

**TUGAS AKHIR
(SKRIPSI)**

**KAJIAN KUAT LENTUR BETON MUTU TINGGI DENGAN
PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN
BETON**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Akademis

*Dalam menyelesaikan pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil – Fakultas Teknik
Universitas Sangga Buana - YPKP Bandung*

Disusun Oleh :

Mega Dwi Anita

2112187003



JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SANGGA BUANA

YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN

BANDUNG

2020

**LEMBAR PENGESAHAN & PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**KAJIAN KUAT LENTUR BETON MUTU TINGGI DENGAN
PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN
BETON**

Disusun Oleh :

**Nama : Mega Dwi Anita
NPM : 2112187003**

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

Menyetujui & Mengesahkan,
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Bakhtiar Abu Bakar, M.T
NIK.432.200.090

Mengetahui :
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sangga Buana YPKP

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Sangga Buana YPKP

Dr. Ir. Bakhtiar Abu Bakar, M.T
NIK.432.200.090

Chandra Afriade Siregar, ST. MT
NIK 432.200.167

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah sekian banyak kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit”. – Ali bin Abi Thalib



*Mega Dwi Anita
2112187003*

Tugas Akhir ini Saya persembahkan untuk :

*Ayahanda saya tercinta Bawangsyah dan Ibunda Saya tercinta Sutrayeti,
Saudari saya satu-satunya Merry Eka Rahayu,
Seluruh keluarga yang selalu mencurahkan berjuta-juta kasih sayangnya,
Kepada teman-teman yang berjuang bersama saya menyelesaikan
pendidikan di Universitas Sangga Buana - YPKP Bandung.
Kepada sahabat se-Kota asal saya, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara.
Dengan penuh kasih, Etha ucapkan terima kasih untuk mau dan tetap terus
menerima serta mendukung Etha sampai detik ini.*

Maret 2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “**Kajian Kuat Lentur Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Zat Additive Terhadap Kuat Tekan Beton**” ini sepenuhnya karya saya sendiri. Tidak ada bagian didalamnya yang merupakan plagiat dari karya orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, Saya siap menanggung resiko / sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2020

Pembuat pernyataan,

Mega Dwi Anita

2112187003

=====
===

**“KAJIAN KUAT LENTUR BETON MUTU TINGGI DENGAN
PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN
BETON”**

Oleh

Mega Dwi Anita

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik

© Mega Dwi Anita 2020

Universitas Sangga Buana - YPKP

2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

ABSTRAK

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP didapat kesimpulan sebagai berikut. Beton dengan campuran Abu terbang (FlyAsh) sebanyak 10% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 52,63 MPa. Beton dengan campuran Abu terbang (FlyAsh) sebanyak 15% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 55,46MPa. Kuat lentur teoritis, Perkiraan kuat lentur beton kubus hasil rancangan pada umur 28 hari adalah, F'_c konversi dari beton silinder terhadap beton kubus x kuat tekan rencana 46,03 Mpa, Kuat Lentur Teoritis 6,513 Mpa.

Kata kunci : pasir, campuran, fly ash 10%, beton mutu tinggi

ABSTRACT

Based on the results of research in the laboratory of Sangga Buana YPKP University, the following conclusions can be obtained. Concrete with a mixture of fly ash (FlyAsh) of 10% of cement and 0.90% of SikaViscocrete (Additive) mixture after the compressive strength test has a high compressive strength value of 52.63 MPa. Concrete with a mixture of fly ash (FlyAsh) as much as 15% of cement and 0.90% mixture of SikaViscocrete (Additive) after the compressive strength test has a high compressive strength value of 55.46MPa. Theoretical flexural strength, Estimated flexural strength of cube concrete design at 28 days is, F'c conversion of cylindrical concrete to concrete cube x planned compressive strength of 46.03 MPa, theoretical flexural strength of 6.513 MPa.

Keywords: sand, mix, concrete

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb.

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“KAJIAN KUAT LENTUR BETON MURNI MUTU TINGGI DENGAN PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu jurusan teknik sipil Universitas Sangga Buana.

