

TUGAS AKHIR

***UJI LABORATORIUM UNTUK VARIASI PERBANDINGAN
SEMEN TERKAIT KEBUTUHAN BETON KEDAP AIR PADA
BANGUNAN RESERVOIR DARI CAMPURAN
2:2:3 - 2,5:2:3 - 2,75:2:3***

Diajukan Kepada Universitas Sangga Buana (USB) - YPKP

*Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1)
Teknik Sipil*

Disusun oleh :

Fikri Murtadho Mutahari

B1021313RB5103



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA (USB) – YPKP
BANDUNG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Disusun oleh :

Fikri Murtadho Mutahari

B1021313RB5103

Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan dan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP.

Disetujui di Bandung tanggal : Januari 2019

Oleh :

Pembimbing

Dr.Ir. Didin Kusdian, MT.

Mengetahui;

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. H. Bakhtiar Abu Bakar, MT.

Chandra Afriade Siregar, ST.MT

NIK: 432.200.090

NIK: 432.200.167

SURAT PERNYATAAN
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya yang merupakan tugas akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapat gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Sangga Buana (YPKP) ataupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni pemikiran, gagasan, ide, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain selain para Pembimbing penelitian terkait.
3. Dalam karya tulis ini terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandung, Januari 2019
Yang membuat pernyataan,

Fikri Murtadho Mutahari
NPM. B1021313RB5103

HALAMAN PERSEMBAHAN

***“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan
maka apabila engkau telah selesai dari sesuatu urusan
tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain.” (Qs. Al Insyirah 7:8)***



“Tiada kata yang paling indah selain Alhamdulillah, karya ini adalah salah satu bukti Bahwa Allah begitu maha pengasih lagi penyayang bagi umatnya. Atas anugerah-Nya serta bimbingan dari para dosen dan perjuangan diri ini akhirnya saya dapat menyelesaikannya dengan sebaik- baiknya.
Karya tulis ini saya dedikasikan teruntuk Kedua orang tua, keluarga, dan teman teman semua.”

Untukmu yang melihat halaman demi halaman karya tak seberapaku ini
Untukmu yang selama ini tak henti mengucapkan doa untuk sebuah perjuangan ini
Untukmu yang selama ini menunggui hari untuk melihat karya ini
Terimakasih banyak untuk setiap waktu, pemahaman, dan segala tulus yang datang.
Terimakasih yang tak terhingga teruntuk ayah, ibu, my second dearest in the world, keluarga, dan juga teman seperjuanganku. Kalian hangat, rasanya dari nadi hingga ke hati.

Setiap kesalahan adalah milikku, dan kebenaran adalah milik Allah.

**“Hal Yang Hebat Terjadi Kepada Mereka Yang Tak Berhenti Percaya,
Mencoba Belajar Dan Bersyukur ☺”**

Abstrak

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Pemilihan penggunaan beton dikarenakan keistimewaan beton yang mampu menahan kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap api, tahan terhadap perubahan cuaca dan dapat dicor sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis, kekuatan tekan dan durabilitas atau keawetan. Pada pembuatan beton diperlukan berbagai macam penelitian. Agar mendapatkan bahan/material yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh beton. Selain itu, faktor jumlah semen pada campuran beton sangat berpengaruh terhadap mutu beton itu sendiri.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau uji laboratorium yang sesuai dengan judul penelitian ini, metode ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi atau data serta melakukan investigasi pada data yang telah didapatkan antara lain seperti prosedur dan langkah-langkah yang harus ditempuh, waktu penelitian, sumber data, dan dengan langkah apa data-data tersebut diperoleh dan selanjutnya diolah dan dianalisis.

Kemudian standar pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah Standar Nasional Indonesia (SNI). Dalam penelitian ini digunakan SK SNI 1989/1990 dan PBI 1971 sebagai standar dalam metode pelaksanaan pengujian material. Penelitian ini menggunakan variasi perbandingan semen 2 : 2 : 3, 2,5 : 2 : 3, dan 2,75 : 2 : 3. Pengujian-pengujian material yang dilakukan adalah pengujian semen, pengujian agregat halus dan kasar, perencanaan mix design, pembuatan trial mix, pembuatan benda uji, analisis kandungan udara, uji kuat tekan beton, uji kuat tarik belah beton, dan analisis data. Tujuan penelitian ini sendiri adalah untuk mengetahui kekedapan air dan kuat tekan beton.

Kata Kunci: Beton, Agregat, Mix design, Trial Mix, Kuat Tekan Beton,

Abstract

In construction, concrete is a composite building from made a combination of aggregates and cement binders. The general form of concrete is a Portland cement concrete, which consists of mineral aggregates (usually gravel and sand), cement and water. The choice of concrete is the type of concrete that is able to withstand high compressive strength, resistant to fire, resistant to weather changes and can be matched with the required form. The properties and material of the concrete constituent material will affect the performance of concrete made. The three performance needed in making concrete fulfilling the construction criteria, which can be easily done and formed and has economic value, compressive strength and durability or durability. Various types of making concrete of research are needed. In order to get the materials / materials that match the specifications needed by concrete. In addition, the factor that affects the quality of the concrete itself.

This research used an experimental method or laboratory test that is same with the title of this research, this method is carried out to collect information or data and conduct investigations on the data that has been obtained, among others, such as procedures and steps that must be taken, when research data sources, and with what steps the data is obtained and then processed and analyzed.

Afterwards this research used the standard testing that is the Standar Nasional Indonesia (SNI). This research used SK SNI 1989/1990 and PBI 1971 as a standard in the method of implementing material testing. This research uses a variation of the ratio of cement 2: 2: 3, 2.5: 2: 3, and 2.75: 2: 3. Material tests carried out are cement testing, smooth and rugged aggregate testing, mix design planning, manufacture trial mix, making specimens, analyzing air content, concrete compressive strength test, concrete split and tensile strength test, and data analysis. The purpose of this study is to determine the water tightness and concrete compressive strength.

Key Terms: Concrete, Aggregate, Mix Design, Trial Mix, Concrete Compressive Strength

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Assalamu'alaikum wr , wb.

Alhamdulillah segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “*Uji Laboratorium Untuk Variasi Perbandingan Semen Terkait Kebutuhan Beton Kedap Air Pada Bangunan Reservoir Dari Campuran 2:2:3, 2,5:2:3, 2,75:2:3*”. Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP - Bandung. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. H. Asep Effendi R., SE., M.Si, selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
2. Dr. Ir. Didin Kusdian, MT, selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung dan sebagai pembimbing Tugas Akhir.
3. Memi Sulaksmi, SE., M.Si, selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
4. Dr. H. Deni Nurdyana Hadimin, Drs., M.Si, selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
5. Dr. Ir. Bakhtiar AB., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
6. Slamet Rismanto, ST., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP - Bandung.
7. Chandra Afriade Siregar, ST.MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung
8. Dodi Kusmana, ST. MT., selaku Kepala Laboratorium Teknik Sipil di Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.

9. Serluruh Civitas Akademik Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.

Bandung, Januari 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR BAGAN	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.6 Hipotesis	4

1.7 Metode Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Riwayat Perkembangan Beton	6
2.2 Deskripsi Beton	7
2.3 Kelebihan dan Kekurangan Beton	8
2.3.1 Kelebihan Beton.....	8
2.3.2 Kekurangan Beton.....	8
2.4 Kinerja Beton	9
2.5 Sifat dan Karakteristik Perancangan Beton.....	11
2.5.1 Kuat Tekan Beton	11
2.5.2 Kemudahan Pengerjaan	12
2.5.3 Rangkak dan Susut.....	12
2.6 Aktivitas Penggunaan Beton.....	13
2.7 Bahan Material Pembentuk Beton.....	14
2.7.1 Semen.....	15
2.7.1.1 Sifat- Sifat Semen.....	16
2.7.1.2 Penyimpanan Semen.....	18
2.7.2. Air.....	19
2.7.2.1 Syarat Umum Air.....	20
2.7.2.2 Pemilihan Pemakaian Air.....	20
2.7.2.3 Setting Time dan Uji Kuat Tekan.....	21
2.7.3	21
Agregat.....	
2.7.3.1 Jenis Agregat.....	21
2.7.3.2 Sifat- Sifat Agregat Dalam Campuran	23
Beton.....	
2.7.3.3	Pemeriksaan Mutu 23
Agregat.....	
2.7.3.4 Dasar Perancangan Agregat Sebagai Campuran Beton	24
Normal Menurut SK. SNI.- T- 15- 1990-03.....	
2.7.4 Bahan Tambah (Admixture).....	24

2.8 Proses Terjadinya Beton	25
2.9 Umur Beton.....	27
2.10 Kekuatan Tekan Beton (f'c).....	28
2.11 Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton.....	29
2.12 Pengerjaan Beton.....	30
2.13 Perawatan dan Perbaikan Struktur Beton.....	30
2.13.1 Perawatan.....	31
2.13.2 Perbaikan.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	32
3.2 Lokasi Penelitian.....	33
3.3 Metode Penelitian.....	33
3.4 Standar Pengujian.....	34
3.4.1 Standar Pengujian yang Digunakan.....	34
3.4.2 Peralatan Pengujian.....	34
3.5 Pengujian Material.....	35
3.5.1 Pengujian Semen.....	35
3.5.2 Pengujian Agregat Halus.....	37
3.5.3 Pengujian Agregat Kasar.....	39
3.6 Perencanaan Mix Design.....	41
3.7 Membuat Campuran Mix (Trial Mix).....	47
3.8 Pembuatan Benda Uji.....	47
3.9 Analisis Kandungan Udara (Air Content)	48
3.10 Uji Kuat Tekan Beton.....	48
3.11 Uji Kuat Tarik /Belah Beton.....	49
3.12 Analisis Data	50
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	51
4.1 Pemeriksaan Bahan	51
4.1.1 Semen	51
4.1.2 Agregat	51
4.1.2.1 Agregat kasar	52

4.1.2.2 Agregat Halus	53
4.1.3 Air	54
4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	54
4.2.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	55
4.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	56
4.2.3 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	57
4.2.4 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	58
4.2.5 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	58
4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus	60
4.3.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	60
4.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat halus	61
4.3.3 Pengujian Berat Isi Agregat Halus	62
4.3.3 Pengujian Kadar Air Agregat Halus	63
4.3.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	63
4.4 Rencana Campuran Beton	65
4.5 Perhitungan Rencana Campuran Beton	66
4.5.1 Agregat Kasar	67
4.5.2 Agregat Halus	67
4.5.3 Semen	67
4.5.4 Perhitungan	67
4.6 Pelaksanaan Campuran Beton	70
4.7 Pengujian Slump Beton	71
4.8 Pengecoran dan Pemasatan	72
4.9 Perawatan Beton	73
4.10 Pengujian Kedap Air Beton	73
4.11 Pengujian Kuat Tekan Beton	75
4.12 Perhitungan Kuat Tekan	76

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Keseragaman Pembuatan Beton	9
Gambar 2.2 Persepsi Dampak Penggunaan Material Dalam Membentuk Kinerja Beton	10
Gambar 2.3 Persepsi Dampak Penggunaan Material Dalam Membentuk Kinerja Beton Tergantung Dari Type Konstruksi	10
Gambar 2.4 Kurva Waktu Regangan	13
Gambar 2.5 Bagan Alir Perencanaan Pembangunan	13
Gambar 2.6 Bagan Alir Aktivitas Pengerjaan Beton	14
Gambar 2.7 Proses Terbentuknya Beton	26
Gambar 2.8 Model Uji Kuat Tekan Kubus	29
Gambar 2.9 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Beton	29
Gambar 3.1 Pengujian Berat Jenis Semen	35
Gambar 3.2 Pengujian Konsistensi Normal Semen	36
Gambar 3.3 Pengujian Waktu Ikat Awal Semen	37
Gambar 3.4 Pengujian Saringan Agregat Halus	37
Gambar 3.5 Percobaan Berat Jenis Agregat Halus	38
Gambar 3.6 Tabung Untuk Pengujian Berat Isi Agregat	39
Gambar 3.7 Pengujian Kandungan Lumpur Dan Zat Organik Agregat Halus	39
Gambar 3.8 Proses Pembuatan Benda Uji	48
Gambar 3.9 Uji Kuat Tekan Dengan Compression Test	48

Gambar 3.10 Pengujian Kuat Tarik Belah (Splitting Test)	49
Gambar 4.1 Semen Portland Type I	51
Gambar 4.2 Agregat Kasar	53
Gambar 4.3 Agregat Halus	53
Gambar 4.4 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	55
Gambar 4.5 Pencampuran Beton Normal Secara Manual	70
Gambar 4.6 Pengujian Slump Beton	71
Gambar 4.7 Cetakan Silinder 15 x 30 cm	71
Gambar 4.8 Campuran Beton Setelah Dipadatkan dan Diratakan	72
Gambar 4.9 Alat Compression Testing Machine	75
Gambar 4.10 Penunjukan Jarum Dial Pada Alat Uji Kuat Tekan	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus	11
Tabel 2.2 Perbandingan Kuat Tekan antara Silinder dan Kubus	11
Tabel 2.3 Batas Maksimum Ion Klorida	20
Tabel 2.4 Tabel Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33)	23 26
Tabel 2.5 Definisi dan Pengertian	34
Tabel 3.1 Metoda pengujian bahan dasar beton	42
Tabel 3.2 Perkiraan kuat desak beton dan faktor air semen 0,50 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia (Teknologi Beton, 2001)	77 44
Tabel 3.3 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (Teknologi Beton, 2001)	55
Tabel 4.1 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar	56
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar	57
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	58
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	59
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	59
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Agregat Kasar	61
Tabel 4.8 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus	62
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	62
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus	63

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	64
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	64
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Agregat Halus	66
Tabel 4.14 Rencana Jumlah Sampel Beton	67
Tabel 4.15 Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara Untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum	70
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Slump Pada Masing - Masing Campuran	73
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kekedapan Beton Pada Umur 7 Hari	74
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Kekedapan Beton Pada Umur 28 Hari	76
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Berdasarkan Beban Yang Mampu Dipikul Benda Uji Pada Umur 7 Hari	76
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Berdasarkan Beban Yang Mampu Dipikul Benda Uji Pada Umur 7 Hari	

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan f.a.s (Purwanto, 1994)	42
Grafik 3.2 Pengukuran Nilai Slump (Teknologi Beton, 2001)	44
Grafik 3.3 Hubungan Antara Berat Volume Beton Segar, Jumlah Air Pengaduk dan Berat Jenis s.s.d Agregat Gabungan	45
Grafik 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	56
Grafik 4.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	61
Grafik 4.3 Kedap Air Umur 7 Hari	73
Grafik 4.4 Kedap Air Umur 28 Hari	74
Grafik 4.5 Uji Kuat Tekan 7 Hari	77
Grafik 4.6 Uji Kuat Tekan 8 Hari	78
Grafik 4.7 Perbandingan Uji Kuat Tekan 7 Hari dan 28 Hari	78

DAFTAR BAGAN

Bagan 3.1 Diagram alir penelitian

33

DAFTAR ISTILAH

- Mix Desain : Pemilihan Bahan Campuran Beton dengan mempertimbangkan kuantitas atau perbandingan dari setiap materialnya agar beton mencapai kualitas atau perbandingan dari setiap materialnya agar beton mencapai kualitas yang disyaratkan (mutu, kekuatan, kemudahan pekerjaan, nilai ekonomis).
- Trial Mix : bertujuan untuk menyederhanakan variasi komposisi campuran yang dilakukan dalam percobaan nanti dan menentukan penggunaan kebutuhan air pencampur sehingga mudah untuk dikerjakan.
- ACI : *American Concrete Institut* yaitu institusi yang mempunyai kegiatan penyusunan standarisasi terkait struktur dan material beton.
- ASTM : Singkatan dari *American Society for Testing and Materials* adalah organisasi internasional yang mengembangkan standarisasi teknik untuk material, produk, system dan jasa.
- Berat Jenis : Nama lain yaitu *bulk spesific gravity* adalah perbandingan antara berat agregat kering dan

berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

Beton Normal : Beton dengan berat satuan antara (2200-2500) kg/m^3 .

Nilai Kuat Tekan Beton : Adalah nilai yang menyatakan kemampuan beton untuk menerima beban tekan, biasanya ditulis dalam satuan MPa (*Mega Pascal*) atau kg/cm^2 .

- f_c' (force Cylinder)

SSD : Singkatan dari *Saturated Surface Dry* adalah keadaan pada agregat dimana tidak terdapat air pada permukaannya, tetapi

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I ANALISA DATA

Agregat Kasar :

- Analisa Saringan Agregat Kasar
- Grafik Hasil Pengujian Analisa Ayak Agregat Kasar
- Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
- Berat Isi Agregat Kasar
- Kadar Air Agregat Kasar
- Kadar Lumpur Agregat Kasar

Agregat Halus :

- Analisa Saringan Agregat Halus Pasir
- Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus
- Berat Jenis Agregat Halus
- Penyerapan Agregat Halus
- Berat Isi Agregat Halus
- Kadar Air Agregat Halus
- Kadar Lumpur Agregat Halus

Lain-lain :

- Rencana Benda Uji

- Perbandingan Isi dari benda uji
- Pengujian Slump Test Beton
- Pengujian Kedap air Pada umur 7 Hari
- Grafik Hasil Pengujian Kedap Air Umur 7 Hari
- Pengujian Kedap air Pada umur 28 Hari
- Grafik Hasil Pengujian Kedap Air Umur 28 Hari
- Grafik Perbandingan Hasil Kedap Air Pada Umur 7 dan 28 Hari
- Pengujian Kuat Tekan Beton 7 Hari
- Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari

LAMPIRAN II DOKUMEN PENELITIAN

- Foto-foto hasil dari penelitian.
- Daftar SNI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan jumlah penduduk dan kemajuan ilmu pengetahuan, kebutuhan manusia akan suatu struktural bangunan dalam kehidupan sehari-hari juga akan semakin berkembang pula. Salah satunya adalah beton. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (Portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Nawy (1985:8) berpendapat beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Penggunaan beton sebagai salah satu komponen struktural bangunan saat ini masih menjadi pilihan utama. Pemilihan penggunaan beton dikarenakan keistimewaan beton yang mampu menahan kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap api, tahan terhadap perubahan cuaca dan dapat dicor sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan. Seperti contohnya, dalam teknik sipil hidro, beton digunakan untuk bangunan air seperti bendung, bendungan, saluran, dan drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam teknik sipil transportasi untuk pekerjaan saluran samping, gorong-gorong, dan lainnya. Artinya, semua struktur dalam teknik sipil akan menggunakan beton.

Dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai salah satu komponen struktural bangunan, maka diperlukan juga cara untuk memperbaiki, mempertahankan, atau bahkan meningkatkan kekuatan beton yang sudah ada seiring dengan perkembangan teknologi beton. Ditinjau dari sudut estetika, beton hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan. Agar hasil yang diperoleh memuaskan, dibutuhkan pengenalan yang mendalam mengenai sifat-sifat yang berkaitan dengan suatu bahan penyusun beton tersebut. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan adalah metode pelaksanaan pembuatan beton itu sendiri dan juga teknologi produksi yang digunakan. Untuk itu sebagai pendukung, simulasi laboratorium harus berkaitan dengan kondisi pekerjaan dilapangan.

Pada pembuatan beton diperlukan berbagai macam penelitian. Dimulai dari penelitian bahan/material yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton harus dilakukan. Agar mendapatkan bahan/material yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh beton. Selain itu, faktor jumlah semen pada campuran beton sangat berpengaruh terhadap mutu beton itu sendiri. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui seberapa besar pentingnya peranan semen sebagai bahan campuran beton terhadap mutu beton yang akan dihasilkan.

Dari penjelasan tersebut diatas penulis akan mencoba mengulas penelitian tentang teknologi beton sederhana dengan komposisi perbandingan campuran jumlah bahan/material semen yang lebih besar daripada komposisi perbandingan campuran bahan/material pada umumnya.

Pemilihan topik tentang beton ini disesuaikan dengan kebutuhan akan beton mutu tinggi di Indonesia yang diperuntukan untuk jalan dan jembatan karena merupakan daerah yang memiliki banyak aliran sungai dan irigasi, Sehingga beton mutu tinggi sangat dibutuhkan agar mampu menahan beban berat yang melintas diatas permukaan jalan dan jembatan tersebut.

