukan beton segar yang baik dan beton keras yang dihasilkan juga baik.

Pencapaian kuat beton yang baik perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya karena umumnya semakin keras dan padat massa penyusunnya makin tinggi kekuatan dan *durability*-nya. Untuk memperoleh kekuatan desak beton yang tinggi ada beberapa faktor yang harus

diperhatikan selain faktor air semen dan kepadatan semen. Menurut Mulyono (2004) faktor-faktor tersebut diantaranya yaitu kualitas semen, proporsi semen terhadap air dalam campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, interaksi adhesi antara pasta semen dengan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, penempatan yang benar, penyelesaian dan kompaksi beton segar, perawatan pada temperatur yang tidak lebih rendah dari 50°F pada saat beton hendak mencapai kekuatan, kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos.

Semen Portland tergolong sebagai bahan pengikat hidrolis, yaitu bila semen dicampur dengan air, maka terjadi proses pengerasan. Proses pengerasan itu sendiri memakan waktu yang cukup lama dengan kata lain mempunyai umur pengerasan dari beton itu sendiri. Sifat-sifat beton di pengaruhi oleh faktor-faktor yaitu: Kualitas semen, untuk konstruksi beton bertulang pada umumnya dapat digunakan jenis-jenis semen yang memenuhi syarat-syarat yang sudah ditetapkan kemudian perbandingan campuran semen Portland, bahan tambahan (aditif) dan air; Cara mencampur komponen; Agregat kasar (kerikil atau batu pecah); Ketelitian pekerjaan perawatan; Umur beton, serta suhu udara waktu mencampur dan waktu proses pengerasan beton. Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, kerikil, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar,

disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, di antaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibandingkn dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan bertugas memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan. Komponen struktur beton dengan kerjasama seperti itu disebut sebagai beton bertulangan baja atau lazim disebut beton bertulang saja. Dalam perkembangannya, didasarkan pada tujuan peningkatan kemampuan kekuatan komponen, sering juga dijumpai beton dan tulangan baja bersama-sama ditempatkan pada bagian struktur dimana keduanya menahan gaya tekan.

Dengan sendirinya untuk mengatur kerjasama antara dua bahan yang berbeda sifat dan perilakunya dalam rangka membentuk satu kesatuan perilaku struktural untuk mendukung beban, diperlukan cara hitungan berbeda dngan apabila hanya digunakan satu macam bahan saja seperti halnya pada struktur baja, kayu, aluminium, dan sebagainya.

Kerjasama antara bahan beton dan baja tulangan hanya dapat terwujud dengan didasarkan pada keadaan-keadaan seperti lekatan sempurna antara batang tulangan baja dengan beton keras yang membungkusnya sehingga tidak terjadi penggelinciran di antara keduanya kemudian beton yang mengelilingi batang tulangan baja bersifat kedap sehingga mampu melindungi dan mencegah terjadinya karat baja selanjutnya angka muai kedua bahan hampir sama, dimana untuk setiap kenaikan suhu satu derajat celcius angka muai beton 0,000010 sampai 0,000013 sedangkan baja 0,000012, sehingga tegangan yang timbul karena perbedaan nilai dapat diabaikan.

Sebagai konsekuensi dari lekatan yang sempurna antara kedua bahan, di daerah tarik suatu komponen struktur akan terjadi retak-retak beton di dekat baja tulangan. Retak halus yang demikian dapat diabaikan sejauh tidak mempengaruhi penampailan structural komponen yang bersangkutan.

## **2.2 Material Pembentuk Beton**

Beton adalah hasil campuran yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air dan agregat (bahan tambahan yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan bangunan maupun kimia dengan perbandingan tertentu). Proses terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dan semen (Mulyono, 2004). selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Berikut penjabaran dari beberapa material pembentuk beton.

### 2.3 Semen

Semen berasal dari kata *cement* dalam bahasa asing/inggris yang berarti pengikat/perekat. Perkataan *cement* itu sendiri diambil dari kata latin *cementum* yaitu nama yang diberikan kepada batu kapur yang serbuknya telah dipergunakan sebagai bahan adukan (mortar) lebih dari 2.000 tahun yang lalu di negara Italia. Dalam perkembangannya, arti perkataan *cement* mengalami sedikit perubahan, misalnya pada abad pertengahan diartikan sebagai segala macam bahan pengikat perekat seperti *rubber cement*, termasuk pula *portland cement*. Suatu semen jika diaduk dengan semen air akan menjadi adukan pasta semen, Sedangkan jika diaduk dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika ditambah dengan kerikil menjadi beton (Tjokrodimujo, 1992). Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, sehingga membentuk material yang padat. Secara umum, komposisi kimia semen Portland adalah seperti yang diperlihatkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi limit semen Portland

Oksida	Komposisi (% berat)
CaO (kapur)	60 – 67
SiO <sub>2</sub> (Silika)	17 – 25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Alumina)	3 – 8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Besi)	0,5 – 6
MgO (Magnesia)	0,1 – 5,5
Alkalis	0,2 – 1,3
SO <sub>3</sub> (Sulfur)	1 – 3

Sumber : A.M. Neville, Concrete Technology, 1987

Berdasarkan jenisnya, semen Portland dibagi menjadi lima jenis (Tjokrodimujo, 1992), yang pertama adalah semen jenis I yang berfungsi untuk umum serta tidak memenuhi persyaratan khusus, yang kedua adalah semen jenis II, yaitu semen untuk beton tahan sulfat dan memiliki panas



hidrasi sedang, ketiga yaitu semen jenis III, yaitu semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras), keempat adalah semen jenis IV, yaitu semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah dan yang terakhir adalah semen jenis V yaitu semen untuk beton yang sangat tahan terhadap sulfat.

Semen adalah hydraulic binder (perekat hidraulis) yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung di dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan. Oleh karena sifat hidraulis tersebut, maka semen bersifat dapat mengeras jika dicampur dengan air, dan tidak larut dalam air.

*Hydraulic binder* misalnya: *portland cement*, *blended cement*, *high alumunia cement* dan sebagainya. Di samping *hydraulic binder*, juga dikenal *non-hydraulic binder* misalnya *lime*.

Sejak berabad-abad kandungan *lime* merupakan perekat klasik dalam bangunan yang dibuat dengan memanaskan *limestone* pada suhu 850°C. Kandungan  $\text{CaCO}_3$  dari *limestone* akan melepaskan  $\text{CO}_2$  dan menghasilkan burnt lime atau quick lime ( $\text{CaO}$ ). Produk ini bereaksi dengan cepat dengan air menghasilkan  $\text{Ca(OH)}_2$  dalam butir yang halus dan selanjutnya  $\text{Ca(OH)}_2$  ini akan bereaksi dengan  $\text{CO}_2$  dari udara dan mengeras menjadi  $\text{CaCO}_3$  kembali dan juga bereaksi dengan senyawa-senyawa silikat yang menghasilkan senyawa *calcium silicate hydrate* yang bersifat sebagai perekat batuan. Adapun bahan baku pembuatan semen adalah :

a. Batu Kapur

Batu kapur merupakan komponen yang banyak mengandung  $\text{CaCO}_3$  dengan sedikit tanah liat, Magnesium Karbonat, Alumina Silikat dan senyawa oksida lainnya. Senyawa besi dan organik menyebabkan batu kapur berwarna abu-abu hingga kuning;

b. Tanah Liat

Komponen utama pembentuk tanah liat adalah senyawa Alumina Silikat Hidrat. Klasifikasi senyawa alumina silikat berdasarkan kelompok mineral yang dikandungnya yaitu yang pertama kelompok Montmorillonite, meliputi: Monmorilosite, beidelite, saponite, dan nitronite. Kemudian kelompok Kaolin, meliputi: kaolinite, dicnite, nacrite, dan halaysite. Ketiga kelompok tanah liat beralkali meliputi : tanah liat mika (ilite).

c. Pasir Besi dan Pasir Silikat

Bahan ini merupakan bahan koreksi pada campuran tepung baku (Raw Mix). Digunakan sebagai pelengkap komponen kimia esensial yang diperlukan untuk pembuatan semen. Pasir silika digunakan untuk menaikkan kandungan  $\text{SiO}_2$ . Pasir Besi digunakan untuk menaikkan kandungan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dalam Raw Mix.

d. Gypsum (  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  )

Berfungsi sebagai retarder atau memperlambat proses pengerasan dari semen. Hilangnya kristal air pada gipsum menyebabkan hilangnya atau berkurangnya sifat gipsum sebagai retarder. Kandungan kimia yang ada dalam semen antara lain: Trikalsium Silikat, Dikalsium Silikat, Trikalsium Aluminat, Tetrakalsium Aluminofe, Gypsum.