Sadar akan keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki, penulisan laporan ini tentu masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kepada semua pihak yang terkait dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yang telah memberikan bimbingan, dan arahan, serta dukungan, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. H. Asep Effendi R., SE., M.Si, selaku Rektor Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
2. Dr. Ir. R. Didin Kusdian, MT, Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
3. Memi Sulaksmi, SE., M.Si selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
4. Dr. Deni. N.H Drs. M.Si selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
5. Dr. Ir. Bakhtiar AB, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung
6. Slamet Risnanto ST, M.Kom, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
7. Chandra Afriade Siregar, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.

8. Dody Kusmana, ST, MT, selaku Kepala Laboratorium Prodi Teknik dan Pembimbing yang selalu memberikan motivasi, bimbingan, dan masukan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Amran Navambar, ST, MT, selaku Koordinator Laboratorium Prodi Teknik dan Pembimbing yang selalu memberikan motivasi, bimbingan, dan masukan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
11. Segenap dosen, staff Program Studi Teknik Sipil, dan staff Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung, yang selalu membantu dalam informasi dan kebutuhan penelitian selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari masih banyak kekurangan, Oleh sebab itu penyusun mengharapkan kritik dan saran sebagai perbaikan dalam penyusunan laporan selanjutnya.

Akhir kata penulis berharap agar laporan ini bermanfaat bagi para pembaca umumnya dan kami pribadi khususnya selaku penulis. Atas segala perhatiannya, diucapkan terima kasih

Semoga Allah SWT berkenan memberikan balasan yang setimpal atas segala kebaikan dan jasa-jasanya dengan pahala yang berlipat. Amiin.

Wassalamualaikum wr. wb.

Bandung,.....2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-2
1.3.1 Maksud Penelitian.....	I-2
1.3.2 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Manfaat Penelitian	I-3
1.5 Pembatasan Masalah	I-3
1.6 Lokasi Penelitian	I-4
1.7 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II STUDI LITERATUR	II-5
2.1 Beton	II-5
2.1.1 Pengertian Beton	II-5
2.1.2 Kekuatan Beton.....	II-5
2.1.3 Tegangan dan Regangan Beton	II-6
2.1.4 Kurva Tegangan dan Regangan Beton.....	II-9
2.1.5 Modulus Elastisitas Beton.....	II-11
2.1.6 <i>Poisson's Ration</i>	II-11
2.2 Material Penyusun Beton	II-12
2.2.1 Semen Portland	II-12
2.2.2 Agregat.....	II-14
2.2.3 Air	II-16
2.3 Pengujian Beton	II-16

2.3.1	Pengujian Bahan Perekat Hidrolis	II-16
2.3.2	Pengujian Agregat	II-17
2.3.3	Perencanaan Campuran Beton	II-22
2.3.4	Pengujian Beton Segar	II-23
2.3.5	Pengujian Beton Keras	II-25
2.4	Hipotesis.....	II-26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	III-28
3.1	Persiapan Bahan.....	III-29
3.2	Pengujian Bahan	III-30
1.	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	III-30
2.	Pengujian Berat Isi	III-33
3.	Pengujian Kadar Lumpur	III-36
4.	Pengujian Analisa Saringan	III-37
3.3	Pembuatan Benda Uji	III-39
1.	Komposisi Campuran / <i>Mix Design</i>	III-39
2.	Pencampuran Benda Uji	III-40
3.	<i>Slump Test</i>	III-41
3.4	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	III-42
BAB IV	HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	IV-45
4.1	Pengujian Agregat Kasar.....	IV-45
4.1.1	Analisa Saringan.....	IV-45
4.1.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	IV-46
4.1.3	Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	IV-47
4.1.4	Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	IV-47
4.2	Pengujian Agregat Halus.....	IV-47
4.2.1	Analisa Saringan.....	IV-47
4.2.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	IV-49
4.2.3	Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	IV-49
4.2.4	Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	IV-50
4.3	Rencana Campuran Beton.....	IV-50
4.4	Perhitungan Rencana Campuran Beton.....	IV-51
4.5	Pelaksanaan Campuran Beton.....	IV-53
4.5.1	Pengujian <i>Slump</i> Beton.....	IV-53

4.5.2	Pengecoran dan Pematatan	IV-54
4.5.3	Perawatan Beton	IV-55
4.5.4	Pengujian Berat Sample Kering.....	IV-55
4.5.5	Pengujian Kuat Tekan Beton	IV-56
4.6	Perhitungan Kuat Tekan Beton	IV-58
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-60
5.1	Persiapan Bahan.....	V-60
5.2	Pengujian Bahan	V-61