Maka dari penjelasan diatas, penulis akan mencoba untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan judul : ***“UJI LABORATORIUM UNTUK VARIASI PERBANDINGAN SEMEN TERKAIT KEBUTUHAN BETON KEDAP AIR PADA BANGUNAN RESERVOIR DARI CAMPURAN 2:2,5 – 2,5:2:3 – 2,75:2:3”***. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium uji beton Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini ialah bagaimana pengaruh kuat tekan beton yang menggunakan perbandingan komposisi campuran dengan jumlah semen yang lebih besar terhadap kuat tekan beton yang menggunakan perbandingan komposisi campuran pada umumnya. Apakah terjadi perbedaan mutu, berat jenis, plastisitas, workability, atau pengaruh – pengaruh lain yang dapat terjadi pada beton tersebut pada percobaan penelitian yang akan dilaksanakan di Laboratorium uji beton Teknik Sipil USB YPKP Bandung.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh data – data karakteristik beton akibat penambahan jumlah semen melalui uji kuat tekan yang akan dilaksanakan pada Laboratorium uji beton Teknik Sipil USB YPKP Bandung.

Tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Mendapatkan angka kuat tekan beton dengan penambahan jumlah komposisi semen dan perbandingannya dengan beton yang menggunakan komposisi campuran pada umumnya.
- 2) Mempelajari pengaruh penambahan komposisi jumlah semen terhadap sifat – sifat beton sehingga dapat dijadikan acuan penelitian selanjutnya.
- 3) Mengetahui beberapa perbedaan beton yang didapat akibat dari perubahan komposisi semen pada umumnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui pengaruh penambahan jumlah komposisi semen terhadap beton yang akan dilakukan.
- 2) Mengetahui perbandingan komposisi jumlah semen dengan bahan/material lainnya.
- 3) Mengetahui seberapa besar peranan semen dalam pembuatan beton terhadap penentuan mutu beton yang akan dicapai.
- 4) Dapat mengetahui bagaimana pelaksanaan atau metode penelitian pada uji kuat tekan beton dan bagaimana cara mengukur dan menganalisanya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu tahapan dari bagian penelitian menyeluruh mengenai uji kuat tekan beton dengan penambahan jumlah komposisi semen dan perbandingannya dengan beton yang menggunakan komposisi campuran pada umumnya.

Pada tahap ini analisis dilakukan berdasarkan pengamatan / pengukuran dari parameter uji kuat tekan dan berat jenis serta parameter dari material uji. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik sipil USB (Universitas Sangga Buana – YPKP), dengan deskripsi sebagai berikut:

- 1) Model pengujian yang dicetak melalui cetakan kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
- 2) Menentukan berat dan ukuran benda uji.
- 3) Letakkan benda uji pada mesin secara sentris sesuai dengan tempat yang tepat pada mesin tes kuat tekan beton.
- 4) Pada tes kuat tekan, penambahan beban konstan berdasarkan 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- 5) Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari lalu diambil rata – rata.

1.6 Hipotesis

Penelitian ini merupakan kajian terhadap mutu kuat tekan beton pada bangunan struktur jalan dan jembatan, dimana beberapa faktor yang mempengaruhi terhadap mutu beton yaitu faktor bahan material campuran, faktor komposisi perbandingan, dan metode pelaksanaan. Pada umumnya komposisi campuran material menggunakan perbandingan 1 : 2 : 3 namun penulis ingin menggunakan komposisi perbandingan campuran beton yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk membuktikan bahwa material semen sangat berpengaruh terhadap mutu beton.

Berdasarkan kajian penulis terhadap bahan campuran beton:

- 1) Semakin besar jumlah semen pada suatu campuran beton maka semakin besar pula kuat tekan beton yang dihasilkan.
- 2) Semakin kecil faktor air-semen pada suatu campuran beton maka semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan pada umur beton 28 hari.
- 3) Semakin besar ukuran agregat kasar maksimum maka semakin berat beton yang dihasilkan.
- 4) Metode pelaksanaan yang digunakan harus sesuai dengan bahan/material, komposisi campuran, dan kuat tekan beton yang ingin dicapai, sehingga dapat mempertahankan kecacakan beton secara konstan.

1.7 Metode Penulisan

Penulisan Topik Khusus ini terdiri dari lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, ruang lingkup penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan menguraikan landasan teori mengenai sejarah beton, pengertian beton, bahan material beton, manfaat beton, dan standar – standar terkait beton.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan secara ringkas mengenai tahapan - tahapan yang dilakukan pada saat penelitian yang mencakup persiapan penelitian, perencanaan campuran dan pelaksanaan penelitian.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menjelaskan data – data hasil pengujian beton, penelitian beton, dan pengolahan data yang dilakukan di laboratorium.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan hasil penelitian di laboratorium dan saran – saran yang diharapkan bermanfaat dengan tujuan penulisan laporan Topik Khusus ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Riwayat Perkembangan Beton

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Penggunaan beton dan bahan-bahan vulkanik seperti abu pozzolan sebagai pembentuknya telah dimulai sejak zaman Yunani dan Romawi bahkan mungkin sebelumnya. Dengan campuran kapur, pozzolan, dan batu apung, bangsa Romawi banyak membangun infrastruktur seperti akuaduk, bangunan, drainase dan lain-lain. Di Indonesia penggunaan yang serupa bisa dilihat pada beberapa bangunan kuno yang tersisa. Benteng Indrapatra di Aceh yang dibangun pada abad ke-7 oleh kerajaan Lamuri, bahan bangunannya berupa kapur, tanah liat, dan batu gunung. Orang Mesir telah menemukan sebelumnya bahwa dengan memakai aditif debu vulkanik mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Penggunaan beton secara masif diawali pada permulaan abad 19 dan merupakan awal era beton bertulang. Pada tahun 1801, F.Coignet menerbitkan tulisannya mengenai prinsip-prinsip konstruksi dengan meninjau kelembaban bahan beton terhadap taruknya. Pada tahun 1850, J.L. Lambot untuk pertama kalinya membuat kapal kecil dari bahan semen untuk dipamerkan dalam Expo tahun 1855 di Paris. J.Moiner, seorang ahli taman dari Prancis mematenkan rangka metal sebagai tulangan beton untuk mengatasi taruknya yang digunakan untuk tanamannya. Pada tahun 1886, Koenen menerbitkan tulisan mengenai teori dan perancangan struktur beton. C.A.P Turner mengembangkan pelat slab tanpa balok tahun 1906.

Setelah 20 tahun berselang, J.D. White membangun pabrik semen Portland di Kent, yang kemudian berkembang pesat di Negara-negara Eropa lainnya seperti Belgia dan Jerman. Semen portland mulai digunakan untuk membangun sistem saluran di London pada tahun 1859 sampai 1867. Namun yang menjadi kendala dari semen portland kala itu adalah harganya yang lebih mahal 10 kali lipat dari harga semen sekarang. Baru setelah Ransome pada tahun 1880 membuat *kiln* (tungku pembakaran)

bersambung yang pertama, akhirnya biaya pembuatan semen portland lambat laun menjadi semakin rendah.

Berbagai – macam inovasi percobaan dan penelitian guna mengenalkan dan mengembangkan konsep konstruksi komposit dilakukan setelah ditemukannya Semen Portland. Konsep ini berdasarkan pada upaya penggabungan dua material bahan konstruksi yang berbeda, namun tetap bisa bekerja sama dalam menahan beban. Selanjutnya teknologi ini mengalami pengujian penggunaan pada pekerjaan pembesian konstruksi atap, kubah, dan pipa.

2.2 Deskripsi Beton

Menurut Nawy (1985:8) beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK.SNI T-15-1990-03:1). Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (Portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

Parameter- parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah, kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan- bahan pembentuk beton, penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton, perawatan beton, dan kandungan klorida tidak melebihi 0.15% dalam beton yang di ekspos dan 1% bagi beton yang tidak dieskpos. (Nawy, 1985:24).

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksana pekerjaan beton langsung.

2.3 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan local (kecuali semen portland atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun, pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencana tidak memahami karakteristik bahan- bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat.

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata- mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus, umpamanya dieskpose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakkan dibagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya). Selain tahan terhadap serangan api seperti yang telah disebutkan diatas, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut:

2.3.1 Kelebihan Beton:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- b. Mampu memikul beban yang berat
- c. Tahan terhadap temperature tinggi
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil.

2.3.2 Kekurangan Beton:

- a. Beton yang telah dibuat sulit diubah
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- c. Berat
- d. Daya pantul suara yang besar.

Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar anantara 9%- 15% kuat tekannya. Kecilnya kuat tarik beton ini merupakan salah satu kelemahan dari beton biasa. Untuk mengatasinya, beton dikombinasikan dengan tulangan beton dimana baja biasa digunakan sebagai tulangannya. Beton dapat juga dicampur dengan bahan lain

seperti *composite* atau bahan lain sesuai dengan perilaku yang akan diberikan terhadap beton tersebut, misalnya beton pra- tekan atau beton pra- tegang (pre-stressing) beton pra- cetak.

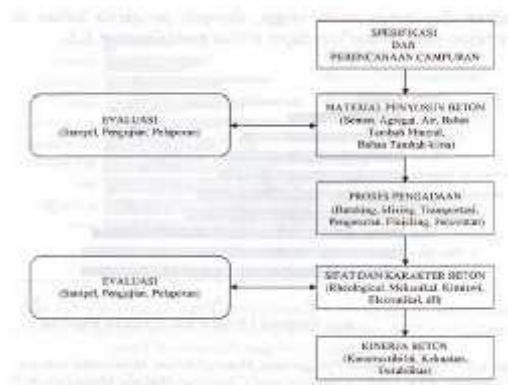
2.4 Kinerja Beton

Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja.

Sifat- sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat. ASTM membagi bangunan menjadi tiga kategori, yaitu, rumah tinggal, perumahan, dan struktur yang menggunakan beton mutu tinggi.

Menurut SNI T. 15-1990-03 beton yang digunakan pada rumah tinggal atau untuk penggunaan beton dengan kekuatan tekan tidak melebihi 10 MPa boleh menggunakan 1 semen: 2 pasir: 3 batupecah dengan *slump* untuk mengukur kemudahan pengerjaannya tidak lebih dari 100 mm. Pengerjaan beton dengan kekuatan tekan hingga 20 MPa harus menggunakan campuran berat.

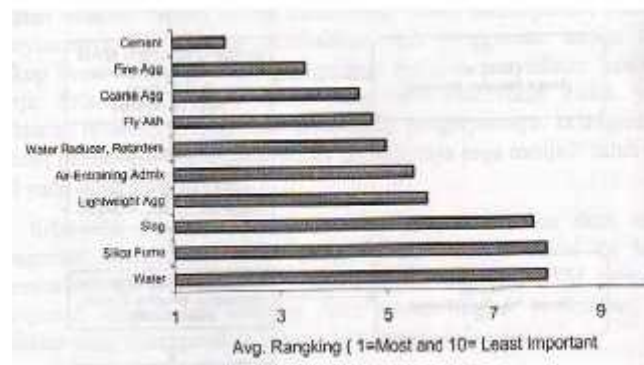
Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah (STP 169C, *Concrete and concrete- making materials*): memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis, kekuatan tekan dan durabilitas atau keawetan.



Gambar 2.1 proses keseragaman pembuatan beton

(Sumber: STP 169C, *Concrete and Concrete- Making Materials*, p.32)

Kinerja yang dihasilkan pada proses pengadaan beton haruslah seragam. Secara umum, prosedur untuk mendapatkan kinerja yang seragam dalam pengerjaan beton dapat dilihat pada diagram alir diatas.

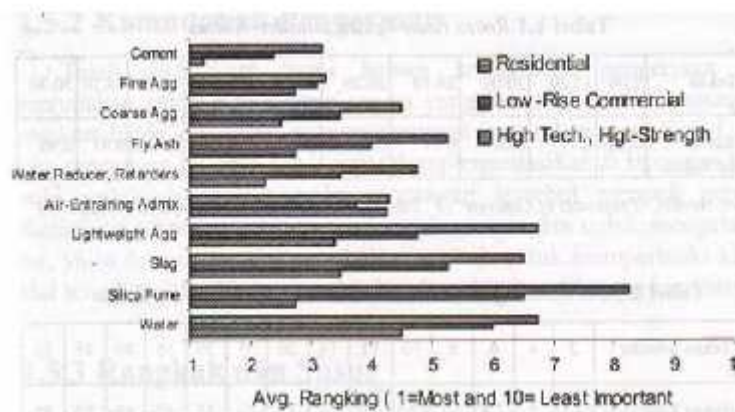


Gambar 2.2 Persepsi Dampak Penggunaan Material dalam Membentuk Kinerja Beton

(Sumber: STP 169C, *Concrete and Concrete- Making Materials*, p.32)

Gambar diatas menjelaskan bahwa penggunaan semen pada campuran beton sangatlah penting. Penggunaan air tidak begitu berpengaruh terhadap pembentukan kinerja beton seperti yang juga dijelaskan oleh Abrams (1920) yang meneliti pengaruh air dalam perbandingannya dengan semen (FAS/WCR).

Namun, demikian mengingat mahalnnya harga semen, maka untuk pekerjaan berskala besar penggunaan semen inipun harus diusahakan seminimal mungkin. Hal ini mendorong penggunaan bahan pengganti semen.



Gambar 2.3 Persepsi Dampak Penggunaan Material dalam Membentuk Kinerja Beton Tergantung dari Type Konstruksi

(Sumber: STP 169C, *Concrete and Concrete- Making Materials*, p.33)

Penggunaan semen untuk pembangunan rumah tinggal lebih banyak dan lebih penting karena pembuatan rumah tinggal cenderung tidak menggunakan perencanaan sederhana. Hal ini berbeda dengan penggunaan semen untuk kebutuhan beton berkekuatan tinggi dimana penggunaan semen lebih sedikit.

2.5 Sifat dan Karakteristik yang Dibutuhkan pada Perancangan Beton

2.5.1 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS- 1881 Part 115; Part 116 pada umur 28 hari.

Kekuatan tekan relative antara benda uji silinder dan kubus ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 (menurut standar ISO).

Tabel 2.1 Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus

Kuat Tekan (MPa)	7.00	15.20	20.00	24.10	26.20	34.50	36.50	40.70	44.10	50.30
Kuat Rasio Silinder/Kubus	0.76	0.77	0.81	0.87	0.91	0.94	0.87	0.92	0.91	0.96

(Sumber: Neville, "Properties of Concrete", Edisi ke 3, Pitman Publishing, London, 1981)

Tabel 2.2 Perbandingan Kuat Tekan antara Silinder dan Kubus

Kuat Tekan Silinder (MPa)	2	4	6	8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (MPa)	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	45	50

(Sumber: ISO Standard 3893-1977)

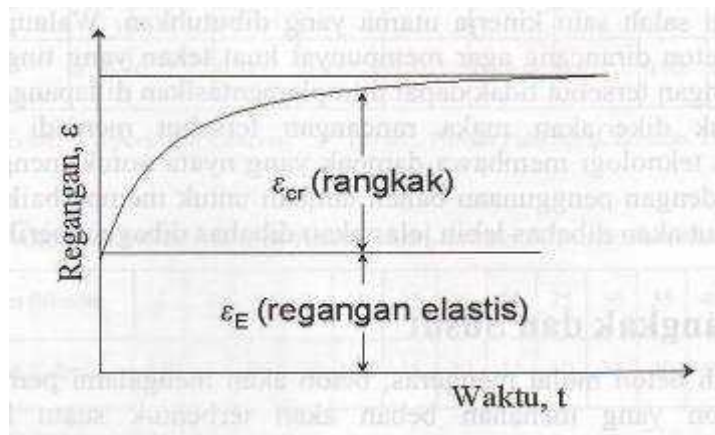
2.5.2 Kemudahan Pengerjaan

Telah dijelaskan diatas bahwa kemudahan pengerjaan beton merupakan salah satu kinerja utama yang dibutuhkan. Walaupun suatu struktur beton dirancang agar mempunyai kuat tekan yang tinggi, tetapi jika rangan tersebut tidak dapat diimplementasikan dilapangan karena sulit untuk dikerjakan maka rancangan tersebut menjadi percuma. Kemajuan teknologi membawa dampak nyata untuk mengatasi hal ini, yaitu dengan penggunaan bahan tambah untuk memperbaiki kinerja. Hal tersebut akan dibahas dibagian berikutnya.

2.5.3 Rangkak dan Susut

Setelah beton mulai mengeras, beton akan mengalami pembebanan. Pada beton yang menahan beban akan terbentuk suatu hubungan tegangan dan regangan yang merupakan fungsi dari waktu pembebanan. Beton menunjukkan sifat elastifitas murni pada waktu pembebanan singkat, sedangkan pada pembebanan yang tidak singkat betin akan mengalami regangan dan tegangan sesuai dengan lama pembebananya.

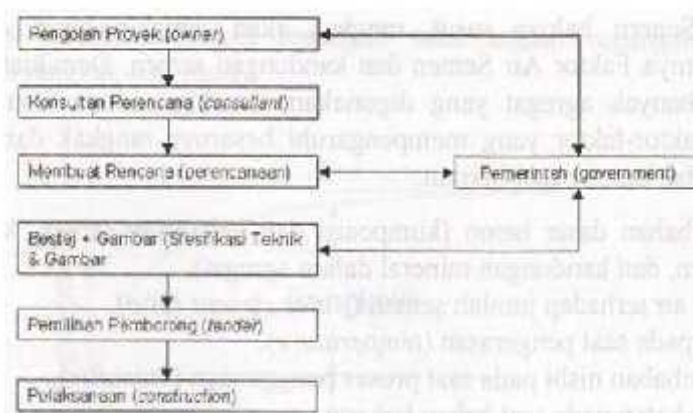
Rangkak (creep) atau lateral material flow didefinisikan sebagai penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya beban yang bekerja. (Nawy, 1985:49), deformasi awal akibat pembebanan disebut sebagai regangan elastis, sedangkan regangan tambahan akibat beban yang sama disebut regangan rangkak. Anggapan praktis ini cukup dapat diterima karena deformasi awal pada beton hampir tidak dipengaruhi oleh waktu. Rangkak timbul dengan intensitas yang semakin berkurang setelah selang waktu tertentu dan kemungkinan berakhir setelah beberapa tahun. Nilai rangkak untuk beton mutu tinggi lebih kecil dibandingkan dengan beton mutu rendah. Umumnya, rangkat tidak mengakibatkan dampak langsung terhadap kekuatan struktur tetapi akan mengakibatkan timbunya redistribusi tegangan pada beban yang bekerja dan kemudian mengakibatkan terjadinya peningkatan lendutan (*deflection*).



Gambar 2.4 Kurva Waktu Regangan

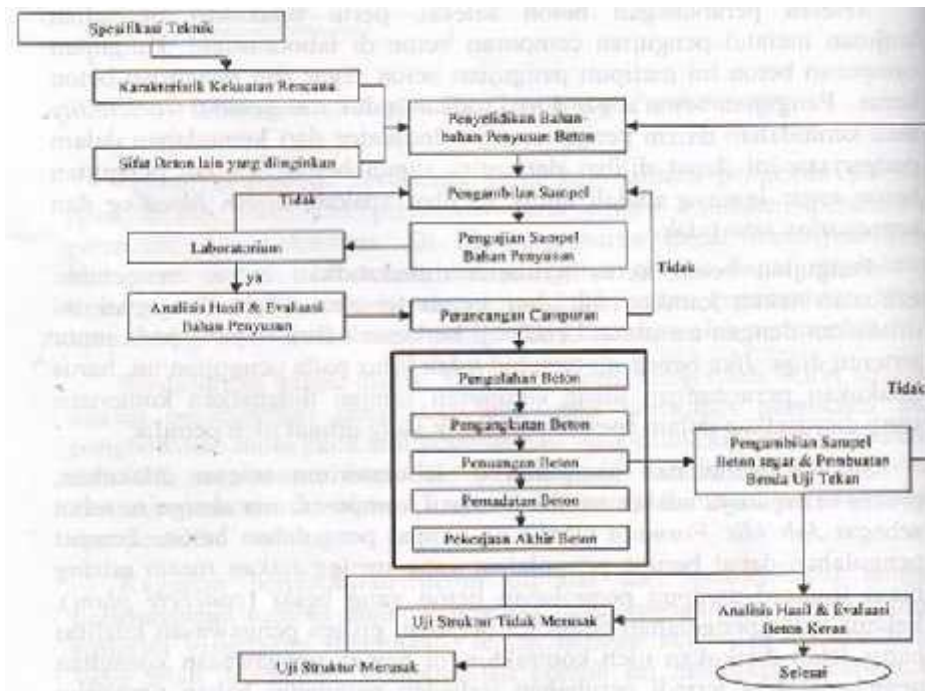
2.6 Aktivitas Pengerjaan Beton

Pengerjaan beton tidak hanya terdiri dari satu titik kegiatan, tetapi terdiri dari beberapa kegiatan yang saling berhubungan. Setiap aktivitas kegiatan tersebut harus dikontrol agar hasilnya sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 2.5 Bagan Alir Perencanaan Pembangunan

(Sumber buku Teknologi Beton Ir Tri Mulyono, MT) Proses pembangunan sebuah struktur dapat diterangkan dengan bagan diatas, menurut (Gideon, 1994:2) bahwa salah satu proses yang penting adalah perencanaan.