Langkah utama proses produksi semen adalah:

## 1. Penggalian/Quarrying

Terdapat dua jenis material yang penting bagi produksi semen: yang pertama adalah yang kaya akan kapur atau material yang mengandung kapur (*calcareous materials*) seperti batu gamping, kapur, dll., dan yang kedua adalah yang kaya akan silika atau material mengandung tanah liat (*argillaceous materials*) seperti tanah liat. Batu gamping dan tanah liat dikeruk atau diledakkan dari penggalian dan kemudian diangkut ke alat penghancur.

## 2. Penghancuran

Penghancur bertanggung jawab terhadap pengecilan ukuran primer bagi material yang digali.

## 3. Pencampuran Awal

Material yang dihancurkan melewati alat analisis on-line untuk menentukan komposisi tumpukan bahan.

## 4. Penghalusan dan Pencampuran Bahan Baku

*Belt conveyor* mengangkut tumpukan yang sudah dicampur pada tahap awal ke penampung, dimana perbandingan berat umpan disesuaikan dengan jenis klinker yang diproduksi. Material kemudian digiling sampai kehalusan yang diinginkan.

## 5. Pembakaran dan Pendinginan Klinker

Campuran bahan baku yang sudah tercampur rata diumpankan ke *pre-heater*, yang merupakan alat penukar panas yang terdiri dari serangkaian siklon dimana terjadi perpindahan panas antara umpan campuran bahan baku dengan gas panas dari kiln yang berlawanan arah. Kalsinasi parsial terjadi pada *pre-heater* ini dan berlanjut dalam *kiln*, dimana bahan baku berubah menjadi agak cair dengan sifat seperti semen. Pada kiln yang bersuhu 1350-1400°C, bahan berubah menjadi bongkahan padat berukuran kecil yang dikenal dengan sebutan klinker, kemudian dialirkan ke pendingin klinker, dimana udara pendingin akan menurunkan suhu klinker hingga mencapai 100 °C.

#### 6. Penghalusan Akhir

Dari silo klinker, klinker dipindahkan ke penampung klinker dengan dilewatkan timbangan pengumpan, yang akan mengatur perbandingan aliran bahan terhadap bahan-bahan aditif. Pada tahap ini, ditambahkan gipsum ke klinker dan diumpankan ke mesin penggiling akhir. Campuran klinker dan gipsum untuk semen jenis 1 dan campuran klinker, gipsum dan pozzolan untuk semen jenis P dihancurkan dalam sistem tertutup dalam penggiling akhir untuk mendapatkan kehalusan yang dikehendaki. Semen kemudian dialirkan dengan pipa menuju silo semen.

### 2.4 Agregat

Penjelasan didalam SNI-15-1991-03, agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil dan batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan satu media pengikat untuk membentuk beton semen

hidrolik atau adukan. Dalam struktur beton biasanya agregat biasa menempati kurang lebih 70 % – 75 % dari volume beton yang telah mengeras.

Pada umumnya, semakin padat agregat-agregat tersebut tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkannya, daya tahannya terhadap cuaca dan nilai ekonomis dari beton tersebut. Atas dasar inilah gradasi dari ukuran-ukuran partikel dalam agregat mempunyai peranan yang sangat penting untuk menghasilkan susunan beton yang padat.

Faktor penting yang lainnya ialah bahwa permukaannya haruslah bebas dari kotoran seperti tanah liat, lumpur dan zat organik yang akan memperoleh ikatannya dengan adukan semen dan juga tidak boleh terjadi reaksi kimia yang tidak diinginkan diantara material tersebut dengan semen.

Agregat yang digunakan untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) Ketentuan dan persyaratan dari SII 0052-80 “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”. Bila tidak tercakup dalam SII 0052-80 maka agregat harus memenuhi ASTM C33 “*Specification for Structural Concrete Agregates*”.
- 2) Ketentuan dari ASTM C330 “*Specification for Light Weight Agregates for Structural Concrete*” , untuk agregat dan struktur beton.

Berdasarkan ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi :

- a) Agregat halus, diameter 0 – 5 mm disebut pasir, yang dibedakan Pasir halus:  $\emptyset$  0 – 1 mm;

- b) Pasir kasar:  $\varnothing$  1 – 5 mm;
- c) Agregat kasar, diameter  $\geq$  5 mm, biasanya berukuran antara 5 – 40 mm yang disebut kerikil.

Secara umum agregat berfungsi untuk menghemat penggunaan Semen Portland, menghasilkan kekuatan yang besar pada beton, mengurangi susut pengerasan beton, mencapai susunan yang padat pada beton, dengan gradasi yang baik maka akan didapat beton yang padat, dan mengontrol workability atau sifat dapat dikerjakan.

Sifat agregat yang baik yaitu memiliki butiran yang keras, kompak, tidak pipih, dan kekal/tidak mudah berubah volume karena perubahan cuaca. Pada umumnya agregat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (split).

#### 2.4.1 Agregat Halus ( Pasir )

Agregat halus adalah butiran halus yang memiliki kehalusan 2 mm – 5 mm. Menurut SNI 02-6820-2002 , agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm. Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 & SK SNI S-04-1989-F adalah sebagai berikut yaitu agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras, butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat, agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci, modulus halus butir antara 1,50 – 3,80 dan dengan variasi



butir sesuai standar gradasi, tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3 % NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standar / pembanding, dan memiliki berat jenis (*Specific Gravity*) minimal 2.4 ( ASTM C.127-01, SNI 1969-2008 ).

a) Gradasi Agregat Halus

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar, sehingga pori-porinya sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Pada agregat untuk pembuatan beton diinginkan suatu butiran yang berkemampatan tinggi, karena volume porinya sedikit maka bahan pengikat yang dibutuhkan juga sedikit. Menurut SK SNI T-15-1990-03 , kekasaran pasir dapat dibedakan menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu: ZONE I = Pasir Kasar; ZONE II = Pasir Agak Kasar; ZONE III = Pasir Agak Halus, dan ZONE IV = Pasir Halus. Berikut adalah Table 2.2 untuk gradasi pasir.



Tabel 2.2 Gradasi Pasir

Syarat Batas Gradasi Pasir

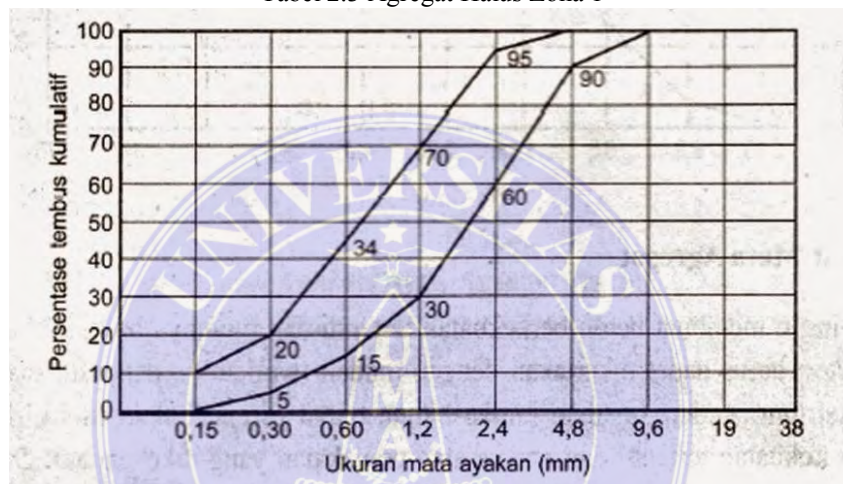
Lubang ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)							
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	100	100	100	100	100
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100
2.4	60	95	75	100	80	100	95	100
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15