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus	II-14
Tabel 2.2. Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar.....	II-15
Tabel 2.3. Nilai <i>Slump</i> yang direkomendasikan untuk Berbagai Jenis Konstruksi	II-25
Tabel 3.1. Rencana Perbandingan Campuran Beton.....	III-39
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Saringan Agregat Kasar.....	IV-45
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar...	IV-46
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar	IV-47
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus.....	IV-48
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus ..	IV-49
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus	IV-50
Tabel 4.7. Rencana Jumlah Sample Beton.....	IV-51
Tabel 4.8. Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Kandungan Udara untuk berbagai <i>slump</i> dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum.....	IV-52
Tabel 4.9. Hasil Pengujian <i>Slump</i>	IV-54
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Berat Beton Kering Pada Umur 7 Hari.....	IV-56
Tabel 4.11. Hasil Pengujian Berat Beton Kering Pada Umur 14 Hari.....	IV-56
Tabel 4.12. Hasil Pengujian Kuat Beton Pada Umur 14 Hari	IV-57
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton Pada Umur 6 Hari Terkonversi	IV-58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sampel Uji Kuat Tekan	II-7
Gambar 2.2. Regangan (<i>Strain</i>)	II-9
Gambar 2.3. Kurva Stress – Strain Tipikal untuk Agregat, Pasta Semen Mortar dan Beton	II-10
Gambar 2.4. Contoh Kurva Tegangan – Regangan Pada Beton dengan Berbagai Variasi Kuat Tekan.....	II-10
Gambar 2.5. Macam-macam Bentuk Modulus Elastisitas	II-11
Gambar 2.6. Regangan Longitudinal dan Lateral	II-12
Gambar 2.7. Gradasi Menerus (<i>Continous Grade</i>)	II-21
Gambar 3.1. Diagram Alur Kerja Penyelesaian Tugas Akhir.....	III-29
Gambar 3.2. Bentuk Agregat Halus dalam Pengujian BJ dan Penyerapan.....	III-32
Gambar 4.1. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar.....	IV-46
Gambar 4.2. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus.....	IV-48
Gambar 4.3. Alat yang digunakan Pada Pembuatan Campuran Beton.....	IV-53
Gambar 4.4. Pengujian <i>Slump</i> Beton	IV-54
Gambar 4.5. Gambar Pada Saat Pematatan.....	IV-55
Gambar 4.6. Alat Uji Tekan (<i>Compression Testing Machine</i>)	IV-57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun belakangan ini perkembangan industri konstruksi di Indonesia semakin maju pesat, khususnya mengenai wacana *Green Construction* atau teknologi konstruksi ramah lingkungan.

Green Construction atau industri konstruksi ramah lingkungan sangatlah penting dilakukan karena sebagai makhluk bumi kita wajib senantiasa menjaga dan melestarikan sumber daya alam yang telah diberikah Tuhan Yang Maha Kuasa dalam memajukan dunia konstruksi di Indonesia. Hal tersebut dapat kita mulai salah satunya dengan menerapkan penggunaan material-material pada industri konstruksi dimana sumber bahan bakunya berasal dari limbah pemakaian material industri konstruksi yang telah dimanfaatkan kembali menjadi produk baru.

Seiring berkembangnya pembangunan, maka semakin bertambah pula limbah material yang dihasilkan. Salah satu limbah konstruksi yaitu limbah sisa Timah bangka. Apabila kita meninjau lokasi proyek konstruksi khususnya untu perkerasan jalan, dan lain-lain maka ada area lokasi yang diperuntukkan sebagai tempat sementara untuk pembuangan limbah sisa tersebut. Hal inilah yang mendorong untuk mengembangkan bahan sisa/limbah yang dapat menggantikan atau menambah kebutuhan bahan baku yang baru untuk konstruksi. Diantaranya yaitu pemanfaatan limbah sisa tambang pasir timah yang bisa jadi pengganti pasir pada umumnya.

Dalam penggunaan limbah pasir timah, kami mencoba agar dapat memanfaatkan limbah tersebut dengan semaksimal mungkin yang diperoleh untuk rencana perkerasan jalan.