Gambar 2.6 Bagan Alir Aktivitas Pengerjaan Beton

(Sumber buku Teknologi Beton Ir Tri Mulyono, MT) Pada masa ini, pelaksanaan pengecoran, pemadatan, perawatan, dan penyelesaian harus diawasi. Setelah beton mengeras dan berumur 28 hari, uji tekan untuk mengetahui kekuatannya harus dilakukan.

2.7 Bahan Material Pembentuk Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan bahan tambah tertentu dari beton yang bersangkutan. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%- 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25%- 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60%- 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan- perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan.

2.7.1 Semen

Semen berasal dari kata *Caementum* yang berarti bahan perekat yang mampu mempesatukan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kokoh atau suatu produk yang mempunyai fungsi sebagai bahan perekat antara dua atau lebih bahan sehingga menjadi suatu bagian yang kompak atau dalam pengertian yang luas adalah material plastis yang memberikan sifat rekat antara batuan-batuan konstruksi bangunan.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda- beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu semen non hidrolik dan semen hidrolik.

Usaha untuk membuat semen pertama kali dilakukan oleh John Smeaton dengan cara membakar batu kapur dan tanah liat pada tahun 1759 yang digunakan untuk membangun mercusuar Eddystone. Setelah itu barulah Joseph Aspadain yang merupakan orang inggris, pada tahun 1824 mencoba membuat semen dari kalsinasi campuran batu kapur dengan tanah liat yang telah dihaluskan, digiling, dan dibakar menjadi lelehan dalam tungku, sehingga terjadi penguraian batu kapur (CaCO_3) menjadi batu tohor (CaO) dan karbon dioksida (CO_2). Batu kapur tohor (CaO) bereaksi dengan senyawa-senyawa lain membentuk klinker kemudian digiling sampai menjadi serbuk yang kemudian dikenal dengan Portland.

Semen Portland merupakan bahan pengikat utama pada campuran beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan material menjadi satu kesatuan yang kuat. Semen Portland terbuat dari semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat.

1) Semen Non- Hidrolik

Semen non- hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non hidrolik adalah kapur. Kapur dihasilkan oleh proses kimia dan mekanis di alam. Kapur telah digunakan selama berabad- abad lamanya sebagai bahan adukan dan plesteran untuk bangunan. Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu yang mengandung kalsium oksida yang

tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor dan akan mengandung banyak kalsium hidroksida ketika telah berhubungan dengan air.

2) **Semen Hidrolik**

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland- pozollan, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen expansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna, dan semen- semen untuk keperluan khusus.

Kapur hidrolik dibuat dengan cara membakar batu kapur yang mengandung silica dan lempung sampai menjadi klinker dan mengandung cukup kapur dan silikat untuk menghasilkan kapur hidrolik. Klinker yang dihasilkan harus mengandung cukup kapur bebas sehingga masa klinker itu dapat menghasilkan kapur tohor setelah berhubungan dengan air.

2.7.1.1 Sifat-Sifat Semen

Semen pada dasarnya terbuat dari batuan kapur. Oleh sebab itu kadar zat kapur semen sangat berpengaruh terhadap sifat semen. Kadar kapur yang tinggi dalam semen tetapi tidak berlebihan cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Namun apabila kekurangan zat kapur menghasilkan semen yang lemah, dan bilamana kurang sempurna dalam pembakarannya akan menyebabkan ikatan yang cepat (*L.J Murdock dan K.M. Brook, 1979*). Semen portland memiliki beberapa sifat diantaranya sebagai berikut:

1) Kehalusan Butir

Pada umumnya semen memiliki kehalusan butir sedemikian rupa sehingga kurang lebih dari 80 % butirannya dapat menembus ayakan 44 mikron. Semakin halus butiran semen, semakin cepat persenyawaannya. Semakin halus butiran semen, semakin luas pula permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar. Semakin luas permukaan butir, makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya.

2) Berat Jenis

Berat jenis dari bubuk semen pada umumnya berkisar antara 3,1 – 3,3 dan biasanya rata-rata berat jenis ditentukan 3,15. Berat jenis semen penting

untuk diketahui, karena semen portland yang tidak sempurna pembakarannya dan atau dicampur dengan bubuk batuan yang lain, berat jenisnya akan terlihat rendah dari angka yang telah ditentukan.

Untuk mengukur baik tidaknya suatu bubuk semen dengan bahan lain, dapat dipakai angka berat jenis 3,00. Dengan demikian jika kita menguji semen dan hasilnya menunjukkan bahwa berat jenis yang kurang dari 3,00, maka semen tersebut telah tercampur dengan bahan lain (tidak murni). Berat jenis semen sangat tergantung pada cara pengisian kedalam takaran. Jika pengisian gembur, maka berat isinya rendah sekitar 1,1 Kg/ltr. Jika pada pengisian dipadatkan, berat isinya dapat mencapai 1,5 Kg/ltr.

3) Waktu Pengerasan

Pada waktu pengerasan semen dikenal dengan adanya waktu pengikatan awal (*Initial setting*) dan waktu pengikatan akhir (*final setting*). Sebenarnya yang lebih penting adalah waktu pengikat awal, yaitu pada saat semen mulai terkena air hingga mulai terjadi pengikatan (pengerasan). Biasanya waktu pengikatan awal berada diantara 60-120 menit. Namun bagi jenis-jenis semen portland tertentu waktu pengikatan awal tidak boleh lebih dari 60 menit setelah semen terkena air. Untuk mengukur waktu pengikatan biasanya digunakan alat Vicat.

4) Kekekalan Bentuk

Kekekalan bentuk yang dimaksud adalah sifat dari pasta semen yang telah mengeras, bilamana adukan semen dicetak dalam bentuk tertentu, maka bentuk itu tidak akan berubah. Jika adukan semen dilepas dari cetakan dan menunjukkan adanya cacat, maka semen itu tidak baik atau tidak memiliki sifat kekal bentuk.

5) Kekuatan Semen

Kekuatan mekanis dari semen yang mengeras merupakan sifat yang perlu diketahui dalam pemakaian. Kekuatan semen ini merupakan gambaran mengenai adanya daya rekat sebagai bahan pengikat. Pada umumnya, pengukuran daya rekat ini dengan menentukan kuat lentur, kuat tarik dan kuat tekan dari campuran semen dengan pasir.

6) Pengerasan Awal Palsu

Adakala semen portland menunjukkan waktu pengikatan awal kurang dari 60 menit, dimana setelah semen dicampur dengan air segera nampak mulai mengeras. Hal ini mungkin terjadi karena adanya pengikatan awal palsu, yang disebabkan oleh pengaruh gips yang dicampurkan pada semen bekerja tidak sesuai dengan fungsinya. Seharusnya fungsi gips dalam semen adalah untuk menghambat pengerasan, tetapi dalam kasus diatas ternyata gips justru mempercepat pengerasan.

Hal ini dapat terjadi karena gips dalam semen telah terurai. Biasanya pengerasan palsu ini hanya mengacau saja, sedangkan pengaruh terhadap sifat semen yang lain tidak ada. Jika terjadi pengerasan palsu, adonan dapat diaduk lagi.

7) Pengaruh Suhu

Proses pengerasan semen sangat dipengaruhi oleh suhu udara disekitarnya. Pada suhu kurang dari 15°C , pengerasan semen akan berjalan sangat lamban. Semakin panas suhu disekitar, maka akan semakin cepat adukan semen menjadi keras. Namun pengikatan semen akan berlangsung baik pada suhu 30°C .

2.7.1.2 Penyimpanan Semen

Agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan (PB,1989:13). Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar, semen dalam kantong harus disimpan didalam gudang tertutup, terhindar dari basah dan lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain. Semen dari jenis yang berbeda harus dikelompokkan sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan tertukar-nya jenis semen yang satu dengan yang lainnya. Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih dahulu.

Semen curah harus disimpan didalam silo yang terbuat dari baja atau beton dan harus terhindar dari kemungkinan tercampur dengan bahan lainnya. Apabila semen telah disimpan terlalu lama, perlu dibuktikan dulu bahwa semen tersebut memenuhi

syarat sebelum dipakai. Untuk menghindari pecahnya kantong semen, tinggi maksimum timbunan zak semen adalah 2 meter atau sekitar 10 zak. Jarak bebas antara bidang dinding dan semen sekitar 50 cm, sedangkan arak bebas antara lantai dan semen sekitar 30 cm.

2.7.2 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang mengandung senyawa- senyawa yang 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. Selain itu air pada pembuatan beton dan perawatan beton sangat diperlukan, karena air berfungsi sebagai pemicu terjadinya proses kimiawi hidrasi pada semen, membasahi agregat dan mempermudah pekerjaan pembuatan beton. Air akan merubah semen menjadi pasta semen yang akhirnya dapat membuat beton menjadi lecah (*workable*).

Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar/suling.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (air sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3.5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam- garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra- tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industry yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan.

Setelah itu terdapat syarat-syarat umum air, pemilihan pemakaian air dan penilaian waktu pengikatan (*Setting Time*) dan uji kuat tekan sebagai berikut:

2.7.2.1 Syarat Umum Air

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam alumunium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2). Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang telah mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat, bahan bersemen dan bahan campuran tambahan tidak boleh melampaui nilai batas diberikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 *Batas Maksimum Ion Klorida*

Jenis Beton	Batas (%)
Beton pra-tekan	0,06
Beton bertulang yang selamanya berhubungan dengan klorida	0,15
Beton bertulang yang selamanya kering atau terlindung dari basah	1.00
Kontruksi beton bertulang lainnya	0,30

Sumber: PB 1989:23

2.7.2.2 Pemilihan Pemakaian Air

Pemilihan air yang digunakan sebagai campuran beton didasarkan pada campuran beton. Air tersebut harus berasal dari sumber yang sama dan terbukti dapat menghasilkan beton yang memenuhi syarat.

Jika air yang ada dari suatu sumber belum terbukti memenuhi syarat, harus dilakukan uji tekan mortar yang dibuat dengan air tersebut, yang kemudian dibandingkan dengan campuran mortar yang menggunakan air suling. Hasil pengujian (pada usia 7 hari dan 28 hari) kubus adukan yang dibuat dengan air campuran yang

tidak dapat diminum paling tidak mencapai 90 % dari kekuatan specimen serupa yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kuat tekan harus dilakukan untuk adukan serupa, kecuali penggunaan air perncampurnya. Pembuatan dan pengujian dilakukan berdasarkan “*Test Methods for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (using 50 mm cube specimens)*”. ASTM C.109

2.7.2.3 Setting Time dan Uji Kuat Tekan

Air pengaduk dianggap tidak mempunyai pengaruh berarti terhadap waktu pengikatan dan sifat pengerasan beton jika hasil pengujian menunjukkan:

- 1) Perbedaan waktu pengikatan awal campuran beton yang menggunakan air yang diragukan disbanding dengan campuran beton memakai air suling tidak lebih besar dari 30 menit
- 2) Kuat tekan rata-rata kubus beton yang dibuat dengan air yang diragukan tidak kurang dari 90 % kuat tekan beton yang memakai air suling.

2.7.3 Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat tersebut berkisar 60%- 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat inipun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul- tanggul penahan tanah, bronjong, atau bendungan, dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, spilit, batu pecah, kricak, dan lainnya.

2.7.3.1 Jenis Agregat

Pada beton biasanya terdapat sekitar 70% sampai 75% volume agregat terhadap volume keseluruhan beton (*Paul Nugraha & Antoni, 2004*). Agregat ini harus

bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, rapat, dimana agregat yang kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar (Nawy, 1998). Agregat yang umum dipakai adalah pasir dan batu-batuan pecah. Menurut (Edward G Nawy,1998) agregat terbagi menjadi dua jenis agregat:

1) Agregat halus

Agregat halus didefinisikan sebagai material granular berupa pasir alam sebagai desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat halus disebut pasir karena butir-butir ukurannya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut (SK SNI T-15-1991-03). Agregat halus memiliki butir-butir halus yang bersifat kekal tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca. Ada beberapa persyaratan mengenai proporsi agregat yang harus dipenuhi dengan gradasi ideal yang direkomendasikan dalam standar *ASTM C 33/03 "Standard Specification For Concrete Aggregates"*. Sedangkan syarat-syarat modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 – 3,8 berdasarkan (SNI 03 – 1750 – 1990) dan (SK SNI S-04-1989-F).

2) Agregat kasar

Agregat kasar adalah material granular berupa batu pecah dan kerikil. Menurut (PBI 1971 N.I. – 2) agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir yang lebih besar dari 5mm, terdiri dari butir-butir batuan keras dan tidak berpori, memiliki sifat yang kekal tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti hujan dan matahari, tidak boleh mengandung kadar lumpur lebih dari 1%, dan agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton. Agregat kasar ini sangat berpengaruh terhadap mutu beton yang akan dihasilkan.

Jika dilihat dari sumbernya, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat berasal dari alam dan agregat yang buatan. Contoh agregat yang berasal dari sumber alam adalah pasir alami dan kerikil, sedangkan contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari stone crusher, hasil residu terak tanur tinggi, pecahan

genteng, pecahan beton, fly ash, dari residu PLTU, extend shale, expanded slag dan lainnya.

2.7.3.2 Sifat-Sifat Agregat dalam Campuran Beton

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton. Untuk menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan seperti yang diinginkan. Sifat-sifat ini harus diketahui dan dipelajari agar kita dapat mengambil tindakan yang positif dalam mengatasi masalah-masalah yang timbul. Agregat yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII 0052-80. “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton” dan dalam hal-hal yang tidak termuat dalam SII.0052-80 maka agregat tersebut harus memenuhi syarat dan ketentuan yang diberikan oleh ASTM C-33-82, “*Standard Specification for Concrete Aggregates*” (Ulasan PB,1989;14)

2.7.3.3 Pemeriksaan Mutu Agregat

Pemeriksaan mutu agregat dimaksudkan untuk mendapatkan bahan-bahan campuran beton yang memenuhi syarat, sehingga beton yang dihasilkan nantinya sesuai dengan yang diharapkan. Agregat yang digunakan harus memenuhi spesifikasi teknik yang telah ditetapkan didalam kontrak kerja. Jika dilihat dari volume agregat dalam campuran beton, agregat memberikan kontribusi yang besar terhadap campuran.

Agregat normal harus memenuhi syarat mutu sesuai dengan SII 0052-80. “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton” dan jika tidak tercantum dalam syarat ini harus memenuhi syarat ASTM C.33-82, “*Standard Specification for Concrete Aggregates*”. Agregat ringan harus memenuhi syarat yang diberikan oleh ASTM C.330-80, “*Specification Lightweight for Structural Concrete*”. Sebagian syarat-syarat telah dijelaskan diatas.

Tabel 2.4 Tabel Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33)

Ukuran Saringan [Ayakan]				% Lolos Saringan/Ayakan				ASTM C-33 Fine Aggregate
				SNI 03-2834-2000				
mm	SNI	ASTM	inch	Pasir Kasar Gradasi No. 1	Pasir Sedang Gradasi No. 2	Pasir Agak Halus Gradasi No. 3	Pasir Halus Gradasi No. 4	
4,75	4,8	no. 4	0,1875	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
2,36	2,4	no. 8	0,0937	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	80 - 100
1,18	1,2	no. 16	0,0469	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50 - 85
0,60	0,6	no. 30	0,0234	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	25 - 60
0,30	0,3	no. 60	0,0117	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50	5 - 30
0,15	0,15	no. 100	0,0059	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0 - 10

2.7.3.4 Dasar Perancangan Agregat sebagai Campuran Beton Normal Menurut SK.SNI-T-15-1990-03

Dalam perancangan beton menurut SK.SNI-T-15-1990-03, agregat yang digunakan harus memenuhi syarat. Perencanaan beton normal sesuai SK.SNI-T-15-1990-03 memiliki 2 langkah perencanaan, adapun nilai-nilai yang harus diketahui sebagai dasar perencanaan campuran yang berhubungan dengan agregat antara lain: jenis agregat (langkah 6), ukuran maksimum agregat (langkah 10), susunan butir besar agregat halus (langkah 16), berat jenis agregat (langkah 18) dan kadar air pada agregat untuk koreksi campuran.

Untuk mengetahui berat jenis agregat campurannya, dilakukan pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar. Dari sini dapat diketahuin berat jenis beton relative yang dihasilkan. Grafik dalam SNI dan kandungan air pada agregat digunakan untuk memeriksa campuran, jika agregat dilapangan berada dalam keadaan kering, agregat tersebut akan menyerap air dalam beton atau campuran beton akan mengalami kehilangan, begitu juga sebaliknya.

2.7.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Admixture adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu atau untuk menghemat biaya.

Admixture atau bahan tambah didefinisikan dalam *Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energy.

Di Indonesia bahan tambah telah banyak dipergunakan, manfaat dari penggunaan bahan tambah ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai dilapangan. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan

oleh SNI. Untuk bahan tambah yang merupakan bahan tambah kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C.494, “*Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*”

Alasan penggunaan bahan tambah ada 2, yaitu:

1) Memodifikasi beton segar, mortar, dan grouting:

- a. Menambah sifat kemudahan pekerjaan tanpa menambah atau mengurangi kandungan air dengan sifat pengerjaan yang sama.
- b. Menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal dari campuran beton
- c. Mengurangi atau mencegah secara preventif penurunan atau perubahan volume beton.
- d. Mengurangi segregasi.

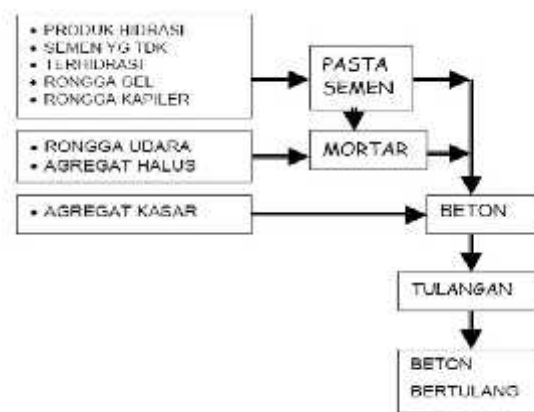
2) Memodifikasi beton keras, mortar dan grouting

- a. Mengurangi ekolusi panas selama pengerasan awal (Beton muda)
- b. Mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada unsur muda.
- c. Menambah kekuatan beton (kuat tekan, kuat lentur atau kuat geser dari beton)
- d. Mengurangi kapilaritas dari air.

2.8 Proses Terjadinya Beton

Menurut pedoman beton 1989, *Draft Konsesus* (SKBI.1.4.53, 1989: 4-5) beton didefinisikan sebagai campuran poriland atau sembarang hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Macam dan jenis beton menurut bahan pembentuknya adalah beton normal, bertulang, pra-cetak, pra-tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton fiber dan lainnya.

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan adalah tulangan baja akan terbentuk beton bertulang. Proses terbentuknya beton dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Proses terbentuknya beton

Beberapa pengertian dan definisi menurut Pedoman Beton 1989 *Draft Konsesus* dan terminology ASTM-C.125 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5 Definisi dan Pengertian

Pasta Semen	Campuran antara air dengan semen.
Mortar	Pasta semen ditambah dengan agregat halus.
Beton	Campuran semen portland atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan.
Beton normal	Beton yang menggunakan agregat normal.
Beton Bertulang	Beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan, dengan atau tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan

	asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.
Beton Pracetak	Elemen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak ditempat yang berbeda dari posisi akhir elemen dalam struktur.
Beton prestress (pratekan)	Beton bertulang dimana telah diberikan tegangan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja.
Beton ringan struktural	Beton yang mengandung agregat ringan yang memenuhi ketentuan dan persyaratan ASTM-C.330 dan mempunyai unit massa kering udara seperti yang ditentukan oleh ASTM-C.567 tidak lebih dari 1900 kg/cm ³
Beton ringan total atau beton ringan berpasir	Beton yang seluruh agregat terdiri dari agregat halus dengan berat normal.

2.9 Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka, biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe 1 (OPC-1). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya.

2.10 Kekuatan Tekan Beton (f'_c)

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton dinotasikan sebagai berikut (PB,1989: 16):

f'_c = Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (MPa).

f = Kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150 mm atau silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (MPa)

f_c = Kekuatan tarik dari hasil uji belah silinder beton (MPa)

f'_{cr} = Kekuatan tekan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancangan campuran beton (MPa).