Keterangan :

- Zone 1 = Pasir Kasar
- Zone 2 = Pasir Agak Kasar
- Zone 3 = Pasir Halus
- Zone 4 = Pasir Agak Halus

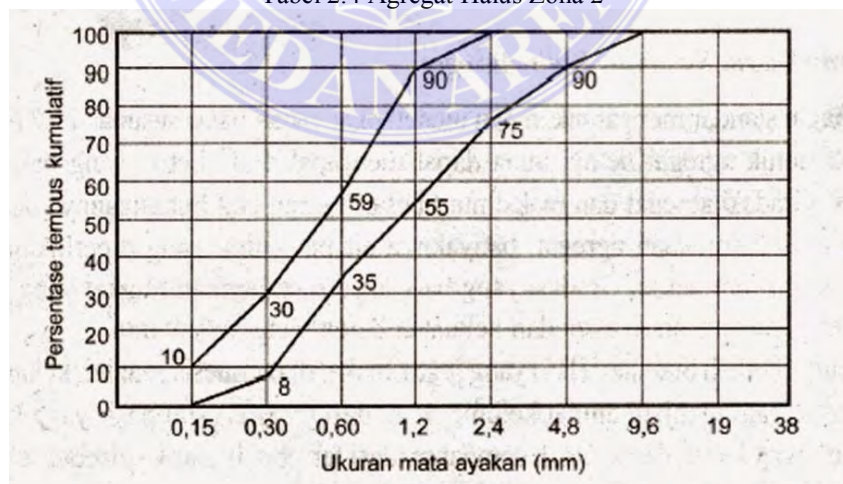
Sumber: SK.SNI.T-15-1990-3

Tabel 2.3 Agregat Halus Zona 1



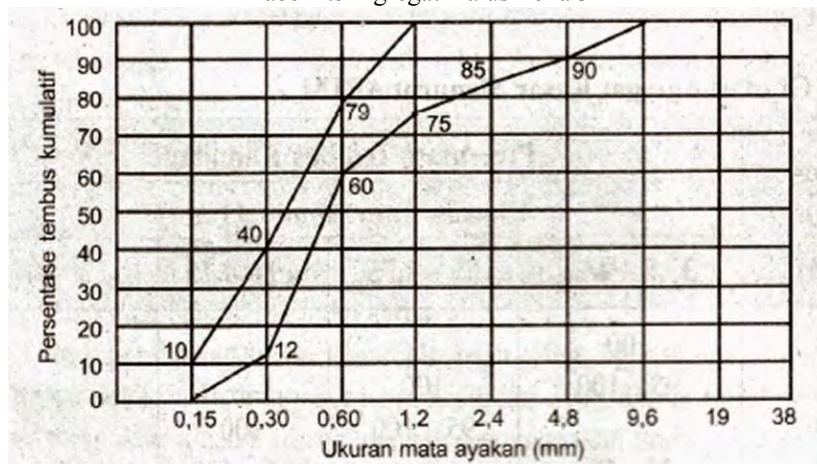
Sumber: SK.SNI.T-15-1990-3

Tabel 2.4 Agregat Halus Zona 2



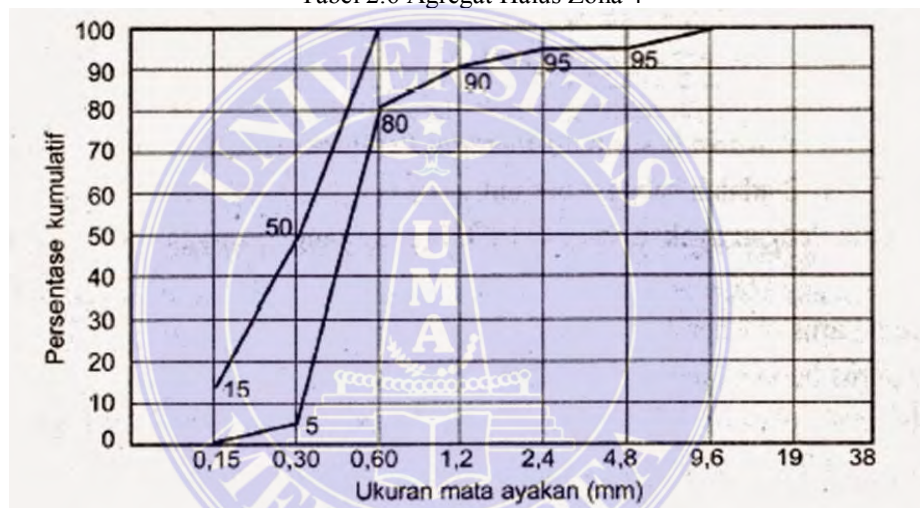
Sumber: SK.SNI.T-15-1990-3

Tabel 2.5 Agregat Halus Zona 3



Sumber: SK.SNI.T-15-1990-3

Tabel 2.6 Agregat Halus Zona 4



Sumber: SK.SNI.T-15-1990-3

#### 2.4.2 Agregat Kasar (Split)

Agregat kasar yang digunakan untuk beton merupakan kerikil hasil disintergrasi dari batu-batuan atau berupa batu pecah (*split*) yang diperoleh dair alat pemecah batu, dengan syarat ukuran butirannya lolos ayakan 38,1 mm dan tertahan di ayakan 4,76 mm. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat kasar adalah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm. Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton maka agregat kasar harus memenuhi syarat.
2. 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 kasar harus bersifat kekal yang berarti tidak pecah atau hancur akibat pengaruh cuaca seperti hujan dan terik matahari.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui/lolos ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang aktif terhadap alkali.
5. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan mesin pengaus *Los Angeles* dimana tidak boleh terjadi kehilangan berat melebihi 5 %.
6. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam dan apabila diayak, harus memenuhi syarat-syarat seperti sisa di atas ayakan 31,5 mm harus 0 % berat, sisa di atas ayakan 4 mm harus berkisar antara 90 % dan 98 % , selisih antara sisa-sisa kumulatif ayakan yang berurutan adalah maksimum 60 % dan minimum 10 % dari berat, berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari

jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas tulangan. Penyimpangan dari batasan ini diijinkan apabila menurut pengawas ahli, cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa sehingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kerikil. Batasan Modulus kehalusan kerikil : **5,5**  $\leq FM \leq 7,5$ .

Table 2.7 Susunan Besar Butiran Agregat Kasar

Ukuran Lubang ayakan (mm)	Persentase lolos kumulatif (%)
38,10	95-100
19,10	35-70
9,52	10-30
4,75	0-5

Sumber: SK.SNI.T-15-1990-3

## 2.5 Air

Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton. Menurut PBI 1971, persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut: Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak daripada beton; Apabila dipandang perlu maka contoh air dapat dibawa ke Laboratorium Penyelidikan Bahan untuk mendapatkan pengujian sebagaimana yang dipersyaratkan; Jumlah air yang digunakan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.



Air yang digunakan untuk proses pembuatan beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi persyaratan air minum. Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton akan sulit untuk dikerjakan, tetapi jika kadar air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah beton mengeras. Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat, dan memberikan kemudahan dalam penerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

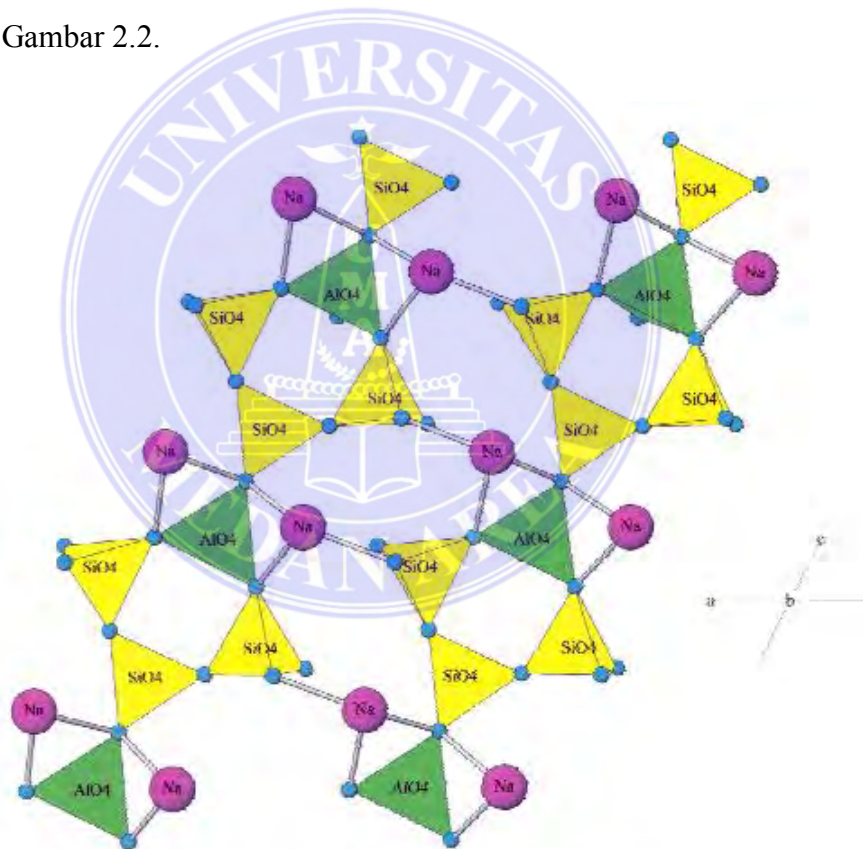
Untuk memperoleh kepadatan beton dengan rasio air semen yang rendah sebaiknya menggunakan alat penggetar adukan (*vibrator*). Menjaga kelembaban dan panas agar dapat konstan sewaktu proses hidrasi berlangsung, misalnya dengan menutupi permukaan dengan karung basah.

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut ini (Tjokrodimuljo, 1992) yaitu tidak mengandung organik (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter, tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dll) lebih dari 15 gram/liter, tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter, dan tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

## 2.6 Pasir Gunung

Abu dan pasir vulkanik adalah bahan material vulkanik jatuhnya yang disemburkan ke udara saat terjadi suatu letusan. Abu maupun pasir vulkanik terdiri dari batuan berukuran besar sampai berukuran halus, yang berukuran besar biasanya jatuh di sekitar kawah sampai radius 5-7 km dari kawah, sedangkan yang berukuran halus dapat jatuh pada jarak mencapai ratusan kilometer bahkan ribuan kilometer dari kawah disebabkan oleh adanya hembusan angin (Sudaryo dan Sutjipto, 2009). Tanah vulkanik/tanah gunung berapi adalah tanah yang terbentuk dari lapukan materi dari letusan gunung berapi yang subur mengandung unsur hara yang tinggi. Jenis tanah vulkanik dapat dijumpai di sekitar lereng gunung berapi. Tanah yang berkembang dari abu vulkanik umumnya dicirikan oleh kandungan mineral liat *allophan* yang tinggi. *Allophan* adalah aluminosilikat *amorf* yang dengan bahan organik dapat membentuk ikatan kompleks (Sudaryo dan Sutjipto, 2009). Material yang keluar dari erupsi Merapi mengandung silika kristalin yang bervariasi pada berbagai sampel. Jumlah silika kristalin yang paling banyak terdapat pada sampel yang di dalamnya terkandung 3-6 % kristobalit (Horwell, Damby dan Baxter, 2011). Kandungan unsur logam dalam tanah vulkanik di daerah Cangkringan, kabupaten Sleman provinsi Yogyakarta untuk aluminium (Al) berkisar antara: 1,8-5,9 %; magnesium (Mg): 1-2,4 %; silika (Si): 2,6-28 % dan besi (Fe): 1,4-9,3 % (Sudaryo dan Sutjipto, 2009). Kandungan mineral berlimpah yang terdapat dalam batuan dari gunung berapi adalah feldspar. Rumus umum feldspar alkali adalah  $MA_1Si_3O_8$  dimana M adalah logam alkali, yaitu Na (albit) atau K (ortoklas) (Awala dan

Jamal, 2011). Umumnya struktur feldspar tersusun dari sebuah cincin yang terdiri dari empat buah struktur tetrahedral. Kalium dan natrium feldspar mempunyai tiga buah silikon tetrahedral dan sebuah aluminium tetrahedral, sedangkan pada kalsium feldspar mempunyai dua buah silikon tetrahedral dan dua buah aluminium tetrahedral. Permukaan feldspar terdiri dari muatan positif, yaitu ion  $\text{Na}^+$  pada albit dan ion  $\text{K}^+$  pada ortoklas; dan muatan negatif, yaitu gugus silanol atau siloksan (Prasanphan dan Nuntiya, 2006). Struktur albit tertera pada Gambar 2.1 dan difraktogram albit dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Struktur Albit  
(Sumber: [www.geosc.psu.edu](http://www.geosc.psu.edu))





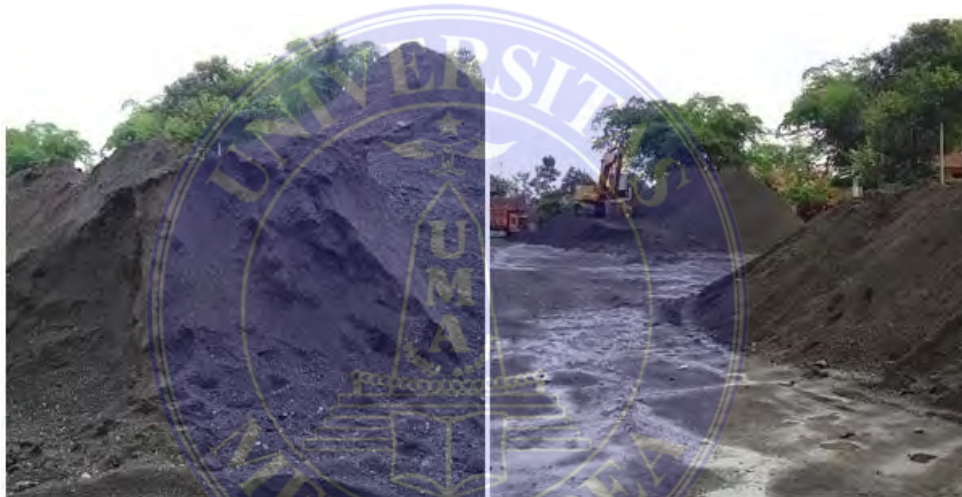
Gambar 2.2 Difraktogram Albit  
(Sumber: RRUFF project at University of Arizona)

### 2.6.1 Pasir Galunggung

Pasir Galunggung merupakan pasir yang berasal dari Gunung Galunggung ini terletak di kota Tasikmalaya Jawa Barat. Pasir Galunggung Tasikmalaya ini terkenal kokoh untuk berbagai jenis kebutuhan konstruksi bangunan maupun sebagaibahan campuran aspal hotmix yang handal. Selain itu pasir Galunggung ini sangat kokoh dipakai untuk pengecoran tiang bangunan maupun cor jalan.

Proses pengambilan pasir Galunggung berasal dari kaki gunung Gunung Galunggung Tasikmalaya Jawa Barat yang selanjutnya dilakukan pencucian untuk memisahkan pasir dari unsur debu sehingga berdasarkan hasil uji laboratorium dinyatakan sebagai pasir berkualitas terbaik untuk campuran utama bahan bangunan. Hal itu dinyatakan oleh ahli peneliti Vulkanologi yang mengatakan bahwa pada pasir bahan cor/beton Gunung Galunggung mengandung Silika yang dapat mengikat semen menjadi lebih kuat. Kelebihan pasir cor Galunggung Tasikmalaya inilah yang menjadikan banyak orang/perusahaan beton yang mencari bahan material pasir ini untuk bangunan/konstruksi di kota besar seperti Bandung dan Jakarta.