S = Deviasi standar (s) (MPa)

Beton yang dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari f'_c seperti yang telah disyaratkan. Kriteria penerimaan beton tersebut harus pula sesuai dengan standar yang berlaku. Menurut Standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi $0,85 f'_c$ untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi $f'_c + 0,82 s$ untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan. Jika tidak memenuhi, maka diuji mengikuti ketentuan berikutnya.

Standar yang digunakan untuk melakukan uji kuat tekan pada beton adalah SNI 03-1974-1990 dengan benda uji kubus, dan menggunakan persamaan umum untuk menghitung kuat tekan beton sebagai berikut:

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

Dimana f'_c = Kuat tekan beton (Kg/cm^2)

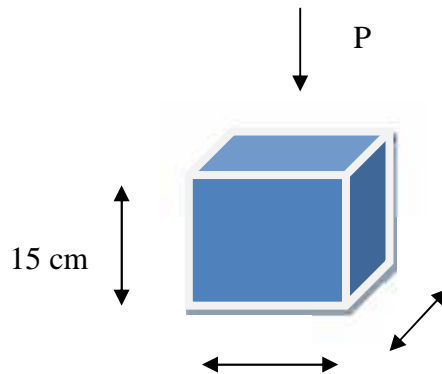
P = Beban tekanan (Kg)

A = Luas bidang tekan (cm^2)

Standar deviasi dihitung berdasarkan rumus:

$$S = \frac{\sqrt{\sum(\sigma' b - \sigma' b m)^2}}{N-1}$$

Dimana s = deviasi standar (Kg/cm^2)
 σ'_b = kekuatan masing-masing benda uji
 σ'_{bm} = kekuatan beton rata-rata (Kg/cm^2)
 N = Jumlah total benda uji hasil pemeriksaan



Gambar 2.8 Model uji kuat tekan kubus

2.11 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton dapat dilihat pada gambar 2.8. Ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton tersebut, yaitu : (1). Proporsi bahan-bahan penyusunnya, (2). Metode perancangan, (3). Perawatan dan (4). Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.



Gambar 2.9 faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton

2.12 Pengerjaan Beton

Pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Sebelum diimplementasikan dalam pelaksanaan konstruksi dilapangan, pencampuran bahan-bahan dapat dilakukan dilaboratorium. Agar tetap terjaga konsistensi rancanganya, tahapan lebih lanjut dalam pengolahan beton perlu diperhatikan. Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi, tetapi jika pelaksanaanya tidak dikontrol dengan baik, kemungkinan dihasilkannya beton yang tak sesuai dengan rencana akan semakin besar. Cara pengolahan ini akan menentukan kualitas dari beton yang akan dibuat. Adapun tahapan dalam pelaksanaan dilapangan meliputi:

- 1) Persiapan.
- 2) Penakaran.
- 3) Pengadukan (*Mixing*).
- 4) Penuangan atau Pengecoran (*Placing*).
- 5) Pemadatan. (*Vibrating*)
- 6) Penyelesaian Akhir (*Finishing*).
- 7) Perawatan (*Curing*).

2.13 Perawatan Dan Perbaikan Struktur Beton

Beton yang telah dibuat dan menjadi sebuah struktur, harus dirawat selama usia strukturnya. Tindakan perawatan ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya usia ekonomi struktur tersebut. Salah satu sifat yang dari beton adalah keawetanya, yakni mampu menahan serangan (pengaruh) kimia dan fisika serta mekanis (*ductility*), contohnya antara lain:

- 1) Tahan terhadap korosi dan serangan air (dibandingkan dengan baja)
- 2) Tahan terhadap api (dibandingkan baja)
- 3) Tahan terhadap beban kejut dan gempa (dapat berperilaku daktail)
- 4) Tahan terhadap perubahan suhu.

Keawetan yang baik didapatkan jika perencanaan, pelaksanaan dan perawatan beton pada struktur dilakukan dengan baik dan benar.

2.13.1 Perawatan

Perawatan dapat diartikan sebagai langkah langkah perlindungan yang diberikan pada beton. Langkah perlindungan ini dapat berupa pemberian lapisan pelindung agar gangguan luar dapat diperkecil. Perlindungan dengan ini dapat berupa pengecatan (*coating*), pemlesteran, pemberian lapisan penutup karet dan baja, atau metode yang menjaga tingkat komposisi air, yaitu membiarkan adonan hasil campuran didalam satu lapisan air, seperti *Ponding*.

Pelaksanaan Curing/perawatan beton dilakukan segera setelah beton mengalami atau memasuki fase hardening (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah pembukaan cetakan/acuan/bekisting, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton. Lamanya curing sekitar 7 hari berturut-turut mulai hari kedua setelah pengecoran.

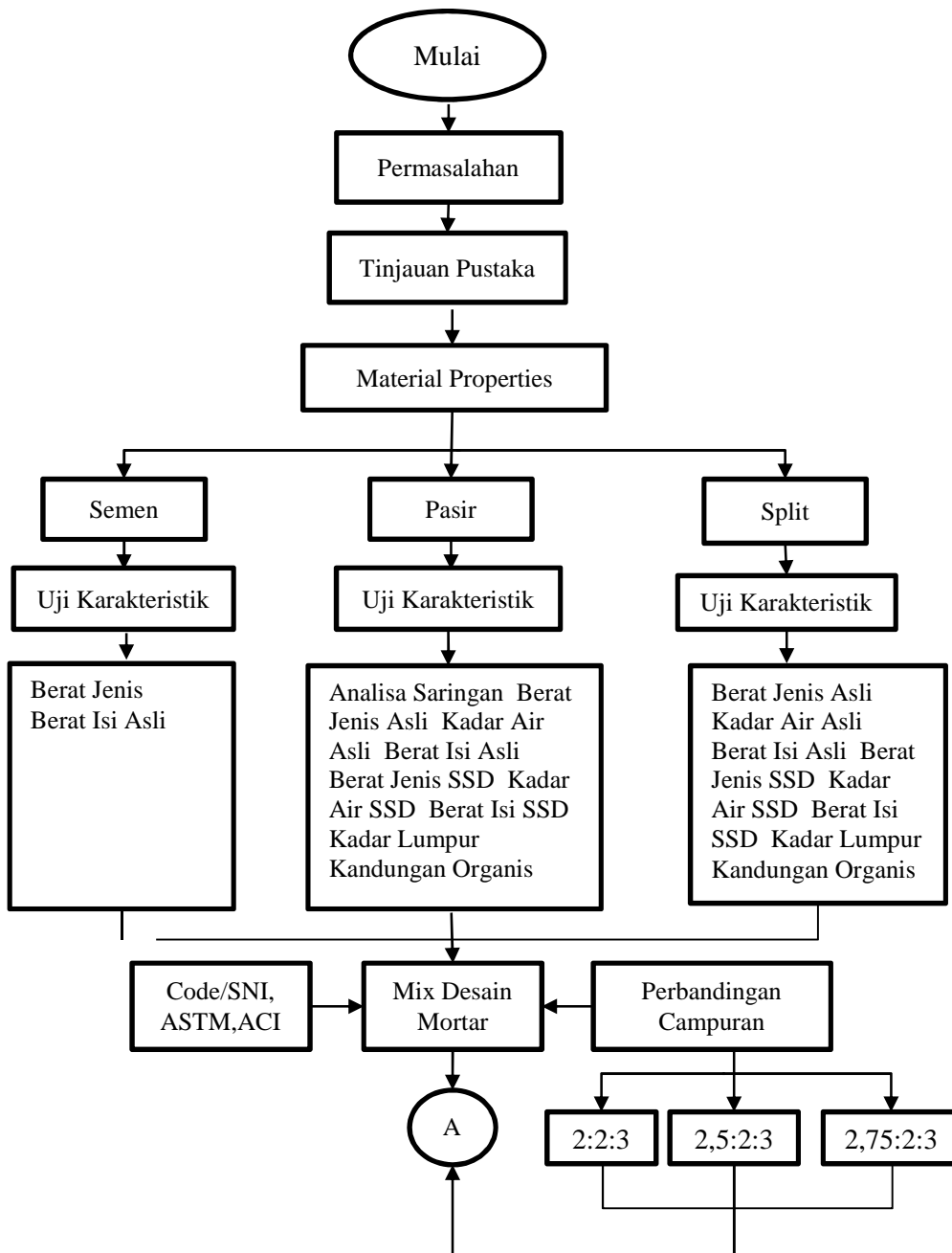
2.13.2 Perbaikan

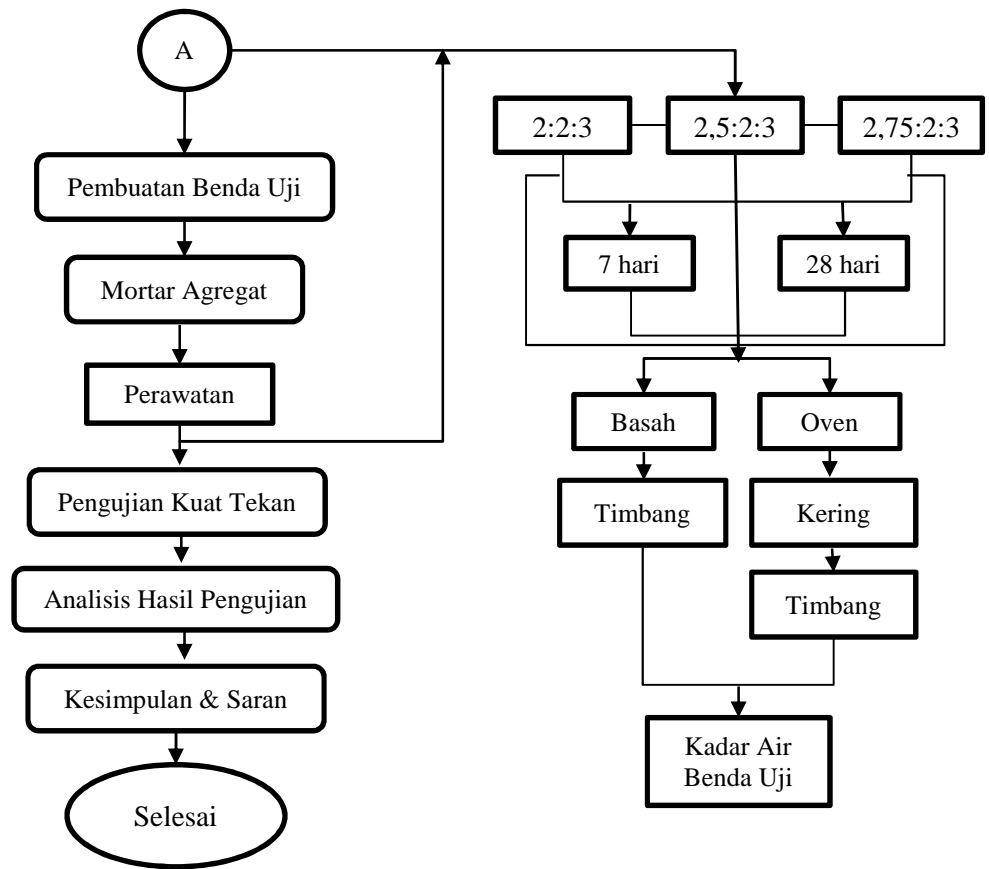
Tindakan perbaikan meliputi perbaikan pada fase pelaksanaan dan setelah beton mengeras. Tindakan ini dapat berupa pengasaran lapisan permukaan, penghancuran bagian yang rusak dan menggantinya dengan beton baru (*demolition*) dan pengasaran sedikit bagian permukaan yang diperbaiki (*coating*). Tindakan ini menggunakan bahan mutu yang lebih tinggi dari mutu beton yang diperbaiki, misalnya menggunakan *cement grout*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar tahapan pelaksanaan dari proses penelitian dan metode penelitian yang digunakan dapat dilihat dalam gambar berikut ini:





Bagan 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah langkah yang dimiliki dan dilakukan oleh peneliti dalam rangka untuk mengumpulkan informasi atau data serta melakukan investigasi pada data yang telah didapatkan tersebut. Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi antara lain: prosedur dan langkah-langkah yang harus ditempuh, waktu penelitian, sumber data, dan dengan langkah apa data-data tersebut diperoleh dan selanjutnya diolah dan dianalisis.

3.4 Standar Pengujian

Penelitian laboratorium yang akan dilakukan adalah:

- 1) Pemeriksaan terhadap sifat – sifat beton pada fase plastis untuk mengetahui perubahan nilai *slump*.
- 2) Pemeriksaan terhadap sifat-sifat dari dasar agregat kasar dan agregat halus sebagai material utama pembentuk beton.
- 3) Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase keras atau padat, untuk mengetahui nilai kekuatan tekan beban pada benda uji silinder dengan dimensi 15 x 30 cm pada umur beton 7 dan 28 hari.

3.4.1 Standar Pengujian yang digunakan

Standar pengujian yang digunakan pada pemeriksaan dan penelitian ini adalah Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut ini adalah berbagai standar yang digunakan dalam pengujian bahan dasar beton.

Tabel 3.1 *Metoda pengujian bahan dasar beton*

Pengujian	Metoda Pengujian
Uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	SNI 03-1969-1990
Pengujian berat jenis agregat halus	SNI 03-1970-1990
Pengujian gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah	SNI 03-4141-1996
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	SNI 03-1968-1990
Pengujian Indeks Plastisitas	SNI 03-1966-1990
Pengujian batas cair	SNI 03-1967-1990
Metode pengujian nilai slump beton	SNI 03-1972-1990
Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium	SNI 03-2493-1991
Pengujian kuat tekan beton	SNI 03-1974-1990

3.4.2 Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah menggunakan seluruh peralatan terkait yang ada di laboratorium beton Program Studi

Teknik Sipil Universitas Sangga Buana – YPKP Bandung, diantaranya:

- 1) Cetakan Silinder ukuran 15 cm x 30 cm
- 2) Slump Test
- 3) Alat Uji Tekan
- 4) Plat Adukan
- 5) Sekop
- 6) Timbangan
- 7) Bak Perendaman

3.5 Pengujian Material

Dalam penelitian ini digunakan SK SNI 1989/1990 dan PBI 1971 sebagai standar dalam metode pelaksanaan pengujian material. Pengujian-pengujian material yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.5.1 Pengujian Semen

Pengujian semen yang dilakukan adalah pengujian berat jenis semen, pengujian konsistensi normal, serta pengujian pengikatan awal semen. Berikut penjabarannya:

- 1) Peralatan yang digunakan adalah botol Le Chatelier, kerosin bebas air, timbangan, termometer, air dengan suhu 20° C. Langkah pengujian adalah sebagai berikut:
 - a. menimbang berat semen sesuai ketentuan (m).
 - b. mengisi botol Le Chatelier dengan kerosin pada skala tertentu (V1), kemudian dimasukkan dalam air dengan suhu 20° C.
 - c. masukkan benda uji ke dalam botol Le Chatelier, kemudian baca skala pada botol (V2).
 - d. menghitung berat jenis dengan rumus $= m / v2-v1$



Gambar 3.1 pengujian berat jenis semen

- 2) Pengujian konsistensi normal adalah untuk menentukan prosentase air yang dibutuhkan sampai mencapai konsistensi normal semen yang berpengaruh pada pengikatan sampai pada saat beton mengeras. Peralatan yang digunakan adalah mangkuk porselen, cincin ebonit, alat vicat, plat kaca, stopwatch, air. Langkah pengujian adalah sebagai berikut:
- Setel alat vicat pada posisi nol, campur semen dengan air sebanyak x % dari berat semen.
 - Masukkan adukan semen dalam cincin ebonit, kemudian letakkan pada alat vicat.
 - Lepaskan jarum yang besar dengan diameter 10 mm, catat penurunan pada detik ke 30 setelah jarum dilepaskan.
 - Percobaan diulang dengan prosentase air sedemikian rupa sehingga diperoleh konsistensi normal yaitu pada penurunan 10 mm.



Gambar 3.2 *Pengujian Konsistensi Normal Semen*

- 3) Pengikatan awal semen (initial setting time) yaitu waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya sedangkan waktu pengikatan akhir (final setting time) adalah waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras. Langkah pengujian adalah dengan melepaskan jarum vicat berdiameter 1 mm ke dalam adukan semen pada selang waktu 15 menit, setiap kali jarum diturunkan dicatat penurunannya. Waktu pengikatan awal diperoleh jika penurunan mencapai 25 mm.



Gambar 3.3 *Pengujian waktu ikat awal semen*

3.5.2 Pengujian Agregat Halus

Pasir yang digunakan untuk pengujian adalah pasir Muntilan. Pengujian agregat halus ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari pasir yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan campuran beton. Pengujian yang dilakukan adalah:

- 1) Pengujian analisa saringan digunakan untuk mengetahui pembagian butiran agregat halus dan modulus kehalusan butiran, dimana dari kedua hal tersebut dapat diketahui tingkat kemudahan pengerjaan beton. Peralatan yang digunakan adalah timbangan, satu set saringan, oven, mesin pengguncang saringan. Langkah pengujian adalah mengeringkan benda uji ke dalam oven, kemudian dimasukkan lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas dan diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit.



Gambar 3.4 *Pengujian saringan agregat halus*

- 2) Pengujian kadar air agregat halus dilakukan pada kondisi asli lapangan maupun pada kondisi SSD, dimana kadar air agregat dapat dipergunakan untuk menghitung koreksi kebutuhan agregat halus. Peralatan yang digunakan adalah oven dan

timbangan. Langkah pengujian adalah timbang benda uji kemudian masukkan ke dalam oven. Setelah kering, benda uji ditimbang kembali dan hitung kadar air agregat halus.

- 3) Peralatan yang digunakan adalah timbangan, picnometer, kerucut terpancung, oven. Langkah pengujian sebagai berikut:
 - a. Isi picnometer dengan air sampai tanda batas lalu ditimbang.
 - b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$, kemudian masukkan ke dalam picnometer yang berisi air dan ditimbang.
 - c. Menghitung berat jenis adalah berat benda uji dibagi dengan selisih dari berat air dan berat pasir di dalam air.
 - d. Pengujian dilakukan dua kali yaitu menggunakan benda uji kering oven dan benda uji SSD, untuk benda uji SSD sebelumnya di rendam terlebih dahulu di dalam air ± 24 jam dan dites dengan kerucut terpancung.



Gambar 3.5 Percobaan berat jenis agregat halus

- e. Pengujian berat isi agregat halus dilakukan pada kondisi lapangan maupun berat isi agregat halus pada kondisi SSD. Berat isi ini dibedakan menjadi 2 yaitu, berat isi gembur dan berat isi padat. Di bawah ini adalah alat yang digunakan untuk melakukan percobaan ini. Langkah pengujian adalah dengan mengisi tabung dengan agregat halus, kemudian ditimbang. Berat isi diperoleh dengan membagi berat agregat halus dengan volume tabung. Sedangkan untuk berat isi padat dilakukan dengan menumbuk agregat halus yang berada di tabung dengan tongkat baja.



Gambar 3.6 Tabung untuk pengujian berat isi agregat

- f. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dan kandungan zat organik yang terdapat pada agregat halus. Peralatan yang digunakan adalah timbangan, gelas ukur, oven, NaOH, air. Pengujian dilakukan dengan sistem kocokan dan menggunakan larutan NaOH. Pengujian sistem kocokan yaitu dengan memasukkan pasir ke dalam gelas ukur, kemudian dituang air sampai meresap. Tutup mulut gelas ukur dengan plastik dan dikocok selama ± 30 menit. Diamkan selama 5 jam sehingga pasir akan mengendap di bawah dan lumpur akan mengendap di atas. Sedangkan pengujian menggunakan larutan NaOH hampir sama dengan sistem kocokan tetapi air diganti dengan larutan NaOH. Kemudian amati perubahan warna yang terjadi pada NaOH dan tinggi pasir serta lumpur.