Perlu disampaikan pula bahwa kualitas pasir Vulkanik Gunung Galunggung Tasikmalaya sangat beragam dan bermacam-macam jenisnya, sementara yang terbaik adalah yang mengandung unsure hara tinggi dan mengandung partikel silica yang sangat baik untuk kekuatan bangunan setelah dicampur dengan semen dan bahan lain yang diperlukan. Selain itu yang membuat kualitas pasir Galunggung menjadi yang terbaik karena kandungan besi (FEO) tinggi yang membuat bangunan lebih tahan dari pelapukan.



Gambar 2.3 Pasir Galunggung

### 2.6.2 Pasir Cimalaka

Di Kecamatan Cimalaka tepatnya di kaki Gunung Tampomas telah menjadi areal penambangan pasir. Kecamatan Cimalaka merupakan salah satu kecamatan yang berada di kaki Gunung Tampomas yang memiliki ketinggian 501-1000 m dpl. Gunung Tampomas memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah, dan telah member manfaat bagi masyarakat. Selain manfaat yang berasal dari atas permukaan tanah (*top soil*) juga terdapat kekayaan di dalam tanah berupa deposit

tambang pasir dan batu (split). Berdasarkan data yang diperoleh dinas PLH Kabupaten Sumedang, lokasi penambang pasir dan split yang berada di Kecamatan Cimalaka ada 5 Desa, yaitu Desa Licin, Cibeureum Kulon, Cibeureum Wetan, Naluk, dan Mandalaherang.



Gambar 2.4 Pasir Cimalaka

## 2.7 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kekuatan desak adalah kemampuan beton untuk menerima gaya desak persatuan luas. Kuat desak beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Nilai kuat desak beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi = 300 mm, diameter = 150 mm. Kuat desak masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan desak tertinggi ( $f_c'$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban desak selama percobaan (Dipohusodo, 1996).

Menurut ASTM C 39-86 tentang standar tes untuk kuat tekan sampel kubus dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang dicapai selama

pengujian dengan luas permukaan sampel beton, secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dengan:  $f'c$  = kuat tekan beton (MPa);

$P$  = beban tekan maksimum (N);

$A$  = luas penampang tertekan ( $\text{mm}^2$ ).

Beton akan mempunyai kuat desak yang tinggi jika tersusun dari bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat mencapai 70-75% volume beton (Dipohusodo, 1996). Oleh karena kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal-hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah permukaan dan bentuk agregat, gradasi agregat, dan ukuran maksimum agregat.

## 2.8 Workability

Kekentalan (konsistensi) adukan beton harus disesuaikan dengan cara transport, cara pemadatan, jenis konstruksi yang bersangkutan, dan kerapatan dari tulangan. Kekentalan tersebut bergantung pada beberapa hal antara lain:

1. Jumlah dan jenis semen;
2. Nilai faktor air semen;

3. Jenis dan susunan butir dari agregat;
4. Penggunaan bahan-bahan pembantu.

Tabel 2.8. Jumlah Semen Minimum dan Nilai Faktor Air Semen Maksimum

	Jumlah semen minimum per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai faktor Air 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	375	0,52
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	275	0,57
Beton yang kontinu berhubungan dengan air:	375	0,52

(Sumber SNI 03-2834-2000)

Kekentalan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian slump. Adukan beton untuk keperluan pengujian slump ini harus diambil langsung dari mesin pengaduk dengan menggunakan ember atau alat lain yang tidak menyerap air. Bila dianggap perlu, adukan beton diaduk lagi sebelum diadakan pengujian tersebut.

Untuk mencegah penggunaan adukan beton yang terlalu kental atau terlalau encer, dianjurkan untuk menggunakan nilai-nilai slump yang terletak dalam batas-batas yang ditunjukkan dalam tabel 2.9.

Table 2.9. Nilai-Nilai Slump Untuk Berbagai Pekerjaan Beton

Uraian	Slump maksimum	Slump minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak	12,5	5,0
Bertulang	9,0	2,5
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan, dan konstruksi di bawah tanah	15,0	7,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	7,5	5,0
Pengerasan jalan	7,5	2,5
Pembetonan masal		

(Sumber SNI 03-2834-2000)





## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen dimana untuk mendapatkan data-data dan hasil penelitian dengan melakukan pengujian dan penelitian di laboratorium.

Untuk mencapai maksud dan tujuan Skripsi ini, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut:

- a. Melakukan review dan tinjauan kepustakaan buku-buku dan Skripsi yang terkait dengan beton dengan analisis perbedaan material;
- b. Pelaksanaan pengumpulan data-data dari lokasi penambangan Pasir Galunggung dan Pasir Cimalaka. Data yang diperoleh:
  - 1) Asal usul Pasir Galunggung & Cimalaka;
  - 2) Harga jual Pasir Galunggung & Cimalaka;
- c. Melakukan perhitungan dan pemeriksaan terhadap material tersebut untuk mendapatkan data yang ingin diperoleh berdasarkan rumusan yang ada;
- d. Mengadakan analisis terhadap perhitungan yang diperoleh dan membuat kesimpulan.

#### 3.2 Pengumpulan Data

##### 3.2.1 Ketetapan *Job Mix Formula*

Semen : 490 kg/m<sup>3</sup> ex Tiga Roda

Air : 140 ltr/m<sup>3</sup>



w/c : 0.29  
 S/A : 45%  
 Admixture : 5.88 ltr/m<sup>3</sup> exSika 8007 P

### 3.2.2 Hasil Test Material Agregat Kasar (Split)

#### 3.2.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C33-03, ASTM C127-01, SNI 1969-2008

	<b>I</b>	<b>II</b>
A= Berat material kering oven	= 974.2 gr	= 987.3 gr
B= Berat material SSD	= 986.7 gr	= 997.4 gr
C= Berat material SSD di dalam air	= 607.3 gr	= 612.5 gr

Tabel 3.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan	Rumus	Tes ke I	Tes ke II	Rata-rata
Berat Jenis Kering	$\frac{A}{B - C}$	2.568	2.565	2.570
Berat Jenis SSD	$\frac{B}{B - C}$	2.601	2.591	2.600
Berat Jenis Semu	$\frac{A}{A - C}$	2.655	2.634	2.640
Penyerapan Air	$\frac{B - A}{A} \times 100 \%$	1.280	1.020	1.150

#### 3.2.2.2 Berat Isi/Density

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C33-93, ASTM C29/C29 M-97, SNI 03-4804-1998

Tabel 3.2 Berat Isi/Density

Pemeriksaan	Padat	Gembur	Rata-Rata	Satuan
Berat Wadah ( T )	0.418	0.418	0.418	Kg
Volume Wadah ( V )	0.00175	0.00175	0.00175	m <sup>3</sup>
Berat Wadah + Matera ( G )	2.984	2.587	2.786	Kg
Berat Isi Agregat Kering Oven (M) $M = \frac{G-T}{V}$	1466	1239	1352.9	Kg/m <sup>3</sup>
Berat Isi SSD (Mssd) = M (1+(A/100)) A= Absorpsi Agregat yang di tes	1473	1245	1359	Kg/m <sup>3</sup>

### 3.2.2.3 Kadar Air

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C566-97, SNI 03-1971-1990

Tabel 3.3 Kadar Air

Berat Wadah	( W1 )	438.7	Gram
Berat Benda Uji + Wadah	( W2 )	1444.0	Gram
Berat Benda Uji	W3 = W2 - W1	( W3 ) 1005.3	Gram
Berat Benda Uji Setelah di Oven + Wadah	( W4 )	1422.6	Gram
Berat Benda Uji Setelah di Oven	W5 = W4 - W1	( W5 ) 983.9	Gram
% Kadar Air Pada Agregat	$\frac{W3 - W5}{W5} \times 100 \%$	( W6 ) 2.2	%

### 3.2.2.4 Kadar Lumpur

Referensi perhitungan berdasarkan ASTM C33-93, ASTM C117-95, SNI 03-4142-1995.

Tabel 3.4 Kadar Lumpur

Berat Material Awal Kering Oven + Wadah	( W1 )	1435.0	Gram
Berat Wadah	( W2 )	469.0	Gram
Berat Kering Benda Uji	W3 = W1 - W2	( W3 ) 996.0	Gram
Berat Kering Benda Uji Setelah di Cuci + Wadah	( W4 )	1432.0	Gram
Berat Kering Benda Uji Setelah Pencucian	W5 = W4 - W2	( W5 ) 993.0	Gram
% Material Lolos Ayakan No 200 ( 0.075 mm )	$\frac{W3 - W5}{W3} \times 100 \%$	( W6 ) 0.3	%

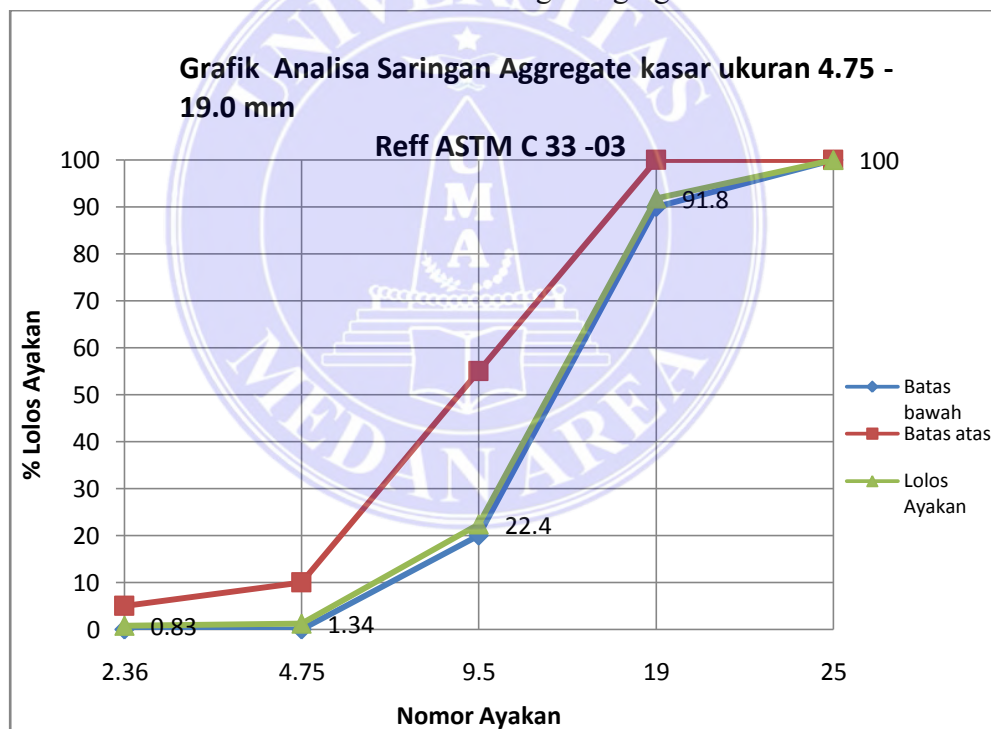
### 3.2.2.5 Analisa Saringan

Referensi perhitungan berdasarkan ASTM C 33-93, ASTM C 136, SNI 03-1968-1990.

Tabel 3.5 Analisa Saringan

Ukuran Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan Ayakan	% Lolos Ayakan
25	0	0.0	100
19	164.0	8.2	91.8
9.5	1388.0	69.4	22.4
4.75	421.2	21.06	1.34
2.36	10.2	0.51	0.83
PAN	16.6	0.83	0.00

Grafik 3.1 Analisa Saringan Agregate Kasar



Catatan : Modulus kehalusan ( FM ) dapat di hitung dengan cara menjumlahkan persentase aggregate tertahan dari ukuran ayakan 25 sampai dengan ukuran 0.15 kemudian di bagi 100.

### 3.2.3 Hasil Test Material Agregat Halus I ( Pasir Galunggung)

#### 3.2.3.1 Berat Jenis dan Penyerapan

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C33-03, ASTM C128-01, SNI 1970-2008.

	<b>I</b>	<b>II</b>
A= Berat material kering oven	= 487.5 gr	= 488.2 gr
B= Berat labu ukur + air	= 1272.3 gr	= 1272,3 gr
C= Berat material SSD + air + labu	= 1570.8 gr	= 1571.4 gr
S= Berat material SSD	= 500 gr	= 500 gr

Tabel 3.6 Berat Jenis dan Penyerapan (Pasir Galunggung)

<b>Pemeriksaan</b>	<b>Rumus</b>	<b>Tes ke I</b>	<b>Tes ke II</b>	<b>Rata-rata</b>
Berat Jenis Kering	$\frac{A}{(B + S) - C}$	2.419	2.430	2.425
Berat Jenis SSD	$\frac{S}{(B + S) - C}$	2.481	2.489	2.485
Berat Jenis Semu	$\frac{A}{(B + A) - C}$	2.579	2.582	2.581
Penyerapan Air	$\frac{S - A}{A} \times 100 \%$	2.564	2.417	2.491

### 3.2.3.2 Berat Isi/Density

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C33-93, ASTM C29/C29 M-97, SNI 03-4804-1998.

Tabel 3.7 Berat Isi/Density Pasir Galunggung

<b>Pemeriksaan</b>	<b>Padat</b>	<b>Gembur</b>	<b>Rata-Rata</b>	<b>Satuan</b>
Berat Wadah ( T )	0.418	0.418	0.418	Kg
Volume Wadah ( V )	0.00175	0.00175	0.00175	m <sup>3</sup>
Berat Wadah + Matera ( G )	2.874	2.771	2.823	Kg
Berat Isi Agregat Kering Oven (M) $M = \frac{G-T}{V}$	1403	1345	1374	Kg/m <sup>3</sup>
Berat Isi SSD (Mssd) = M (1+(A/100)) A= Absorpsi Agregat yang di tes	1423	1364	1394	Kg/m <sup>3</sup>

### 3.2.3.3 Kadar Air

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C566-97, SNI 03-1971-1990.

Tabel 3.8 Kadar Air Pasir Galunggung

Berat Wadah		( W1 )	741.4	Gram
Berat Benda Uji + Wadah		( W2 )	1741.4	Gram
Berat Benda Uji	$W3 = W2 - W1$	( W3 )	1000	Gram
Berat Benda Uji Setelah di Oven + Wadah		( W4 )	1708.3	Gram
Berat Benda Uji Setelah di Oven	$W5 = W4 - W1$	( W5 )	966.9	Gram
% Kadar Air Pada Agregat	$\frac{W3 - W5}{W5} \times 100 \%$	( W6 )	3.4	%

### 3.2.3.4 Kadar Lumpur

Referensi perhitungan berdasarkan ASTM C33-93, ASTM C117-95, SNI 03-4142-1995.

Tabel 3.9 Kadar Lumpur Pasir Galunggung

Berat Material Awal Kering Oven + Wadah		( W1 )	1352	Gram
Berat Wadah		( W2 )	434.7	Gram
Berat Kering Benda Uji	$W3 = W1 - W2$	( W3 )	917.3	Gram
Berat Kering Benda Uji Setelah di Cuci + Wadah		( W4 )	1328.4	Gram
Berat Kering Benda Uji Setelah Pencucian	$W5 = W4 - W2$	( W5 )	893.7	Gram
% Material Lolos Ayakan No 200 ( 0.075 mm )	$\frac{W3 - W5}{W3} \times 100 \%$	( W6 )	2.57	%