Gambar 3.7 Pengujian kandungan lumpur dan zat organik agregat halus

3.5.3 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari split yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan campuran beton. Dalam penelitian

ini kami menggunakan 3 (tiga) macam variasi prosentase penggunaan agregat kasar yang akan digunakan dalam beton antara lain yaitu 0% agregat daur ulang, 50% agregat kasar daur ulang dan 100% agregat kasar daur ulang. Sehingga seluruh pengujian agregat kasar dilakukan untuk tiap-tiap variasi prosentase agregatnya. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian saringan agregat kasar, pengujian kadar air agregat kasar, pengujian berat isi agregat kasar, pengujian berat jenis agregat kasar, pengujian berat lumpur agregat kasar. Berikut adalah penjelasannya:

- 1) Tujuan pengujian saringan agregat kasar adalah untuk mengetahui pembagian butiran agregat kasar dan modulus kehalusan butiran, sehingga dapat diketahui tingkat kemudahan pengerjaan beton dan kekuatan adukan beton. Peralatan yang digunakan adalah timbangan, satu set saringan, oven. Langkah pengujian adalah mengeringkan benda uji ke dalam oven, kemudian dimasukkan lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas dan diguncang.
- 2) Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air agregat kasar, baik pada kondisi asli lapangan maupun pada kondisi SSD. Peralatan yang digunakan adalah oven dan timbangan. Langkah pengujian adalah timbang benda uji kemudian masukkan ke dalam oven. Setelah kering, benda uji ditimbang kembali dan hitung kadar air agregat kasar.
- 3) Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air agregat kasar, baik pada kondisi asli lapangan maupun pada kondisi SSD. Peralatan yang digunakan adalah oven dan timbangan. Langkah pengujian adalah timbang benda uji kemudian masukkan ke dalam oven. Setelah kering, benda uji ditimbang kembali dan hitung kadar air agregat kasar.
- 4) Pengujian ini dilakukan dengan menghitung perubahan berat agregat diudara terbuka dengan berat agregat didalam air. Langkah pengujian adalah sebagai berikut:
 - a. Masukkan benda uji yang telah ditimbang dalam tempat air, kemudiantimbang beratnya.
 - b. Berat isi contoh dapat dihitung dengan mengurangi berat awal dengan berat benda uji dalam air.

- c. Berat jenis dapat dihitung dengan membagi berat awal dengan berat isi contoh.
- 5) Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar lumpur yang terkandung di dalam agregat kasar (split), karena lumpur dapat mengurangi kelekatan agregat dengan pasta semen yang pada akhirnya mengurangi kekuatan beton. Langkah pengujian adalah dengan menyiapkan agregat yang telah kering oven, kemudian ditimbang. Cuci agregat kasar dengan cara meremas-remas sampai air rendaman terlihat bening. Masukkan kembali ke dalam oven, lalu ditimbang. Kadar lumpur adalah selisih berat agregat kasar dibagi dengan berat awal agregat.

3.6 Perencanaan Mix Design

Setelah semua pengujian material dilakukan dan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, maka dapat dilakukan perencanaan mix design. Dalam penelitian ini perencanaan mix design menggunakan metode DOE (Department of Environment) karena metode ini lazim digunakan terutama di Indonesia. Langkah-langkah pokok rancangan adalah sebagai berikut:

- 1) Penetapan kuat desak beton. Kuat desak beton yang disyaratkan yang direncanakan ditentukan dengan kuat desak pada beton umur 28 hari.
- 2) Menetapkan kuat desak rata-rata yang direncanakan. Kuat desak beton rata-rata yang hendak dicapai diperoleh dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

dimana: f'_{cr} = kuat desak rata-rata dalam MPa

f'_c = kuat desak yang disyaratkan dalam Mpa

M = nilai tambah dalam Mpa

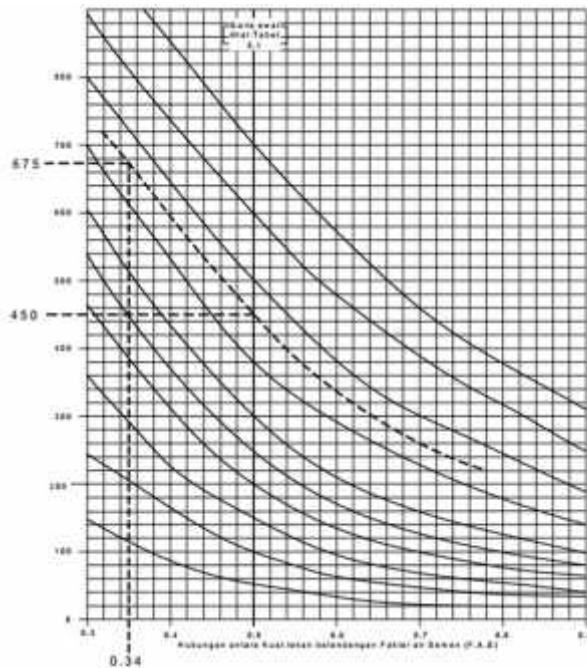
- 3) Faktor air semen
 - a. Dengan mengetahui jenis semen Portland dan agregat yang akan digunakan maka dengan melihat tabel dibawah ini dapat ditentukan harga kekuatan beton dasar yang diharapkan dapat dicapai untuk umur beton yang dikehendaki dengan faktor air semen 0,50.

Tabel 3.2 Perkiraan kuat desak beton dan faktor air semen 0,50 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia (Teknologi Beton, 2001)

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	Kuat Desak (N/mm ²)			
		Pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Semen Portland S-550	Alami (koral)	20	28	40	48
	Batu pecah	23	32	45	54
Semen Portland S-550	Alami (koral)	13	18	32	44
	Batu pecah	13	18	32	44

- b. Dengan menggunakan grafik dibawah ini: ikutilah garis tegak lurus untuk faktor air semen 0,50 ke arah atas hingga memotong garis mendatar yang menunjukkan kekuatan (kuat desak) dasar tadi. Titik potong tersebut merupakan dasar kurva yang dipakai untuk menentukan faktor air semen beton yang direncanakan.

Grafik 3.1 Hubungan kuat tekan beton dengan *f.a.s* (Purwanto, 1994)

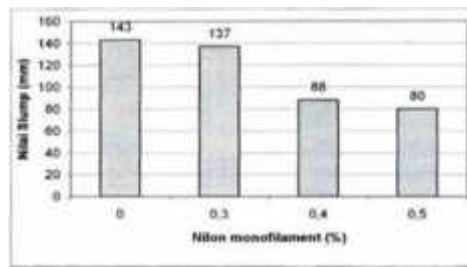


- c. Dengan melalui titik potong tadi buatlah kurva yang sejajar dengan kurva yang di sebelah kanan dan atau sebelah kiri titik potong tadi.
- d. Tarik garis mendatar yang menunjukkan nilai kuat desak rata-rata yang hendak dicapai.
- e. Tentukan titik potong antara garis kuat desak rata-rata tadi dengan kurva baru.
- f. Tarik garis tegak ke bawah melalui titik potong tersebut pada (5) untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan untuk memperoleh kuat desak rata-rata yang diharapkan tersebut.

4) Menentukan Slump

Harga slump dapat ditentukan sebelumnya atau tidak ditentukan. Penetapan nilai slump dilakukan dengan mempertimbangkan atas dasar pelaksanaan pembuatan, cara mengangkut, penuangan, pemadatan, maupun jenis strukturnya. Berikut adalah cara pengukuran tinggi slump yaitu:

- a. Corong baja diletakkan ditempat rata dan tidak menghisap air dengan posisi diameter corong yang besar dibawah
- b. Masukkan adukan dengan menggunakan cetok setinggi kira-kira 1/3 tinggi corong
- c. Kemudian tusuk-tusuk adukan dalam corong dengan tongkat baja sebanyak 25 kali
- d. Isi kembali corong setinggi 2/3 dengan perlakuan yang sama sampai corong terisi penuh.
- e. Ratakan permukaan adukan pada corong.
- f. Angkat corong secara vertikal dan hati-hati, kemudian letakkan corong dengan posisi terbalik dan letakkan tongkat baja mendatar di atas corong
- g. Ukur nilai slump dari tongkat baja sampai pada adukan beton tertinggi



Grafik 3.2 Pengukuran nilai slump (Teknologi Beton, 2001)

5) Menetapkan kadar air bebas atau banyaknya air yang diperlukan per meter kubik beton.

Untuk menetapkan banyaknya air yang diperlukan untuk setiap meter kubik beton, dapat dicari dengan menggunakan tabel 3.2 dengan cara sebagai berikut:

- a. Jika agregat halus dan agregat kasar yang digunakan dari jenis yang sama, misalnya pasir alam dan kerikil alam, atau pasir dari batu pecah dan kerikil dari batu pecah, maka dengan melihat besar butir maksimum dan slump yang digunakan, dapat ditentukan banyaknya air yang diperlukan.
- b. Jika agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan batu pecah), banyaknya air yang diperlukan ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$A = 0,67 W_f + 0,33 W_c$$

Dengan: A = banyaknya air yang dibutuhkan per meter kubik

W_f = banyak nya air yang dibutuhkan menurut agregat halus.

W_c = banyak nya air yang dibutuhkan menurut agregat kasar.

Table 3.3 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (Teknologi Beton, 2001)

Ukuran Max Split	Jenis Batuan	Slump (cm)			
		-10	-30	-60	-180
10	Alami Batu Pecah	50	180	205	225

		180	205	230	250
20	Alami Batu Pecah	35	160	180	195
		170	190	210	225
40	Alami Batu Pecah	15	140	160	175
		155	175	190	205

- c. Kebutuhan semen maksimum: jumlah semen didapat dengan cara membagi jumlah air dengan faktor air semen.
- d. Menentukan berat jenis relatif agregat: berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan antara agregat halus dan agregat kasar. Untuk agregat-agregat yang sudah diketahui berat jenisnya, maka berat jenis relatif agregat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BJ_{rel.agr} = A/100 \times BJ.AH + b/100 \times BJ.AK$$

dengan:

$BJ_{rel.agr}$ = berat jenis relatif (campuran agregat)

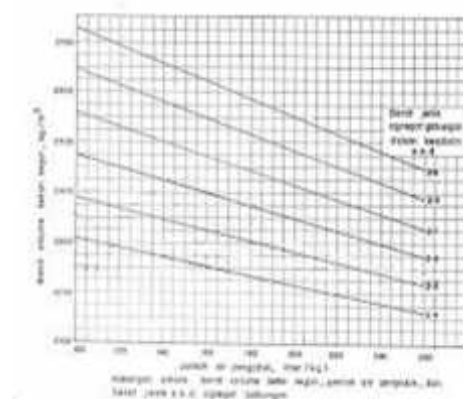
$BJ.AH$ = berat jenis agregat halus $BJ.AK$ = berat jenis agregat kasar

A = persentase agregat halus terhadap agregat relatif

B = persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

- e. Menentukan kebutuhan agregat gabungan: besarnya berat beton segar dapat diperkirakan dengan bantuan grafik di bawah ini.

Grafik 3.3 Hubungan antara berat volume beton segar, jumlah air pengaduk, dan berat jenis s.s.d agregat gabungan (Teknologi Beton, 2001)



Sehingga berat masing-masing agregat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BAg = BJb - BS - BA$$

dengan: BAg = berat agregat gabungan

BJb = berat jenis beton

BS = berat semen

BA = berat air

- f. Menentukan kadar agregat halus: agregat halus yang diperlukan untuk setiap meter kubik beton adalah hasil kali jumlah agregat gabungan dengan persentase kadar pasir.
- g. Menentukan kadar agregat kasar: kadar agregat kasar dapat dihitung dengan cara mengurangi kadar agregat gabungan dengan kebutuhan agregat halus.
- h. Koreksi berat agregat terhadap kadar air dan penyerapan: jika agregat dalam keadaan basah, perhitungan koreksi dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

kadar semen tetap = A

$$\text{air} = B - (Cm - Ca) \times C/100 - (Dm - Da) \times D/100$$

$$\text{agregat halus/pasir} = C + (Cm - Ca) \times C/100$$

$$\text{kerikil/batu pecah} = D + (Dm - Da) \times D/100$$

dengan:

A = kadar semen yang ditentukan (kg/m^3)

B = kadar air yang ditentukan (liter/m^3)

C = kadar pasir yang ditentukan (kg/m^3)

D = kadar kerikil/batu pecah yang ditentukan (%)

Ca = kadar air pada agregat halus jenuh kering muka (%)

Cm = Kadar air pasir alam saat pengadukan beton (%)

Dm = Kadar air batu pecah alam saat pengadukan beton (%)

3.7 Membuat Campuran Mix (Trial Mix)

Demikian secara teoritis sudah dapat diketahui susunan bahan-bahan untuk beton. Langkah berikutnya adalah menguji apakah hasil perhitungan itu jika dilaksanakan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan yang direncanakan. Caranya adalah dengan membuat campuran uji (trial mix) untuk mengetahui berapa slump dan kuat desak yang dihasilkan dari beton dengan komposisi campuran yang telah ditemukan tersebut.

3.8 Pembuatan Benda Uji

Jika hasil dari trial mix memenuhi ketentuan yang diharapkan maka dapat dilanjutkan dengan membuat benda uji sesuai jumlah sampel yang direncanakan. Pencampuran beton adalah proses pencampuran material dasar beton. Pencampuran material dasar yaitu semen, pasir, split, dan air harus dalam perbandingan yang baik. Pengadukan bahan dengan menggunakan concrete mixer dapat lebih mudah, cepat, dan menghasilkan adukan yang lebih homogen daripada pengadukan secara manual. Adapun langkah – langkah pencampuran beton dengan concrete mixer adalah sebagai berikut:

- 1) Pasir dan split dengan perbandingan sesuai dengan acuan dimasukkan ke dalam concrete mixer.
- 2) Dalam keadaan kering, concrete mixer diputar hingga agregat terlihat rata dan homogen.
- 3) Memasukkan semen portland ke dalam adukan kering tersebut dan putar kembali concrete mixer agar semen juga dapat tercampur homogen dengan pasir dan split.
- 4) Memasukkan air sesuai dengan f.a.s dan concrete mixer terus diputar sampai warna adukan tampak rata dan homogen.

Setelah proses campuran selesai dan diperoleh campuran yang homogen, maka dilakukan pengujian slump, kemudian adukan beton dimasukkan dalam cetakan berbentuk silinder untuk dibuat benda uji. Cetakan benda uji diletakkan di tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung sampai mengeras (\pm 1 hari), benda uji yang sudah mengeras dikeluarkan dari cetakan dan dimasukkan ke dalam bak perendaman

(proses curing beton) sampai umur tertentu (28 hari).



Gambar 3.8 Proses Pembuatan Benda Uji

3.9 Analisis Kandungan Udara (Air Content)

Tujuan dari analisa ini adalah untuk mengetahui prosentase kandungan udara yang terkandung dalam campuran beton. Dengan ini dapat diketahui kepadatan dari benda uji yang dibuat.

3.10 Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan terhadap benda uji akan memberikan efek yang bervariasi tergantung dari komposisi material pada benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat compression test. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan benda uji silinder beton dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Kuat tekan didapat dengan membagi beban yang ditahan oleh benda uji terhadap permukaan beton yang ditekan.

$$F_c = \frac{P}{A}$$

dengan f_c : kuat tekan beton yang terjadi (MPa)

P: Beban yang diberikan (N)

A: Luas permukaan kubus beton (mm²)



Gambar 3.9 Uji kuat tekan dengan *Compression Test*

3.11 Uji Kuat Tarik-Belah Beton

Kuat tarik-belah benda uji silinder beton ialah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji bentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Nilai kuat tarik beton agregat daur ulang diperoleh dengan pengujian kuat tarik belah (*Splitting test*) atau kuat tarik lentur (*flexural*). Beton sebagai bahan konstruksi memiliki perbedaan kekuatan tekan dan kekuatan tarik yang relatif besar.

Nilai kekuatan tarik beton relatif kecil dan pada umumnya cenderung diabaikan pada perencanaan konstruksi, namun pengetahuan tentang kekuatan tarik beton perlu diketahui dimana secara teoritis kekuatan tarik beton adalah besar nilai pembebanan dimana retakan pada beton terjadi. Dalam SK SNI M-60-1990-03, kekuatan tarik beton dengan *splitting test* dirumuskan sebagai berikut:

$$f_{sp} = \frac{2P}{\pi DL}$$

Dimana P= Besar Gaya Kegagalan Terjadi (N)

D= Diameter Silinder (mm)

L= Panjang Silinder (mm)

Dalam metode ini silinder beton diberi beban pada sumbu horizontal yang tegak lurus dengan garis diameternya. Beban harus terus ditingkatkan sampai kegagalan terjadi, dimana silinder terbelah menurut garis vertikal diameternya.



Gambar 3.10 *Pengujian kuat tarik belah (Splitting test)*

3.12 Analisis Datas

Analisis data dilakukan dengan berdasarkan peraturan dalam PBI 1971 serta menggunakan SPSS dan microsoft excel. Dari hasil data yang telah diperoleh, maka kita akan melakukan uji kelayakan data, uji normalitas dan uji korelasi dan regresi.

- 1) Uji kelayakan data: Analisis untuk pengujian kelayakan data mengacu pada persyaratan PBI 1971 untuk mengetahui data yang diperoleh dapat diterima atau tidak.
- 2) Uji normalitas: Analisis uji normalitas dilakukan dengan SPSS 12 menggunakan metode 1 sampel Kolmogorov-Smirnov yang digunakan untuk menentukan seberapa baik sebuah sampel random data mejajagi distribusi teoritis tertentu (normal).
- 3) Uji normalitas: Analisis uji normalitas dilakukan dengan SPSS 12 menggunakan metode 1 sampel Kolmogorov-Smirnov yang digunakan untuk menentukan seberapa baik sebuah sampel random data mejajagi distribusi teoritis tertentu (normal).

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Pemeriksaan Bahan

4.1.1 Semen

Semen adalah hidrolis binder (perekat hidrolis) yaitu senyawa yang terkandung di dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan. Semen merupakan material yang sangat dibutuhkan oleh beton. Semen yang digunakan untuk bahan beton adalah semen Portland atau semen Portland pozzolan. Penggunaan jenis semen disesuaikan dengan kondisi di lapangan.

Dengan demikian, pemilihan material semen harus disesuaikan dengan perencanaan tipe struktur, pengembangan kekuatan yang diinginkan, dan lokasi dimana struktur tersebut akan dibangun. Semen yang sering digunakan pada umumnya adalah semen portland tipe I, yaitu *Ordinary Portland Cement (OPC)*, begitupun juga dengan penelitian ini menggunakan semen tipe I.



Gambar 4.1 Semen Portland Tipe I

4.1.2 Agregat

Agregat adalah butir-butiran mineral yang bila dicampur dengan semen portland akan menghasilkan beton. Dilihat dari asal bahan, agregat terdiri dari dua macam, yaitu agregat batuan alam dan agregat buatan. Untuk agregat batuan alam, berdasarkan ukurannya terbagi 2 macam, yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (krikil atau kricak/batu pecah). Di dalam beton, agregat merupakan bahan pengisi yang netral dengan komposisi 70-75% dari masa beton dalam manajemen proyek. Agregat yang

baik harus keras, kuat dan ulet. Kekuatannya melebihi kekuatan pasta semen yang telah mengeras. Agregat mengandung pori-pori tertutup tetapi tidak menambah sifat tembus air betonnya. Semakin banyak agregat di dalam beton semakin berkurang susut beton di dalam proses pengerasan dalam manajemen proyek.

4.1.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada $1/5$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $1/3$ dari tebal pelat atau $3/4$ dari jarak bersih minimum batang-batang tulangan.

Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm. Sebagai bahan adukan beton, maka agregat kasar harus diperiksa secara lapangan. Jenis batuan yang biasa digunakan sebagai agregat kasar dalam campuran beton adalah:

- a. Batu pecah adalah batu yang berasal dari batu cadas atau batuan yang digali dan sengaja dihancurkan dengan pemecah batu atau digiling. Batuan ini dapat berasal dari gunung berapi, batuan sedimen atau batuan metamorf.
- b. Kerikil alami adalah kerikil yang diperoleh dari hasil alami, yaitu hasil pengikisan tepi atau dasar sungai yang mengalir. Kerikil ini menghasilkan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan batu pecah.
- c. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari batu pecah yang sengaja dihancurkan yang berasal dari batuan gunung dengan ukuran maksimal 19 mm. Sebelum digunakan, agregat terlebih dahulu diperiksa sifat - sifat fisiknya. Pemeriksaan tersebut meliputi: pemeriksaan berat jenis, penyerapan, berat isi, analisa saringan, kadar air, dan kadar lumpur yang dilakukan di

Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana - YPKP Bandung.



Gambar 4.2 Agregat Kasar

4.1.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya lolos saringan dengan ukuran lubang 4,75 mm, seperti pasir. Pasir adalah bahan batuan halus, terdiri dari butiran dengan ukuran 0,14-5 mm, didapat dari hasil desintegrasi batuan alam (natural sand) atau dengan memecah (artificial sand). Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca. Agregat halus tidak mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, hal tersebut dapat diamati dari warna agregat halus. Agregat yang berasal dari laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua adukan spesi dan beton.



Gambar 4.3 Agregat Halus

4.1.3 Air

Pada pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, hal ini diperlukan karena air dalam proses pengadukan bereaksi untuk melarutkan semen sehingga membentuk pasta, yang kemudian mengikat semua agregat dari yang paling besar sampai paling halus dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dalam proses pengadukan, penuangan, maupun pemadatan. Selain itu, air juga adalah sebagai bahan utama yang akan bereaksi dengan semen (proses hidrasi) yang menyebabkan semen menjadi keras.