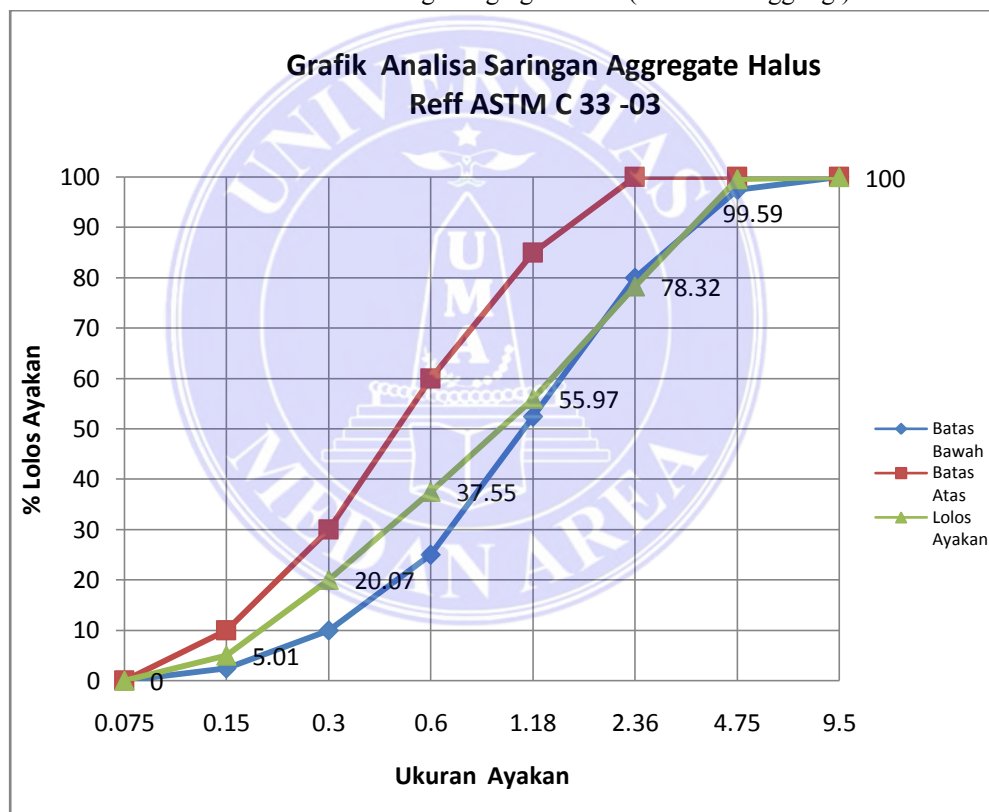
### 3.2.3.5 Analisa Saringan

Referensi perhitungan berdasarkan ASTM C 33-93, ASTM C 136, SNI 03-1968-1990.

Tabel 3.10 Analisa Saringan Pasir Galunggung

Ukuran Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan Ayakan	% Lolos Ayakan
9.5	0	0.0	100
4.75	4.2	0.42	99.58
2.36	212.6	21.26	78.32
1.18	223.5	22.35	55.97
0.6	184.2	18.42	37.55
0.3	174.8	17.48	20.07
0.15	150.6	15.06	5.01
0.075	42.1	4.21	0.0
PAN	8	0.8	0.0

Grafik 3.2 Analisa Saringan Agregat Halus ( Pasir Galunggung )



Catatan : Modulus kehalusan ( FM ) dapat di hitung dengan cara menjumlahkan persentase aggregate tertahan dari ukuran ayakan 9.5 sampai dengan ukuran 0.15 kemudian di bagi 100.

### 3.2.4 Hasil Test Material Agregat Halus II ( Pasir Cimalaka)

#### 3.2.4.1 Berat Jenis dan Penyerapan

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C33-03, ASTM C128-01, SNI 1970-2008.

	I	II
A= Berat material kering oven	= 492 gr	= 493 gr
B= Beratlabuukur + air	= 1272.1 gr	= 1274.4 gr
C= Beratmaterial SSD + air + labu	= 1573.2 gr	= 1575 gr
S= Berat material SSD	= 500 gr	= 500 gr

Tabel 3.11 Berat Jenis dan Penyerapan (Pasir Cimalaka)

Pemeriksaan	Rumus	Tes ke I	Tes ke II	Rata-rata
Berat Jenis Kering	$\frac{A}{(B + S) - C}$	2.470	2.472	2.471
Berat Jenis SSD	$\frac{S}{(B + S) - C}$	2.510	2.508	2.509
Berat Jenis Semu	$\frac{A}{(B + A) - C}$	2.573	2.472	2.523
Penyerapan Air	$\frac{S - A}{A} \times 100 \%$	1.6	1.4	1.5

### 3.2.4.2 Berat Isi/Density

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C33-93, ASTM C29/C29 M-97, SNI 03-4804-1998.

Tabel 3.12 Berat Isi/Density Pasir Cimalaka

Pemeriksaan	Padat	Gembur	Rata-Rata	Satuan
Berat Wadah ( T )	2.03	2.03	2.03	Kg
Volume Wadah ( V )	0.01	0.01	0.01	m <sup>3</sup>
Berat Wadah + Matera ( G )	16.38	16.3	16.34	Kg
Berat Isi Agregat Kering Oven (M)	1435	1427	1431	Kg/m <sup>3</sup>
$M = \frac{G-T}{V}$				
Berat Isi SSD (Mssd) = M (1+(A/100))	1457	1448	1452	Kg/m <sup>3</sup>
A= Absorpsi Agregat yang dites				



### 3.2.4.3 Kadar Air

Referensi pemeriksaan berdasarkan ASTM C566-97, SNI 03-1971-1990.

Tabel 3.13 Kadar Air Pasir Cimalaka

Berat Wadah	( W1 )	442.5	Gram
Berat Benda Uji + Wadah	( W2 )	1447.7	Gram
Berat Benda Uji	$W3 = W2 - W1$	( W3 )	1005.2 Gram
Berat Benda Uji Setelah di Oven + Wadah	( W4 )	1408	Gram
Berat Benda Uji Setelah di Oven	$W5 = W4 - W1$	( W5 )	965.5 Gram
% Kadar Air Pada Agregat	$\frac{W3 - W5}{W5} \times 100 \%$	( W6 )	4.1 %

### 3.2.4.4 Kadar Lumpur

Referensi perhitungan berdasarkan ASTM C33-93, ASTM C117-95, SNI 03-4142-1995.

Tabel 3.14 Kadar Lumpur Pasir Cimalaka

Berat Material Awal Kering Oven + Wadah	( W1 )	966	Gram
Berat Wadah	( W2 )	434	Gram
Berat Kering Benda Uji	$W3 = W1 - W2$	( W3 )	532 Gram
Berat Kering Benda Uji Setelah di Cuci + Wadah	( W4 )	941	Gram
Berat Kering Benda Uji Setelah Pencucian	$W5 = W4 - W2$	( W5 )	597 Gram
% Material Lolos Ayakan No 200 ( 0.075 mm )	$\frac{W3 - W5}{W3} \times 100 \%$	( W6 )	4.7 %

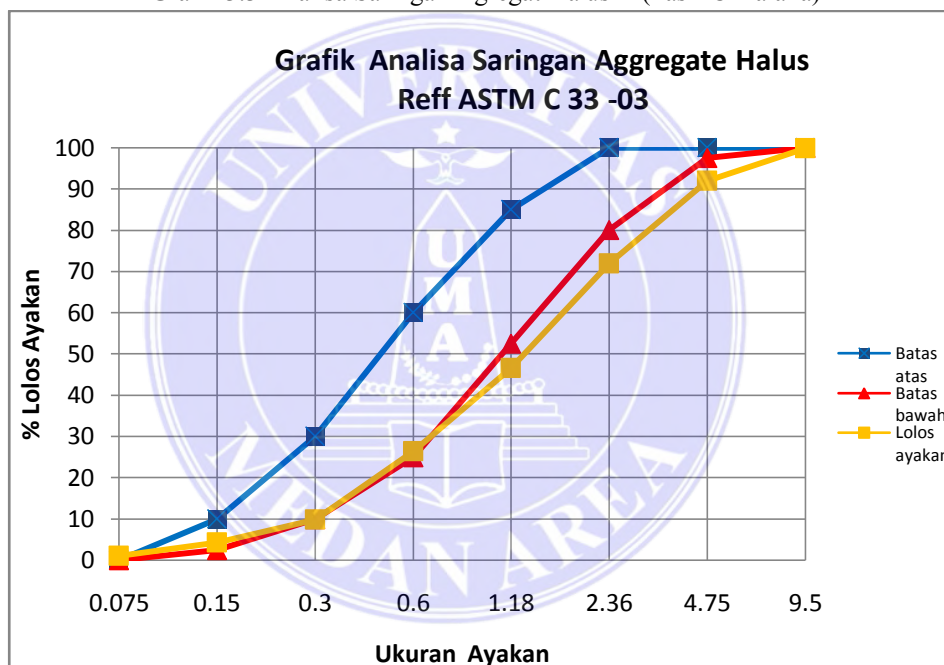
### 3.2.4.5 Analisa Saringan

Referensi perhitungan berdasarkan ASTM C 33-93, ASTM C 136, SNI 03-1968-1990.