Air berpengaruh terhadap kuat tekan beton, kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton. Selain itu, kelebihan air akan mengakibatkan beton mengalami *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan beton antara lapis permukaan (akibat *bleeding*) dengan beton lapisan di bawahnya. Kurangnya lekatan antar dua lapisan tersebut merupakan area yang lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap sifat *workability* adukan beton, besar kecilnya nilai susut beton, kelangsungan reaksi dengan semen portland sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu, dan peranan air sangat mendukung perawatan adukan beton diperlukan untuk menjamin pengerasan yang baik. Maka dari itu, air tidak dapat ditambahkan sembarangan dalam pengadukan mortal. Faktor air semen harus disesuaikan dengan kebutuhan dalam *workability* serta mutu beton yang diinginkan.

Air yang digunakan untuk campuran beton tidak boleh mengandung banyak minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan organis dan lain yang dapat merusak mutu beton. Air yang digunakan sebaiknya adalah air tawar yang memenuhi persyaratan untuk diminum. Pada penelitian ini air yang digunakan berasal dari saluran air bersih yang ada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana - YPKP Bandung.

4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pada penelitian ini, pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis (*bulk specific gravity*), penyerapan (*water*

absorption), berat isi, kadar air, dan kadar lumpur. Kualitas dari agregat kasar ini akan menentukan karakteristik kuat tekan beton yang dibuat.

4.2.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990 tentang pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus.



Gambar 4.4 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

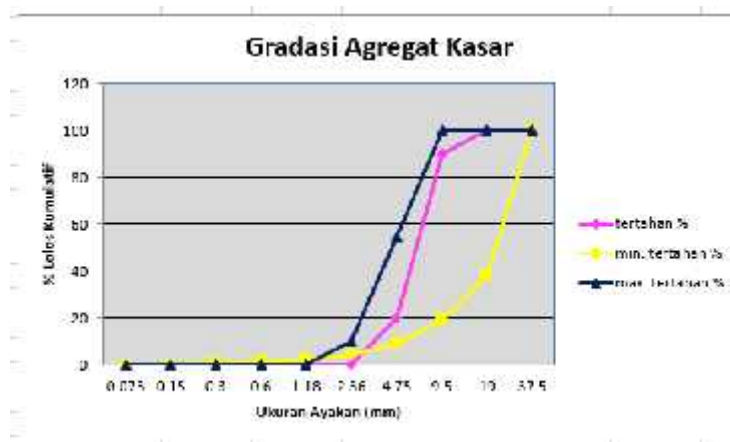
Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton untuk menentukan modulus kehalusan. Sedangkan untuk modulus kehalusan (*Fineness Modulus*) agregat kasar yang di isyaratkan berkisar antara 6,0 sampai 7,1.

Tabel 4.1 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar

Ukuran ayakan (mm)	Tertahan Berat (gram)		Prosen (%)		Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lelos (%)	SPK ASTM C 33 20 mm	
	I	II	I	II			Min.	Maks.
37.5	0	0	0	0	0	100.00	100	100
19	49	270	0.40	2.21	1.30	98.70	90	100
9.5	9715	3795	79.40	31.02	55.21	43.48	20	55
4.75	1912	7567	15.63	61.85	38.74	4.74	0	10
2.36	260	189	2.13	1.51	1.83	2.91		
1.18	62	68	0.51	0.56	0.53	2.38		
0.6	43	61	0.35	0.50	0.43	1.95		
0.3	54	52	0.44	0.43	0.43	1.52		
0.15	32	68	0.26	0.56	0.41	1.11		
0.075	108	161	0.88	1.31	1.11	0.00		
Jumlah	12235	12234	100	100	100	0		
FM					6.432			

FM agregat kasar = 6.432

Grafik 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar



4.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan dengan mengacu pada SNI 03-1969-1990 dan SNI M-10-1989-F tentang Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis agregat kasar serta kemampuannya menyerap air. Besarnya berat jenis yang diteliti adalah untuk mengetahui agregat dalam keadaan kering, berat kering permukaan jenuh (Saturated Surface Dry), dan berat jenis semu (Apparent). Serta untuk mengetahui persentase berat air yang dapat diserap pori-pori agregat kasar hingga mencapai berat dalam keadaan jenuh kering permukaan.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Sampel Benda Uji	Keterangan	Hasil Pengujian
Berat benda uji	Bk	2985
Berat benda uji kering permukaan jenuh	Bj	3089
Berat benda uji di dalam air	Ba	1832.6
Berat Jenis (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2.41835721
Berat Jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2.458611907

Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.590206442
Penyerapan	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	3.48%

4.2.3 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian berat isi agregat kasar dilakukan dengan mengacu pada SNI 03-3637-1994 tentang Metode Pengujian Berat Isi Agregat. Berat isi agregat diperlukan dalam perhitungan bahan campuran beton, apabila jumlah bahan ditakar dengan ukuran volume. Tujuannya adalah untuk mengetahui bobot isi lepas dan padat pada agregat kasar. Berat isi dari agregat untuk beton normal berkisar antara 1,20 sampai 1,75 gr/cm³.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

PADAT			
Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (gram)	A	15588.6	15193.3
Berat Bejana (gram)	B	4695	4695
Berat Agregat (gram)	C=A - B	10893.6	10498.3
Volume Bejana (cm ³)	D	7115	7115
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.53	1.48
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.50	
GEMBUR			
Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (gram)	A	14780.9	14130.5
Berat Bejana (gram)	B	4695	4695
Berat Agregat (gram)	C=A - B	10085.90	9435.50
Volume Bejana (cm ³)	D	7115	7115
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.42	1.33
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.37	

4.2.4 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian kadar air agregat kasar ini disesuaikan dengan SNI 03-1971-1990 tentang Metode Perhitungan Kadar Air Agregat. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat air terhadap berat kering kerikil agar dapat menentukan besarnya kadar air agregat dengan pengeringan. Kadar air yang dikandung agregat dapat mempengaruhi kuat tekan beton atau dengan kata lain faktor air semen (fas) dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Dalam rancangan campuran beton kondisi agregat dianggap dalam keadaan kering permukaan atau jenuh (saturated surface dry condition/SSD) oleh karena itu kadar air agregat harus diperiksa sebelum dipergunakan. Dengan demikian kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan kadar air pada saat agregat dalam keadaan kering. Pengujian ini berfungsi sebagai koreksi terhadap kuat tekan beton bila terjadi kalor kelembaban beton.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

No Sampel Benda Uji	I	II	III	IV
Berat Cawan (gr)	8,330	8,190	8,430	8,140
Berat Sampel + Cawan (gr)	39,990	33,550	32,430	36,800
Berat Sampel A (gr)	31,660	25,360	24,000	28,660
Berat Sampel Kering + Cawan (gr)	39,150	33,020	32,120	36,450
Berat Sampel Kering B (gr)	30,820	24,830	23,690	28,310
Kadar Air $\frac{A - B}{B} \times 100 \%$	2,726	2,135	1,309	1,236
Kadar air rata-rata (%)	1,851			

4.2.5 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian ini disesuaikan dengan SNI 03-1753-1990 tentang Penentuan Butir Halus Mudah Pecah dan Gumpalan - Gumpalan Lempung dalam agregat kasar. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui banyaknya lumpur yang dikandung oleh agregat kasar yang akan digunakan sebagai bahan pengisi adukan beton. Menurut

buku PBI 1971 kadar lumpur yang terkandung dalam agregat tidak melampaui 1 %, jika syarat ini dilampaui maka agregat kasar yang akan digunakan harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Nomor Contoh		I	II	III
Berat benda uji sebelum dicuci, kering oven (gram)	W_1	2427	2419	2420
Berat benda uji setelah dicuci tertahan No. 200, kering oven (gram)	W_2	2411	2487	2401
Kadar lolos ayakan No.200 (%)	$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$	0.66	1.32	0.79
		0.92		

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Cara Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990		
	1.0" (37,50 mm)		0	%
	3/4" (19.00 mm)		1,30	%
	1/2" (9,50 mm)		55,21	%
	3/8" (4,75 mm)		38,74	%
	2,36 mm		1,83	%
	No 4 (1,18 mm)		0,53	%
2	Modulus Kehalusan			6.432
3	Berat Jenis	SNI 03-1969-1990	2.41	Gr
	Penyerapan		3.48%	%
4	Berat Isi	SNI 03-3637-1994	1.37	gr/cm ³
5	Kadar Air	SNI 03-1971-1990	1.851	%
6	Kadar Lumpur	SNI 03-1753-1990	0.92	%

Hasil pengujian analisa saringan yang dilakukan pada agregat kasar nilai modulus kehalusan adalah 6.432, agregat kasar tersebut memenuhi syarat nilai modulus kehalusan yang berkisar antara 6.0 sampai 7.1. Jika nilai modulus kehalusan agregat

kasar lebih besar dari 7.1, berarti agregat kasar tersebut terlalu kasar dan harus diperbaiki dengan cara menambahkan agregat yang lebih halus agar dicapai nilai modulus kehalusan sesuai syarat yang berlaku yaitu berkisar antara 6.0 sampai 7.1, begitupun sebaliknya yaitu apabila modulus kehalusannya lebih kecil dari 6.0 maka agregat kasar tersebut harus diperbaiki dengan cara menambahkan agregat yang lebih kasar untuk mencapai kehalusan yang sesuai.

Hasil pengujian berat jenis (*bulk specific Gravity*) agregat kasar yaitu 2.41 gr. Agregat tersebut memenuhi syarat berat jenis (*bulk specific gravity*) dalam batasan berkisar antara 2.4 sampai 2.9 gr.

Pengujian terhadap kadar lumpur agregat kasar diperoleh dengan hasil 0.92 %, berarti agregat kasar tersebut tidak perlu dicuci terlebih dahulu karena kadar lumpurnya lebih kecil dari kadar lumpur yang diijinkan yaitu lebih kecil dari 1 % sehingga dapat langsung digunakan.

4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus dalam penelitian ini yaitu meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis (*bulk specific gravity*), penyerapan (*water absorption*), berat isi, kadar air, dan kadar lumpur.

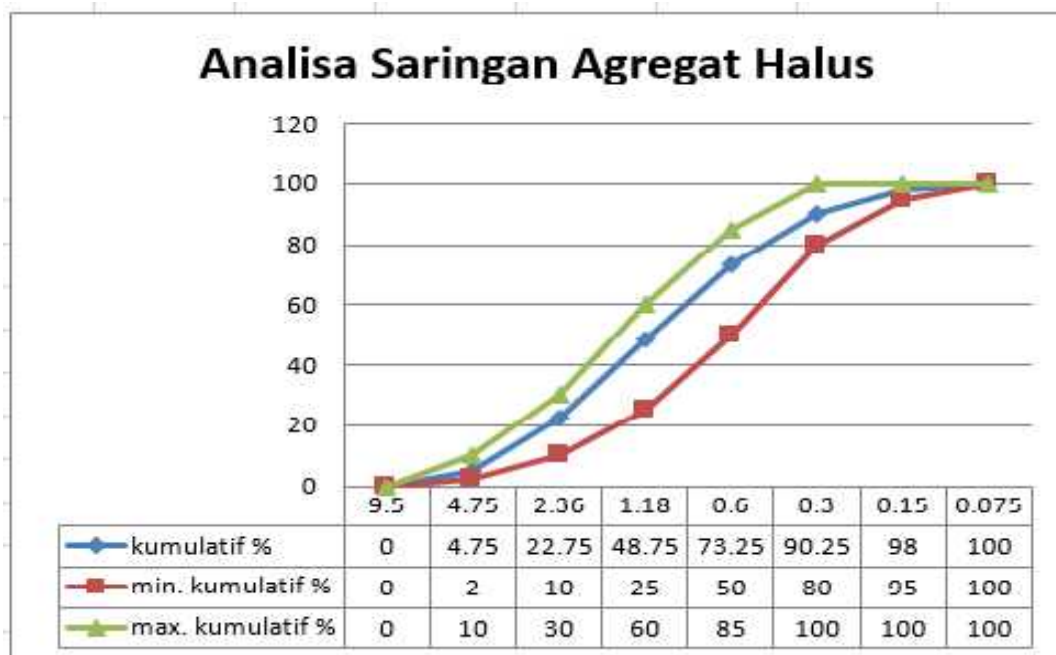
4.3.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat halus dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990 tentang pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan susunan besar butir agregat halus serta untuk menentukan modulus kehalusannya. Pengujian ini dilakukan untuk butir - butir tanah yang memiliki diameter lebih besar dari 0,074 mm atau butir tanah yang tidak lolos dari saringan no. 200 dan lebih kecil dari 4,75 mm. Sedangkan untuk modulus kehalusan yang disyaratkan sesuai SNI adalah berkisar antara 1,5 sampai 3,8. Dan jika nilai modulus kehalusan lebih besar dari 3,8 maka agregat halus tersebut terlalu kasar dan harus diperbaiki dengan cara menambahkan agregat halus, sehingga nilai modulus kehalusannya sesuai dengan syarat yang berlaku yaitu berkisar antara 1,5 sampai 3,8. Begitupun bila nilai modulus kehalusannya kurang dari 1,5 maka agregat halus tersebut harus diperbaiki dengan cara menambahkan agregat yang lebih kasar.

Tabel 4.8 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus

Ukuran Ayakan (mm)	Tertahan					Kumulatif		SPEK. ASTM C.33 AGREGAT HALUS	
	Berat (gram)		Prosen (%)			Tertahan (%)	Lolos (%)	Min.	Maks.
	I	II	I	II	Rata-Rata				
9.5	0	0	0	0	0	0	100	100	100
4.75	38.5	30.9	7	6	6.5	6.5	93.5	95	100
2.36	99	77.25	18	15	16.5	23	77	80	100
1.18	159.5	133.9	29	26	27.5	50.5	49.5	50	85
0.6	143	118.45	26	23	24.5	75	25	25	60
0.3	71.5	108.15	13	21	17	92	8	10	30
0.15	38.5	46.35	7	9	8	100	0	2	10
0.075	0	0	0	0	0	0	0		
Jumlah	550	515	100	100	100	347			
FM						3.47		3.38	2.15

Grafik 4.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus



4.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan berdasarkan aturan yang ada dan disesuaikan dengan SNI 03-1970-1990 tentang Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat halus jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry - SSD*) dengan berat air suling yang volumenya sama dengan volume agregat halus dalam keadaan jenuh pada suhu

tertentu. Juga untuk mengetahui persentase berat air yang dapat diserap oleh pori-pori agregat halus hingga mencapai keadaan jenuh kering permukaan.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Sampel Benda Uji	Keterangan	Hasil Pengujian
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	500 gr	500
Berat benda uji kering oven	Bk	493.9
Berat piknometer diisi air (25 ⁰ C)	B	2175.6
Berat pik - benda uji (SSD) + air (25 ⁰ C)	Bt	2470.9
Berat Jenis (<i>Bulk</i>)	$\frac{Bk}{(B+500-Bt)}$	2.413
Berat Jenis kering permukaan jenuh	$\frac{500}{(B + 500 - Bt)}$	2.443
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	$\frac{Ek}{(B + Bk - Bt)}$	2.487
Penyerapan air (%)	$((Bj-Bk)/Bk) \times 100$	1.24

4.3.3 Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi agregat halus ini disesuaikan dengan SNI 03-3637-1994 tentang Metode Pengujian Berat Isi Agregat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan berat agregat halus dengan volumenya, baik dalam keadaan lepas maupun dalam keadaan padat.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

PADAT			
Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (gram)	A	15388.6	15193.3
Berat Bejana (gram)	B	4695	4695
Berat Agregat (gram)	C=A - B	10893.6	10498.3
Volume Bejana (cm ³)	D	7115	7115
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.53	1.48
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.50	
GEMBUR			
Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (gram)	A	14780.9	14130.5
Berat Bejana (gram)	B	4695	4695
Berat Agregat (gram)	C=A - B	10085.90	9435.50
Volume Bejana (cm ³)	D	7115	7115
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.42	1.33
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.37	

4.3.4 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air terhadap agregat halus ini dilakukan berdasarkan ketentuan pada SNI 03-1971-1990 yaitu tentang perhitungan kadar air agregat yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar perbandingan antara berat air terhadap berat kering butir pasir dengan menentukan besarnya kadar air agregat pada saat pengeringan. Pengujian ini berfungsi sebagai koreksi terhadap kuat tekan beton apabila terjadi kalor kelembaban pada beton.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

No Sampel Benda Uji	I	II	III	IV
Berat Cawan (gr)	8.300	7.890	8.470	8.450
Berat Sampel + Cawan (gr)	37.560	29.590	30.790	32.430
Berat Sampel A (gr)	29.260	21.970	22.320	23.998
Berat Sampel Kering + Cawan (gr)	34.54	27.72	28.69	30.23
Berat Sampel Kering B (gr)	26.240	19.830	20.220	21.780
Kadar air $\frac{(A-B)}{B} \times 100 \%$	11.509	9.430	10.386	10.101
Kadar air rata-rata (%)	10.357 %			

4.3.5 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian ini disesuaikan dengan aturan pada SNI 03-1753-1990 tentang Penentuan Butir Halus Mudah Pecah dan Gumpalan - Gumpalan Lempung dalam agregat halus. Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui banyaknya lumpur yang dikandung oleh agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan pengisi adukan beton. Lumpur adalah bagian - bagian yang dapat melalui saringan dengan ukuran 0,063 mm. Menurut buku PBI 1971, kadar lumpur yang diijinkan dan dapat digunakan yang terkandung dalam agregat halus adalah tidak melampaui 5 %, jika

syarat ini dilampaui, maka agregat halus ini harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Nomor Contoh		I	II	III
Berat benda uji sebelum dicuci, kering oven (gram)	W_1	530	525	515
Berrat benda uji setelah dicuci tertahan No. 200, kering oven (gram)	W_2	517	506	494
Kadar lclous ayakan No.200 (%)	$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$	2.453	3.619	4.078
		3.383		

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Cara Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990		
	No 4 (4,75 mm)		4,47	%
	No 8 (2,36 mm)		6,5	%
	No 16 (1,18 mm)		16,5	%
	No 40 (0,16 mm)		84,16	%
	No 100 (0,15 mm)		24,5	%
	No 200 (0,075) mm		17	%
2	Modulus Kehalusan		3.47	
3	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	2,413	Gr
	Penyerapan		1,24	%
4	Berat Isi	SNI 03-3637-1994	1,435	gr/cm ³
5	Kadar Air	SNI 03-1971-1990	10.357	%
6	Kadar Lumpur	SNI 03-1753-1990	3.383	%

Hasil pengujian analisa saringan agregat halus hasil yang didapat dalam nilai modulus kehalusan agregat adalah sebesar 3.310. Agregat tersebut tidak memenuhi syarat modulus kehalusan yang berkisar antara 2.3 sampai 3.1, karena nilai modulus kehalusan agregat halus ini lebih besar dari 3.1 maka agregat halus tersebut harus ditambahkan agregat yang lebih halus lagi karena agregat halus tersebut terlalu kasar seperti yang diisyaratkan sehingga mencapai modulus kehalusan yang sesuai aturan.

Menurut buku PBI 1971 Bab 3.3.5 agregat halus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam Bab 3.5(1), harus memenuhi syarat - syarat sebagai berikut:

1. Sisa diatas ayakan No. 4 (4.75 mm), minimum 2 % dan dari hasil pengujian didapat nilai 4,47 %, dari hasil tersebut agregat halus dinyatakan memenuhi syarat.
2. Sisa diatas ayakan No. 16 (1.18 mm), minimum 10 % dari hasil pengujian analisa saringan didapat hasil 16,5 %, dan agregat halus dinyatakan memenuhi syarat.
3. Sisa diatas ayakan No. 30 (0.30 mm), minimum 80 - 90 % dari hasil pengujian yang didapat dari ayakan No. 40 (0.16 mm) yaitu 84,16 %, dari hasil tersebut agregat halus dinyatakan tidak memenuhi syarat.

Dari hasil pengujian berat jenis (*bulk specific gravity*) untuk agregat halus didapat hasil 2.413 gr, agregat halus tersebut memenuhi syarat berat jenis yang berkisar antara 2.4 sampai 2.9 gr. Pengujian terhadap kadar lumpur agregat halus diperoleh dengan hasil 3.383%, berarti agregat halus tersebut harus dicuci terlebih dahulu karena kadar lumpurnya lebih kecil dari kadar lumpur agregat halus yang diijinkan yaitu lebih kecil dari 1 % sehingga dapat langsung digunakan.

4.4 Rencana Campuran Beton

Setelah pengujian terhadap karakteristik bahan - bahan campuran beton dilakukan, kemudian tahap berikutnya adalah dengan membuat rencana campuran beton (*mix design concrete*). Rencana campuran tersebut menggunakan variasi perbandingan jumlah semen. Sehingga pada penelitian ini tidak menggunakan rencana mutu campuran untuk kuat tekan beton. Karena penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mencari kuat tekan karakteristik akibat penambahan jumlah semen.

Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat halus yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan agregat kasar yang lolos saringan ¾” (19,00 mm) namun tertahan pada saringan no. 4 (4,75 mm). Dengan menggunakan beberapa perbandingan campuran beton dan penambahan zat aditif SikaCim, penulis membuat rencana campuran beton sebanyak 6 jenis campuran dengan rincian sebagai berikut:

1. Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
2. Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
3. Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3

Jumlah sampel benda uji beton yang akan dibuat dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.14 Rencana Jumlah Sampel Beton

No	Rencana Campuran	Jenis Pengujian	Dimensi Benda Uji	Jumlah Benda Uji		Total
				Umur 7 Hari	Umur 28 Hari	
1	2 : 2 : 3	Kuat Tekan Dan Kedap Air	15 x 30 cm	2	2	2
2	2,5 : 2 : 3	Kuat Tekan Dan Kedap Air	15 x 30 cm	2	2	2
3	2,75 : 2 : 3	Kuat Tekan Dan Kedap Air	15 x 30 cm	2	2	2
	JUMLAH			6	6	12

4.5 Perhitungan Rencana Campuran Beton

Berdasarkan hasil pengujian bahan yang dilakukan terhadap material campuran beton di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana diperoleh data sebagai berikut yaitu:

4.5.1 Agregat Kasar

DA_{maks}	= 19,00 mm	Diameter agregat kasar maksimal
$Bulk_{agg}$	= 2.41 kg/m ³	Berat jenis (<i>bulk specific gravity</i>)
agg	= 3,48 %	Penyerapan air (<i>water absorption</i>)
Dry_{rm}	= 1,37 gr/cm ³	Berat isi (<i>dry roded mass</i>)

4.5.2 Agregat Halus

$Bulk_{agg}$	= 2.413 kg/m ³	Berat jenis (<i>bulk specific gravity</i>)
agg	= 1,24 %	Penyerapan air (<i>water absorption</i>)
Dry_{rm}	= 1,435 gr/cm ³	Berat isi (<i>dry roded mass</i>)

4.5.3 Semen Tipe I

SG	= 3,15	Berat jenis (<i>specific gravity</i>)
----	--------	-----------------------------------------

4.5.4 Perhitungan

Untuk mengetahui berapa banyak kebutuhan bahan material beton yang akan yang diperlukan untuk digunakan dalam penelitian ini, sebaiknya terlebih dahulu dilakukan analisa volume kebutuhan semen, pasir, splite dan air. Analisa tersebut dapat dimulai dengan menghitung volume benda silinder beton, yaitu: $3,14 \times 7,5 \times 7,5 \times 30 = 5,299 \text{ cm}^3$, kemudian dirubah ke dalam satuan meter kubik = $0,00529 \text{ m}^3$. Jadi volume satu buah silinder ialah sebesar $0,00529 \text{ m}^3$ beton.

Setelah hasil perhitungan volume silinder didapat, kebutuhan jumlah air dalam sebuah volume silinder dapat dihitung dengan mengacu pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.15 *Perkiraan Air Campuran Dan Persyaratan Kandungan Udara Untuk Berbagai Slump Dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum*

Slump (cm)	Air yang diperlukan tiap m ³ adukan beton (ltr/kg)							
	9,6	12,5	19,6	25	38,1	50	76,2	150
Beton biasa (<i>non-air entrained</i>)								
2,5 – 5,0	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5 – 10,0	228	216	205	193	181	169	145	124
15,0 – 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-

Kira-kira udara terperangkap (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Beton Bergelembung Udara (<i>air entrained</i>)								
2,5 – 5,0	181	175	168	160	150	142	122	107
7,5 – 10,0	202	193	184	175	165	157	133	119
15,0 – 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-
Kira-kira udara terperangkap (%)	8	7	6	5	4,5	4	3,5	3

Menurut dari hasil data yang didapat dari pengujian agregat yang telah dilakukan dalam penelitian ini, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 19 mm dengan jenis beton yang akan dibuat adalah beton biasa. Jadi, berdasarkan tabel diatas jumlah kebutuhan air per 1 m³ beton adalah 205 kg air, dengan jenis beton biasa tidak perlu rongga udara (*non air entrained*) dan nilai slump diperkirakan berkisar antara 7,5 hingga 10 cm.

1. Pembuatan Sampel Benda Uji 1

Perbandingan Komposisi Campuran Beton (Beton Normal)

2 Semen : 2 Pasir : 3 Splite

$$\text{Semen} = (2/7) \times 0,005299 = 0,001514 \text{ m}^3$$

$$\text{Pasir} = (2/7) \times 0,005299 = 0,001514 \text{ m}^3$$

$$\text{Splite} = (3/7) \times 0,005299 = 0,002271 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan semen = $0,001514 \text{ m}^3 \times 3.150 \text{ kg/m}^3 = 4,769 \text{ Kg}$
- Kebutuhan pasir = $0,001514 \text{ m}^3 \times 2.631 \text{ kg/m}^3 = 3,983 \text{ Kg}$
- Kebutuhan splite = $0,002271 \text{ m}^3 \times 2.350 \text{ kg/m}^3 = 5,337 \text{ Kg}$
- Kebutuhan air = $0,005299 \text{ m}^3 \times 205 \text{ kg} = 10,86 \text{ Kg}$
= 15, 175 Kg

2. Pembuatan Sampel Benda Uji 2

Perbandingan Komposisi Campuran Beton (Beton Normal)

2,5 Semen : 2 Pasir : 3 Splite

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= (2,5/7,5) \times 0,005299 = 0,001766 \text{ m}^3 \\ \text{Pasir} &= (2,0/7,5) \times 0,005299 = 0,001413 \text{ m}^3 \\ \text{Splite} &= (3,0/7,5) \times 0,005299 = 0,002120 \text{ m}^3 \\ &\bullet \text{ Kebutuhan semen} = 0,001766 \text{ m}^3 \times 3.150 \text{ kg/m}^3 = 5,564 \text{ Kg} \\ &\bullet \text{ Kebutuhan pasir} = 0,001413 \text{ m}^3 \times 2.631 \text{ kg/m}^3 = 3,718 \text{ Kg} \\ &\bullet \text{ Kebutuhan splite} = 0,002120 \text{ m}^3 \times 2.360 \text{ kg/m}^3 = 4,981 \text{ Kg} \\ &\bullet \text{ Kebutuhan air} = 0,005299 \text{ m}^3 \times 205 \text{ kg} = 1,086 \text{ Kg} \\ &= 15, 348 \text{ Kg} \end{aligned}$$

3. Pembuatan Sampel Benda Uji 3

Perbandingan Komposisi Campuran Beton (Beton Normal)

2,75 Semen : 2 Pasir : 3 Splite

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= (2,75/7,75) \times 0,005299 = 0,001880 \text{ m}^3 \\ \text{Pasir} &= (2,0/7,75) \times 0,005299 = 0,001367 \text{ m}^3 \\ \text{Splite} &= (3,0/7,75) \times 0,005299 = 0,002051 \text{ m}^3 \\ &\bullet \text{ Kebutuhan semen} = 0,001880 \text{ m}^3 \times 3.150 \text{ kg/m}^3 = 5,923 \text{ Kg} \\ &\bullet \text{ Kebutuhan pasir} = 0,001367 \text{ m}^3 \times 2.631 \text{ kg/m}^3 = 3,598 \text{ Kg} \\ &\bullet \text{ Kebutuhan splite} = 0,002051 \text{ m}^3 \times 2.350 \text{ kg/m}^3 = 4,820 \text{ Kg} \\ &\bullet \text{ Kebutuhan air} = 0,005299 \text{ m}^3 \times 205 \text{ kg} = 1,086 \text{ Kg} \\ &= 15, 427 \text{ Kg} \end{aligned}$$

4.6 Pelaksanaan Campuran Beton

Setelah tahap perhitungan rencana campuran beton selesai, kemudian tahap selanjutnya adalah pelaksanaan campuran beton. Pada penelitian ini, proses pencampuran beton dilaksanakan dengan cara manual yaitu dengan menggunakan alat - alat pencampur manual dan dilakukan oleh peneliti sendiri. Tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil yang optimal. Lamanya waktu pencampuran berkisar antara 5 sampai 10 menit atau sampai adukan beton benar - benar tercampur secara merata.

Pelaksanaan pencampuran ini dilakukan untuk seluruh rencana campuran. Berikut ini adalah gambar campuran pada saat proses pencampuran bahan - bahan utama beton.



Gambar 4.5 Pencampuran Beton Normal Secara Manual

4.7 Pengujian Slump Beton

Pengujian slump beton dapat dilakukan setelah pencampuran beton selesai dilaksanakan. Dengan mengacu kepada SNI 03-1972-1990 yaitu tentang cara uji slump beton. Hasil pengujian slump pada masing - masing perbandingan campuran pada penelitian ini dapat dilihat melalui tabel dibawah ini.

4.16 Tabel Hasil Pengujian Slump Pada Masing - Masing Campuran

Benda Uji	Slump	Keterangan
2 : 2 : 3	95	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
2 : 2 : 3	95	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
2,5 : 2 : 3	90	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
2,5 : 2 : 3	90	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
2,75 : 2 : 3	88	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3
2,75 : 2 : 3	88	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3

Slump yang direncanakan pada berbagai macam komposisi perbandingan dalam penelitian ini adalah sama yaitu sebesar 75 - 100 mm. Dari hasil pengukuran slump beton diketahui bahwa perbandingan campuran beton normal yaitu campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3 didapat nilai slump 95 mm, campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3 didapat nilai slump 90 mm, campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3 didapat nilai slump 88 mm. Berikut adalah gambar pelaksanaan pengujian slump.



Gambar 4.6 Pengujian Slump Beton

4.8 Pengecoran Dan Pematatan

Pengecoran dan pematatan beton dapat dilakukan setelah proses pengujian slump selesai dilaksanakan. Pengecoran beton dilakukan yaitu dengan cara memasukan beton segar ke dalam cetakan silinder dengan dimensi 15 cm x 30 cm kemudian dipadatkan dengan besi pematat dengan cara ditusuk - tusuk dan di getarkan dengan cara memukul - mukul cetakan dengan menggunakan palu karet.



Gambar 4.7 Cetakan Beton Silinder 15 x 30 cm

Setelah proses pengecoran dan pematatan selesai, kemudian ratakan permukaan atas beton hingga air semen naik keatas permukaan dan membuat permukaan beton menjadi halus. Kemudian cetakan silinder tersebut disimpan dan baru bisa dibuka setelah 24 jam.



Gambar 4.8 Campuran Beton Setelah Dipadatkan Dan Diratakan

4.9 Perawatan Beton

Setelah benda uji beton dilepaskan dari cetakan silinder, langkah selanjutnya adalah melakukan proses perawatan beton dengan cara merendam beton didalam air selama waktu tertentu. Dalam penelitian ini benda uji silinder akan di tes pada umur 7 dan 28 hari. Oleh karena itu, proses perawatan atau perendaman beton dilakukan selama 7 dan 28 hari.

Proses perawatan beton dilakukan dengan tujuan untuk menghindari terjadinya proses hidrasi semen secara berlebihan yang bisa mengakibatkan beton menjadi retak. Proses hidrasi semen terjadi ketika semen mulai tercampur dengan air sampai menghasilkan pasta yang plastis dan mudah dikerjakan. Pada proses pengerasan semen setelah semen menjadi pasta dikenal dengan waktu pengerasan awal hingga tercapai waktu pengerasan akhir hingga semen benar - benar mengeras dan tidak berubah.

4.10 Pengujian Kedap Air Beton

Setelah melalui proses perawatan, benda uji tersebut di masukan kedalam oven dengan suhu 105° dengan waktu selama kurang lebih 12 jam agar berat benda uji dalam keadaan benar- benar kering. Setelah proses pengeringan selesai, benda uji tersebut harus di rendam kembali selama 24 jam untuk mengetahui kekedapannya, kemudian setelah itu benda uji di timbang kembali, penimbangan itu dilakukan agar dapat terlihat kekedapan benda uji pada masing masing campuran. Berikut adalah hasil pengujian kekedapan pada masing – masing campuran.

Pengujian berat sampel beton kering dilakukan setelah proses perawatan beton (perendaman dalam air) dilakukan. Berat sampel benda uji ditimbang sebelum

dilakukan pengujian kuat tekan beton. Berikut adalah hasil Pengujian berat sampel beton kering pada umur 7 dan 28 hari.

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kekedapan Beton Pada Umur 7 Hari

No.	Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	umur	Keterangan	Serap di permukaan selama 6-7 jam (kg)	Resapan Air (%)	Kekedapan (%)
1	2 : 2 : 3	11.65	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3	12.1	6.4378	93.56223
2	2,5 : 2 : 3	11.58	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3	12.3	6.2176	93.78238
3	2,75 : 2 : 3	11.51	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3	12.2	5.7192	94.28075

Dari data hasil pengujian kekedapan beton pada umur 7 hari didapat resapan air sebagai berikut campuran 2:2:3 6,437%, campuran 2,5:2:3 6,217% dan campuran 2,75:2:3 adalah 5,7192%.

Beton Normal perbandingan campuran 2 : 2 : 3 umur 7 hari

$$\text{Serapan Air} = 12,4 - 11,65 / 11,65 \times 100 \% = 6,437 \%$$

Beton Normal perbandingan 2,5 : 2 : 3 umur 7 hari

$$\text{Serapan Air} = 12,3 - 11,58 / 11,58 \times 100 \% = 6,217 \%$$

Beton Normal perbandingan 2,75 : 2 : 3 umur 7 hari

$$\text{Serapan Air} = 12,2 - 11,54 / 11,54 \times 100 \% = 5,719 \%$$

Grafik 4.3 Kedap Air Umur 7 Hari



Tabel 4.18 Hasil Pengujian kekedapan Beton Pada Umur 28 Hari

No.	Benda Uji	Derat Benda Uji	umur	Keterangan	rendem selama b - /	Resapan Air (%)	Kekedapan (%)
1	2:2:3	11,42	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2:2:3	11,0	4,2031524	95,79665
3	2,5:2:3	11,36	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,5:2:3	11,8	3,8732394	96,12676
5	2,75:2:3	11,34	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,75:2:3	11,7	3,1746032	96,8254

Dari data hasil pengujian kekedapan beton pada umur 28 hari didapat resapan air sebagai berikut campuran 2:2:3 4,203%, campuran 2,5:2:3 3,873% dan campuran 2,75:2:3 adalah 3,1746%

Beton Normal perbandingan campuran 2 : 2 : 3 umur 28 hari

$$\text{Serapan Air} = 11,9 - 11,42 / 11,42 \times 100 \% = 4,203 \%$$

Beton Normal perbandingan 2,5 : 2 : 3 umur 28 hari

$$\text{Serapan Air} = 11,8 - 11,36 / 11,36 \times 100 \% = 3,873 \%$$

Beton Normal perbandingan 2,75 : 2 : 3 umur 28 hari

$$\text{Serapan Air} = 11,7 - 11,34 / 11,34 \times 100 \% = 3,174 \%$$

Grafik 4.4 Kedap Air Umur 28 Hari



4.11 Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah pengujian berat isi beton kering dilaksanakan, kemudian langkah selanjutnya adalah pengujian kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap benda uji silinder pada masing - masing umur beton yaitu umur 7 dan 28 hari masa perendaman beton.



Gambar 4.9 Alat *Compression Testing Machine*

Pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini menggunakan alat yang bernama *Compression Testing Machine* yang ada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Sangga Buana Bandung dengan kapasitas pengujian hingga 2000 KN. Berikut adalah contoh gambar penunjukan jarum dial pada *Compression Testing Machine* yang dilakukan pada benda uji dengan perbandingan campuran 2 : 2 : 3.



Gambar 4.10 Penunjukan Jarum Dial Pada Alat Uji Kuat Tekan

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara yang sederhana yaitu dengan cara membagi berat beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda uji yang dikeluarkan oleh mesin uji kuat tekan dibagi dengan luas penampang dari masing - masing benda uji tersebut baik kubus ataupun silinder.

Berikut adalah data hasil pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini berdasarkan beban yang dapat dipikul oleh masing - masing benda uji pada umur 7 hari.

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Berdasarkan Beban Yang Mampu Dipikul Benda Uji Pada Umur 7 Hari

No.	Derda Uji	Tanggal Cor	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (cm)	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f _{ck} (N/mm ²) (Mpa)	f _{ck} (kg/cm ²)
1	2 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.67	95	17662.5	400000	22.647	235.472
2	2,5 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.48	90	17662.5	420000	23.7792	247.245
3	2,75 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.66	88	17662.5	430000	24.3454	253.137

Sedangkan data hasil pengujian kuat tekan beton berdasarkan beban yang dapat dipikul oleh masing - masing benda uji pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Berdasarkan Beban Yang Mampu Dipikul Benda Uji Pada Umur 28 Hari

No	Identifikasi benda uji	Tanggal Cor	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (cm)	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f _c (N/mm ²) (Mpa)	f _{ck} (kg/cm ²)
1	2 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.38	95	17662.5	600000	33.9703	353.208
2	2,5 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.46	90	17662.5	640000	36.235	375.755
3	2,75 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.44	88	17662.5	660000	37.3673	388.529

4.12 Perhitungan Kuat Tekan

Untuk menghitung kuat tekan beton dari hasil pembebanan benda uji, bisa digunakan rumus Kuat tekan adalah Beban maksimum dibagi Luas penampang benda uji (Kuat tekan = P/A). Langkah pertama adalah menghitung luas penampang benda uji dengan menggunakan rumus:

$$\text{Luas penampang Silinder} = 3,14 \times r^2$$

$$\text{Luas penampang} = 3,14 \times 7,5 \times 7,5 = 176,63 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan hasil pengujian pada masing – masing benda uji pada umur 7 hari dapat di hitung sebagai berikut:

1. Perhitungan kuat tekan pada umur 7 hari dengan campuran 2 : 2 : 3 adalah
 $f'_{ck} = 400000 \text{ N} / 17666 \text{ mm} = 22,647 \text{ Mpa}.$
2. Perhitungan kuat tekan pada umur 7 hari dengan campuran 2,5 : 2 : 3 adalah
 $f'_{ck} = 420000 \text{ N} / 17666 \text{ mm} = 23,779 \text{ Mpa}.$
3. Perhitungan kuat tekan pada umur 7 hari dengan campuran 2,7,5 : 2 : 3 adalah
 $f'_{ck} = 430000 \text{ N} / 17666 \text{ mm} = 24,345 \text{ Mpa}$

Berdasarkan hasil pengujian pada masing – masing benda uji pada umur 28 hari dapat di hitung sebagai berikut:

1. Perhitungan kuat tekan pada umur 28 hari dengan campuran 2 : 2 : 3 adalah
 $f'_{ck} = 600000 \text{ N} / 17666 \text{ mm} = 33,970 \text{ Mpa}.$
2. Perhitungan kuat tekan pada umur 28 hari dengan campuran 2,5 : 2 : 3 adalah
 $f'_{ck} = 640000 \text{ N} / 17666 \text{ mm} = 36,235 \text{ Mpa}.$
3. Perhitungan kuat tekan pada umur 7 hari dengan campuran 2,7,5 : 2 : 3 adalah
 $f'_{ck} = 660000 \text{ N} / 17666 \text{ mm} = 37,367 \text{ Mpa}$

Grafik 4.5 Uji Kuat Tekan Beton 7 Hari



Grafik 4.6 Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 hari



Grafik 4.7 Perbandingan Uji Kuat Tekan 7 Hari dan 28 Hari



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dan Analisa yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Hasil resapan dari perbandingan beton normal 2 : 2 : 3 umur 7 hari adalah 6,437 % dengan nilai kedap 93,562 %.
- Hasil resapan dari perbandingan beton normal 2,5 : 2 : 3 umur 7 hari adalah 6,217 % dengan nilai kedap 93,782 %.
- Hasil resapan dari perbandingan beton normal 2,75 : 2 : 3 umur 7 hari adalah 5,719 % dengan nilai kedap 94,280 %.
- Hasil resapan dari perbandingan beton normal 2 : 2 : 3 umur 28 hari adalah 4,203 % dengan nilai kedap 95,796%.
- Hasil resapan dari perbandingan beton normal 2,5 : 2 : 3 umur 28 hari adalah 3,873 % dengan nilai kedap 96,126 %.
- Hasil resapan dari perbandingan beton normal 2,75 : 2 : 3 umur 28 hari adalah 3,174 % dengan nilai kedap 96,825 %.
- Hasil kuat tekan beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3 umur 7 hari adalah 22,647 Mpa.
- Hasil kuat tekan beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3 umur 7 hari adalah 23,779 Mpa.
- Hasil Kuat tekan beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3 umur 7 hari adalah 24,345 Mpa.
- Hasil kuat tekan beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3 umur 28 hari adalah 33,870 Mpa.
- Hasil kuat tekan beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3 umur 28 hari adalah 36,235 Mpa.
- Hasil Kuat tekan beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3 umur 28 hari adalah 37,367 Mpa.
- Semakin banyak komposisi campuran semen maka semakin kecil resapan air dan beton semakin kedap terhadap air. Menurut SK SNI S -36-1990-03 nilai kedap air jika di rendam selama 24 jam, resapan (absorbs) maksimum 6,5 % terhadap berat beton kering oven.