Tabel 3.15 Analisa Saringan Pasir Cimalaka

Ukuran Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan Ayakan	% Lolos Ayakan
9.5	2.2	0.22	99.78
4.75	78.4	7.85	91.93
2.36	200.3	20.07	71.86
1.18	253.1	25.36	46.50
0.6	200.5	20.09	26.42
0.3	165.3	16.56	9.86
0.15	55.6	5.57	4.29
0.075	32.6	3.27	1.02
PAN	10.2	1.02	0.00

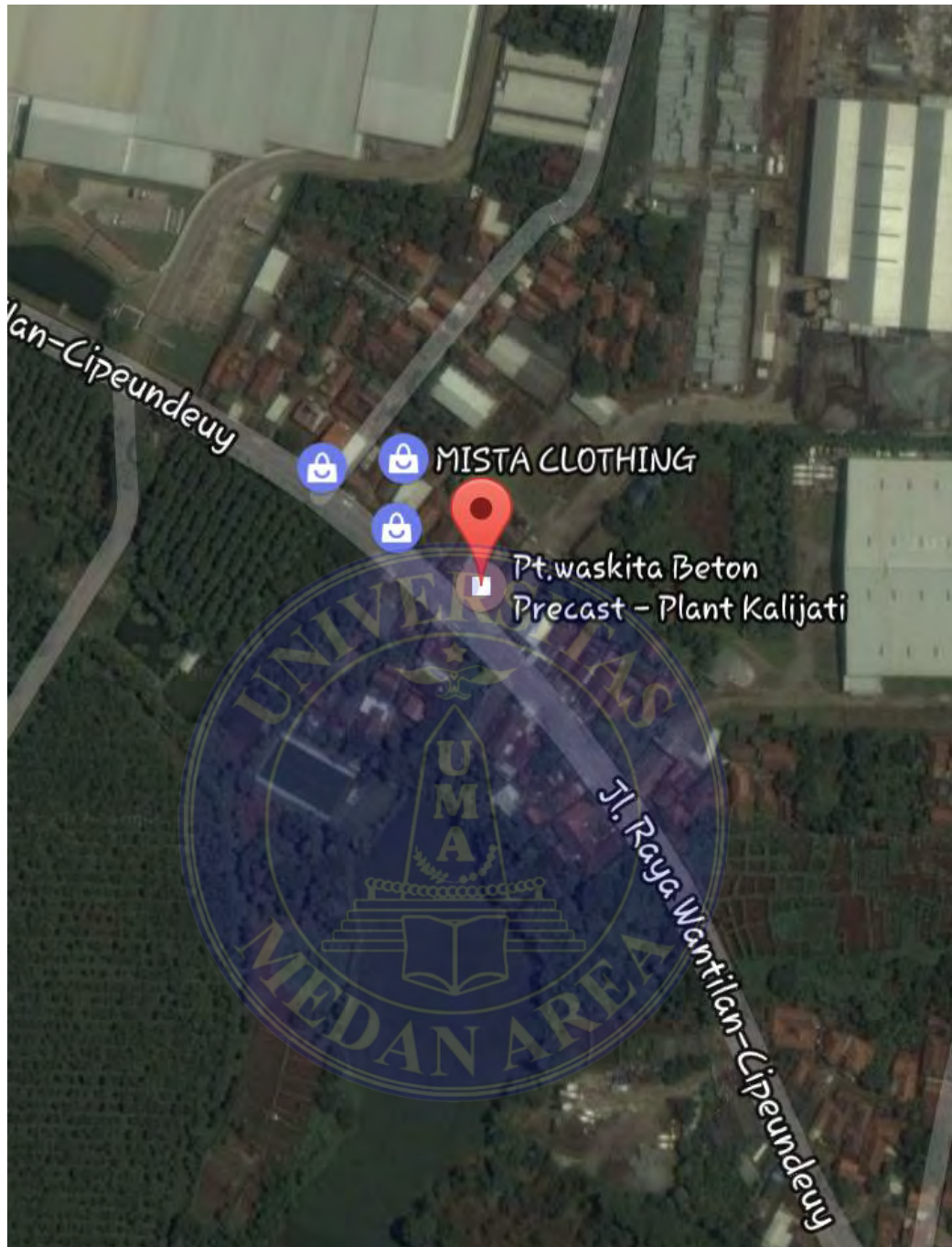
Grafik 3.3 Analisa Saringan Agregat Halus II (Pasir Cimalaka)



Catatan : Modulus kehalusan ( FM ) dapat di hitung dengan cara menjumlahkan persentase aggregate tertahan dari ukuran ayakan 9.5 sampai dengan ukuran 0.15 kemudian di bagi 100.

### 3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian direncanakan di Laboratorium PT Waskita Beton Precast Plant Kalijati, yang berlokasi di JL. Raya Sadang Subang KM 127 Desa Lengkung, Kecamatan Ciepeundeuy, Subang, Jawa Barat.



Gambar 3.1 Lokasi Laboratorium PT Waskita Beton Precast Plant Kalijati

## DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards, 2002, Volume 04-02; Concrete and Agregates,  
West Conshohocken, PA.: ASTM International
- ASTM C.33 - 03, 2002, “Standard Spesification for Concrete Aggregates”, Annual  
Books of ASTM Standards ,USA
- ASTM C 39, 2002, “Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical  
Concrete Spesimens”, Annual Books of ASTM Standards ,USA
- ASTM C.136 - 06, 2002, “Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and  
Coarse Aggregates”, Annual Books of ASTM Standards ,USA
- ASTM C 192, 2002, “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test  
Specimens in the Laboratory”, Annual Books of ASTM Standards ,USA
- Mulyono, Tri, 2004, Teknologi Beton, Yogyakarta: Andi
- Murdock, L. J. dan Brook, K. M., 1999, Bahan dan Praktek Beton; diterjemahkan  
oleh Ir. Stephanus Hendarko, Jakarta: Erlangga
- Nawy, Dr. Edward G., P.E., 1998, Beton Bertulang, Bandung: PT. Refika Aditama
- PBBI 1971 NI-2 Bab 3
- Taylor, G. D., 2002, Materials in Construction; Principles, Practice and Performance,  
Harlow: Pearson Education Ltd.
- SNI 03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal
- SNI 03-6825-2002, Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen Portland Untuk  
Pekerjaan Sipil
- SNI 1970:2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

SNI 7974:2013, Spesifikasi Air Pencampur yang Digunakan Dalam Produksi Beton

Semen Hidraulis (ASTM C1602-06, IDT)

Tjokrodinuljo, Kardiyono, 1996, Teknologi Beton, Yogyakarta: Nafi





LAMPIRAN 1 :



Gambar 1. Laboratoium PT Waskita Beton Precast Plant Kalijati



Gambar 2. Bagian dalam Laboratoium PT Waskita Beton Precast Plant Kalijati



## LAMPIRAN 2

### Dokumentasi Pengujian Pasir



Gambar 1. Lokasi Stok Pasir

Gambar 2. Penimbangan Pasir



Gambar 3. Pasir dalam kondisi SSD



Gambar 4. Pengovenan Material Pasir



Gambar 5. Pengujian Analisa Ayak Pasir dengan Alat Sieve Shaker



## LAMPIRAN 3

### Dokumentasi Pengujian Split



Gambar 1. Perendaman Split



Gambar 2. Kondisi Split dalam Keadaan SSD



Gambar 3. Pengovenan Material Split  
Gambar 4. Pengujian Analisa Ayak Split

## LAMPIRAN 4

### Dokumentasi Proses Mixing



Gambar 1. Penimbangan Material

Gambar 2. Memasukkan Material dalam Mixer





Gambar 3. Proses Mixing



Gambar 4. Pengujian Slump Test



Gambar 5. Pembuatan Benda Uji Silinder