- Dan hasil pengujian kuat tekan semakin besar campuran semen maka semakin besar yang di hasil kan kuat tekan benda uji tersebut.

No.	Benda Uji	Tanggal Cor	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (cm)	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f'c (N/mm ²) (Mpa)	f'ck (kg/cm ²)
1	2 : 2 : 3	12/02/2018	12/09/2018	7	11,67	95	17662,5	400000	22,647	235,4718
2	2,5 : 2 : 3	12/02/2018	12/09/2018	7	11,48	90	17662,5	420000	23,77919	247,2454
3	2,75 : 2 : 3	12/02/2018	12/09/2018	7	11,66	88	17662,5	430000	24,34536	253,1322

DAFTAR PUSTAKA

- , SK SNI M-02-1990-F, *Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- , SK SNI M-08-1989-F, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- , SK SNI M-10-1989-F, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- , SK SNI M-09-1989-F, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- , SK SNI M-106-1990-03, *Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- , SK SNI M-11-1989-F, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- , SK SNI M-12-1989-F, *Pengujian Slump Beton*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- , SK SNI M-14-1989-F, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- , SK SNI M-60-1990-03, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Amirudin.,Nursyafril. ***Pedoman Konstruksi Beton***. Edisi Pertama, Bandung: PEDC, 1982

ASTM C.33 - 02a, ***Standard Specification for Concrete Aggregates***, Annual Books of ASTM Standards ,USA, 2002.

ASTM C.1240 - 01, ***Standar Specification for Use of Silica Fume as a Mineral Admixture in Hydraulic Cement Concrete and Mortar***, Annual Books of ASTM Standards ,USA, 2002.

ASTM C.1585 - 04, ***Standar Test Method For Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes***, Annual Books of ASTM Standards ,USA, 2002.

Departemen Pekerjaan Umum, ***Pedoman Beton 1989***. SKBI.-1.4.53.1989 (Draft Konsensus), Jakarta: DPU- Badan Penelitian dan Pembangunan PU, 1989.

Departemen Pekerjaan Umum. LPMB, ***Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal***. SK SNI T-15-1990-03.

Foster, Stephen W, ***Recycled Concrete As Aggregate***, Concrete International, Amerika. Oktober 1986.

Mulyono, Ir. Tri M.T , ***Teknologi Beton***, Penerbit Andi Yogyakarta, Yogyakarta. Oktober 2003.

Murdock, L.J.,L.M.Brock, dan Stephanus Hendarko, ***Bahan dan Praktek Beton***. Jakarta: Erlangga,1991.

Nawy., Edward. G., ***Reinforce Concrete a Fundamental Approach Tarjemahan***, Cetakan Pertama, Bandung: PT. Eresco, 1990

Neville,A,M, dan Books, J,J, Concrete ***Teknologi, Longman Scientific & Technical***, New York,1987.

Nugraha, Paul, 2007, ***Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke beton Kinerja Tinggi***, Andi Publisher, Yogyakarta.

Purwanto, Ir, Jurnal dengan judul ***Mix Design Beton Cara ACI dan DOE***, Jurusan Sipil Universitas Diponegoro, Semarang. 1994.

Purwono, L.A., dan Nurhidayati, S., 2007, ***Tinjauan Eksperimental Kuat Tekan Beton Dengan Campuran Limbah Slag***, Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.

S.K, Prof.Ir. Sidharta, dkk, ***Struktur Beton***, Penerbit Universitas Semarang, Semarang. Maret 1999.

Samekto, Dr. Wuryati, M.Pd dan Candra Rahmadiyanto, ***Teknologi Beton***, Penerbit kanisius, Yogyakarta. 2001.

SII.0052-80, ***Mutu dan Cara Uji Agregat Beton***, 1981.

LAMPIRAN – LAMPIRAN



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

RENCANA BENDA UJI

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 28 November 2018

No.	Rencana Campuran	Jenis Pengujian		Dimensi Benda Uji	Jumlah Benda Uji Pada Umur		
					7 Hr	28 Hr	Total
1	2 : 2 : 3	Kuat tekan	Kedap Air	15x30 cm	1	1	2
2	2 : 2 : 3	Kuat tekan	Kedap Air	15x30 cm	1	1	2
3	2,5 : 2 : 3	Kuat tekan	Kedap Air	15x30 cm	1	1	2
4	2,5 : 2 : 3	Kuat tekan	Kedap Air	15x30 cm	1	1	2
5	2,75 : 2 : 3	Kuat tekan	Kedap Air	15x30 cm	1	1	2
6	2,75 : 2 : 3	Kuat tekan	Kedap Air	15x30 cm	1	1	2
Jumlah Total					6	6	12

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PERBANDINGAN ISI DARI BENDA UJI

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 28 November 2018

Kandungan & Umur Beton	2 : 2 : 3		2,5 : 2 : 3		2,75 : 2 : 3	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
Semen (kg)	4.769	4.769	5.564	5.564	5.923	5.923
Pasir (kg)	3.983	3.983	3.718	3.718	3.598	3.598
Kerikil (kg)	5.337	5.337	4.981	4.981	4.82	4.82

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN AGREGAT KASAR

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018

Sampel Benda Uji	Keterangan	Hasil Pengujian
Berat benda uji	B_k	2985
Berat benda uji kering permukaan jenuh	B_j	3089
Berat benda uji di dalam air	B_a	1832.6
Berat Jenis (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.375835721
Berat Jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.458611907
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.590246442
Penyerapan	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	3.48%

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN AGREGAT KASAR

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018

Sampel Benda Uji	Keterangan	Hasil Pengujian
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	500 gr	500
Berat benda uji kering oven	Bk	493.9
Berat piknometer diisi air (25 ⁰ C)	B	2175.6
Berat pik + benda uji (SSD) + air (25 ⁰ C)	Bt	2470.9
Berat Jenis (<i>Bulk</i>)	$\frac{Bk}{(B+500-Bt)}$	2.413
Berat Jenis kering permukaan jenuh	$\frac{500}{(B + 500 - Bt)}$	2.443
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$	2.487
Penyerapan air (%)	$((Bj-Bk)/Bk) \times 100$	1.24

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN AGREGAT KASAR

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018

PADAT			
Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (gram)	A	15588.6	15193.3
Berat Bejana (gram)	B	4695	4695
Berat Agregat (gram)	$C=A - B$	10893.6	10498.3
Volume Bejana (cm ³)	D	7115	7115
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.53	1.48
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.50	
GEMBUR			
Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (gram)	A	14780.9	14130.5
Berat Bejana (gram)	B	4695	4695
Berat Agregat (gram)	$C=A - B$	10085.90	9435.50
Volume Bejana (cm ³)	D	7115	7115
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.42	1.33
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.37	

Mengetahui :

Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN AGREGAT KASAR KADAR LUMPUR

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018

Nomor Contoh		I	II	III
Berat benda uji sebeforem dicuci, kering oven (gram)	W_1	2427	2419	2420
Berrat benda uji setelah dicuci tertahan No. 200, kering oven (gram)	W_2	2411	2387	2401
Kadar lolos ayakan No.200 (%)	$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$	0.66	1.32	0.79
		0.92		

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
 Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN GRADASI AGREGAT KASAR

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
 Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
 NPM : B1021313RB5103
 Tanggal : 29 November 2018

Ukuran ayakan (mm)	Tertahan Berat (gram)		Prosen (%)			Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)	SPEK. ASTM C.33 20 mm	
	I	II	I	II	Rata-Rata			Min.	Maks.
37.5	0	0	0	0	0	0	100.00	100	100
19	49	270	0.40	2.21	1.30	1.30	98.70	90	100
9.5	9715	3795	79.40	31.02	55.21	56.52	43.48	20	55
4.75	1912	7567	15.63	61.85	38.74	95.26	4.74	0	10
2.36	260	189	2.13	1.54	1.83	97.09	2.91		
1.18	62	68	0.51	0.56	0.53	97.62	2.38		
0.6	43	61	0.35	0.50	0.43	98.05	1.95		
0.3	54	52	0.44	0.43	0.43	98.48	1.52		
0.15	32	68	0.26	0.56	0.41	98.89	1.11		
0.075	108	164	0.88	1.34	1.11	100.00	0.00		
Jumlah	12235	12234	100	100	100	743.201	0		
FM						6.432			

Mengetahui :
 Asisten Laboratorium

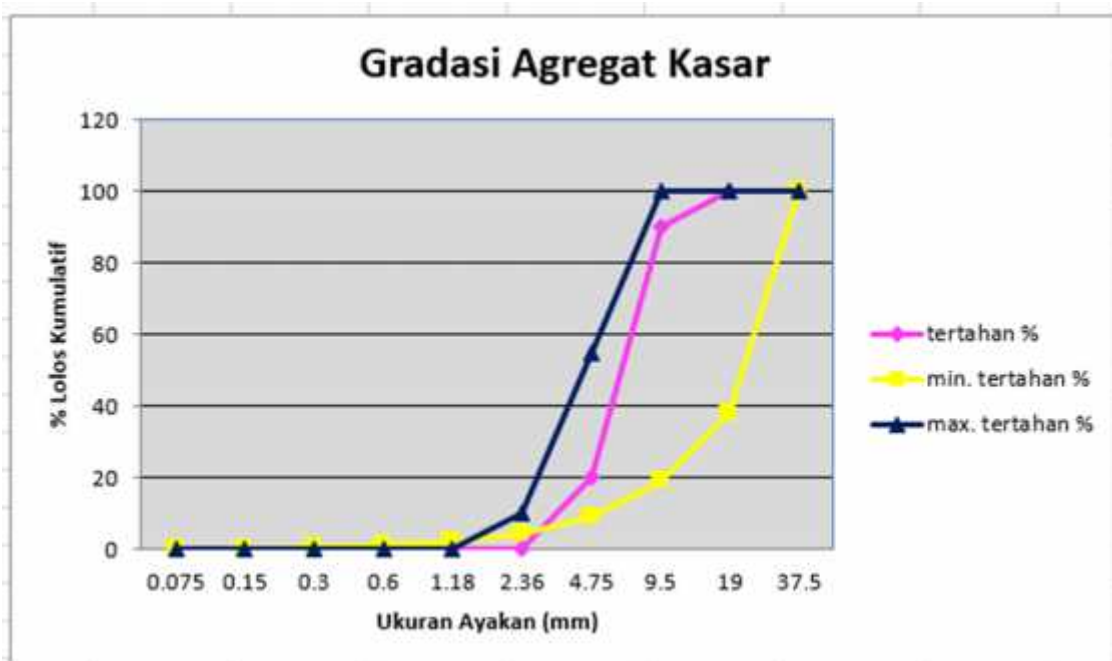
Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

GRAFIK GRADASI AGREGAT KASAR

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018



Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018

PADAT			
Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (gram)	A	7313	7214.5
Berat Bejana (gram)	B	2701	2701
Berat Agregat (gram)	$C=A - B$	4612	4513.5
Volume Bejana (cm ³)	D	2642	2642
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.75	1.71
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.73	

GEMBUR			
Nomor Benda Uji		I	II
Berat Bejana + Agregat (gram)	A	6798	6895
Berat Bejana (gram)	B	2701	2701
Berat Agregat (gram)	$C=A - B$	4097	4194
Volume Bejana (cm ³)	D	2642	2642
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.55	1.59
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.57	

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018

Nomor Contoh		I	II	III
Berat benda uji sebelum dicuci, kering oven (gram)	W_1	530	525	515
Berrat benda uji setelah dicuci tertahan No. 200, kering oven (gram)	W_2	517	506	494
Kadar lolos ayakan No.200 (%)	$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$	2.453	3.619	4.078
		3.383		

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
 UNIVERSITAS SANGGA BUANA
 YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
 Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
 Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
 NPM : B1021313RB5103
 Tanggal : 29 November 2018

Ukuran Ayakan (mm)	Tertahan					Kumulatif		SPEK. ASTM C.33 AGREGAT HALUS	
	Berat (gram)		Prosen (%)			Tertahan (%)	Lolos (%)	Min.	Maks.
	I	II	I	II	Rata-Rata				
9.5	0	0	0	0	0	0	100	100	100
4.75	38.5	30.9	7	6	6.5	6.5	93.5	95	100
2.36	99	77.25	18	15	16.5	23	77	80	100
1.18	159.5	133.9	29	26	27.5	50.5	49.5	50	85
0.6	143	118.45	26	23	24.5	75	25	25	60
0.3	71.5	108.15	13	21	17	92	8	10	30
0.15	38.5	46.35	7	9	8	100	0	2	10
0.075	0	0	0	0	0	0	0		
Jumlah	550	515	100	100	100	347			
FM						3.47		3.38	2.15

Mengetahui :
 Asisten Laboratorium

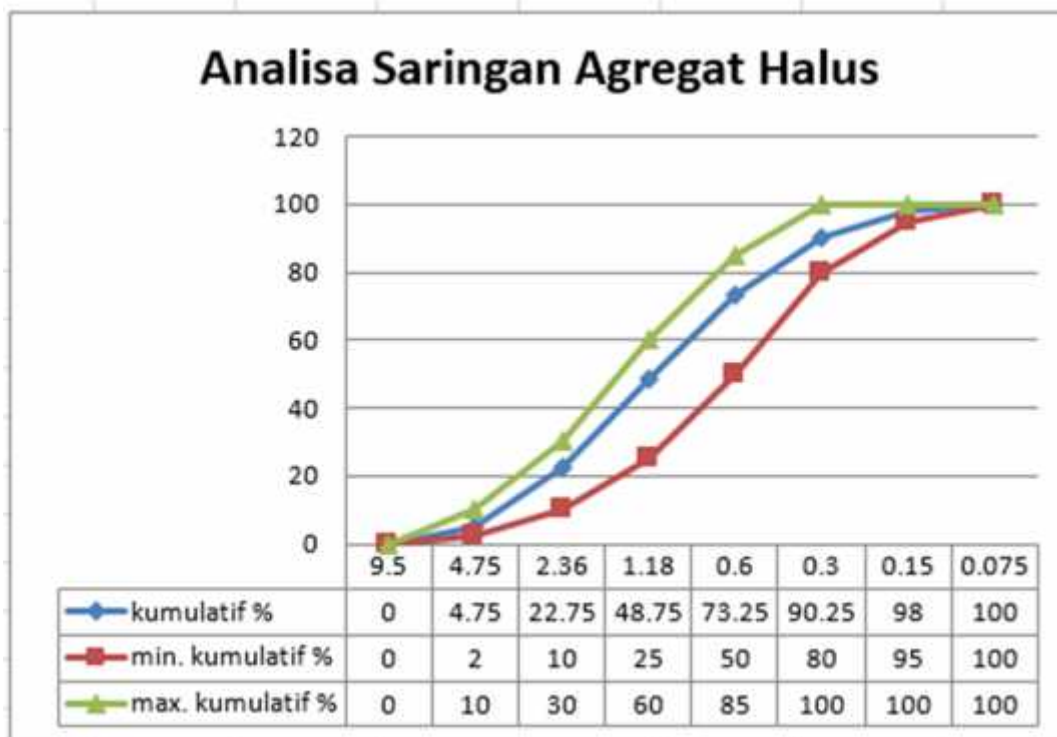
Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018



Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN SLUMP

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 1 Desember 2018

Benda Uji	Slump	Keterangan
2 : 2 : 3	95	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
2 : 2 : 3	95	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
2,5 : 2 : 3	90	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
2,5 : 2 : 3	90	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
2,75 : 2 : 3	88	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3
2,75 : 2 : 3	88	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN BERAT BENDA UJI

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 November 2018

Berat 7			
No.	Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Keterangan
1	2 : 2 : 3	11.65	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
2	2 : 2 : 3	11.67	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
3	2,5 : 2 : 3	11.58	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
4	2,5 : 2 : 3	11.48	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
5	2,75 : 2 : 3	11.54	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3
6	2,75 : 2 : 3	11.66	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3
Berat 28 hari			
No.	Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Keterangan
1	2 : 2 : 3	11.42	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
2	2 : 2 : 3	11.38	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3
3	2,5 : 2 : 3	11.36	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
4	2,5 : 2 : 3	11.46	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3
5	2,75 : 2 : 3	11.34	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3
6	2,75 : 2 : 3	11.44	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
 Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN KUAT TEKAN

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
 Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
 NPM : B1021313RB5103
 Tanggal : 29 DESEMBER 2018

Pengujian 7 Hari										
No.	Benda Uji	Tanggal Cor	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (cm)	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f _c (N/mm ²) (Mpa)	f _{ck} (kg/cm ²)
1	2 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.65	95	17662.5	170000	9.62491	100.076
2	2 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.67	95	17662.5	172300	9.755	101.429
3	2,5 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.58	90	17662.5	225000	12.7389	132.453
4	2,5 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.48	90	17662.5	223000	12.6256	131.276
5	2,75 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.54	88	17662.5	271000	15.3432	159.532
6	2,75 : 2 : 3	2/12/2018	9/12/2018	7	11.66	88	17662.5	268000	15.1734	157.766
Pengujian 28 Hari										
No	Identifikasi benda uji	Tanggal Cor	Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (cm)	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f _c (N/mm ²) (Mpa)	f _{ck} (kg/cm ²)
1	2 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.42	95	17662.5	280000	15.8528	164.83
2	2 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.38	95	17662.5	284000	16.0793	167.185
3	2,5 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.36	90	17662.5	352000	19.9292	207.215
4	2,5 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.46	90	17662.5	350000	19.816	206.038
5	2,75 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.34	88	17662.5	425000	24.0623	250.189
6	2,75 : 2 : 3	2/12/2018	30/12/2018	28	11.44	88	17662.5	432000	24.4586	254.31

Mengetahui :
 Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT



LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI
Program Studi Teknik Sipil
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

PENGUJIAN KEDAP AIR

Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP
Dikerjakan oleh : Fikri Murtadho Mutahari
NPM : B1021313RB5103
Tanggal : 29 DESEMBER 2018

No.	Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	umur	Keterangan	Setelah di rendam selama 6 - 7 jam (Kg)	kekedapan (%)
1	2 : 2 : 3	11.65	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3	11.76	9.4420601
2	2 : 2 : 3	11.67	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3	11.78	9.4258783
3	2,5 : 2 : 3	11.58	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3	11.67	7.7720207
4	2,5 : 2 : 3	11.48	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3	11.57	7.8397213
5	2,75 : 2 : 3	11.54	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3	11.62	6.932409
6	2,75 : 2 : 3	11.66	7 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3	11.73	6.0034305
No.	Benda Uji	Berat Benda	umur	Keterangan	rendam selama 6 - 7	kekedapan (%)
1	2 : 2 : 3	11.42	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3	11.48	5.2539405
2	2 : 2 : 3	11.38	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2 : 2 : 3	11.43	4.3936731
3	2,5 : 2 : 3	11.36	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3	11.39	2.6408451
4	2,5 : 2 : 3	11.46	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,5 : 2 : 3	11.5	3.4904014
5	2,75 : 2 : 3	11.34	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3	11.38	3.5273369
6	2,75 : 2 : 3	11.44	28 hari	Campuran beton dengan perbandingan 2,75 : 2 : 3	11.47	2.6223776

Mengetahui :
Asisten Laboratorium

Ir. Amran Navambar, MT

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN BETON

1. Bahan - Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian



2. Penimbangan Material yang digunakan dalam penelitian



3. Pencucian Agregat Kasar dan Agregat Halus dan Pengeringannya



4. Proses Pengujian Agregat



5. Pencampuran Bahan



6. Pengujian Slump Beton



7. Pembuatan Benda Uji Silinder 15 x 30 cm



8. Pelepasan Sampel Benda Uji Dari Cetakan



9. Sampel Benda Uji



10. Oven Yang Digunakan Dipenelitian



11. Penimbangan Uji Coba Silinder Sebelum dan Sesudah Dioven



12. Pengujian Kuat Tekan



13. Lain-lain