Kami ingin melakukan penelitian tentang beton dengan tambahan campuran limbah pasir timah bangka sebagai bahan pengganti pasir umumnya agar dapat menghemat pemakaian pasir itu sendiri. Limbah pasir timah tersebut.

Penggunaan limbah pasir timah Bangka sebagai bahan pengganti perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan proposi campuran yang baik agar didapatkan nilai sifat mekanis yang optimal. Untuk itu pada tugas akhir ini penulis

akan mencoba meneliti pengaruh pemanfaatan limbah *pasir timah* sebagai bahan penganti pasir pada semen untuk mendapatkan proporsi campuran yang baik sehingga dihasilkan campuran dengan sifat mekanik yang maksimal serta tidak merusak lingkungan. Pada kesempatan ini penulis akan mencoba untuk melakukan kajian yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir yaitu : “**KAJIAN KUAT LENTUR BETON MURNI MUTU TINGGI DENGAN CAMPURAN PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN BETON**”. Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh menggunakan pasir limbah timah putih Bangka terhadap substitusi sikamet LN untuk perkerasan jalan dan nilai slump untuk menentukan proporsi campuran beton normal dengan campuran Fs 45 ?
- b. Berapa besar peningkatan kekuatan beton pada umur 7 hari dengan menggunakan zat additive type e sesuai astm c 494 ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah :

- a. Membandingkan nilai kuat lentur beton normal dengan kuat lentur beton normal yang menggunakan substitusi additive .
- b. Mengetahui pengaruh campuran Fs 45 dengan menggunakan additive atau bahan pencampur terhadap nilai *slump* beton.
- c. Mengetahui nilai maksimum komposisi campuran Fs 45 menggunakan additive type e untuk mencapai nilai kuat lentur pada beton normal.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh data karakteristik beton pada campuran beton normal akibat penambahan menggunakan pasir limbah timah putih Bangka .

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diantaranya :

- a. Mengetahui pengaruh dari menggunakan pasir limbah timah putih Bangka terhadap kuat lentur beton normal.
- b. dengan campuran Fs 45 dapat digunakan sebagai alternatif material untuk Substitusi Sikamet LN untuk perkerasan jalan pada pembuatan beton sebagai bahan pengganti alternative sehingga mengurangi penggunaan komposisi pasir pada umumnya.

1.5 Pembatasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis membatasi permasalahan ke dalam pengujian ke dalam hal-hal di bawah ini :

- Menggunakan mutu beton normal $f_s' = 45 \text{ kg/cm}^2$
- Pembuatan benda uji dilakukan dengan metode SNI serta perbandingan volume (1 : 2 : 3) Semen yang digunakan dengan standar SNI 15-7064-2004 untuk semen Portland komposit (PCC). Sifat-sifat fisis dan mekanis semen dianggap telah sesuai dengan standar, sehingga tidak dilakukan pengujian kembali.
- Menggunakan pasir limbah timah putih Bangka.
- B Benda uji kubus dengan ukuran 15 x 15 x 30 cm untuk uji kuat lentur.
- Perbandingan campuran yaitu, 1:2:3
- Pengujian terhadap benda uji hanya dilakukan pada umur 7 (tujuh) hari.

1.6 Lokasi Penelitian

Untuk pengujian material kuat lentur beton akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB)/YPKP, alamat Jl. Phh. Mustafa no.68 Bandung.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab dengan rincian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi gambaran umum mengenai penelitian yang akan dilakukan. Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, pembatasan masalah lokasi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Dalam bab ini dibahas mengenai landasan teori berisi pengenalan tentang sifat-sifat beton serta bahan pembentuknya dan beberapa pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi berisi tentang metode pengumpulan data dan metode pengolahan data.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Menjelaskan tentang data dan analisa hasil pengujian dari eksperimen ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan kesimpulan dari analisis dan pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan dan saran dari penulis atas hasil yang didapatkan.

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1. Beton

2.1.1. Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (*SNI-03-2847-2002*).

2.1.2. Kekuatan Beton

Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f^c) pada usia 28 hari. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, yaitu :

1. Faktor air semen (FAS)

Faktor air semen (FAS) merupakan perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Fungsi FAS, yaitu :

- Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*)
Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton.

2. Sifat agregat

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton. Adapun sifat-sifat agregat yang perlu diperhatikan seperti, serapan air, kadar air agregat, berat jenis, gradasi agregat, modulus halus butir, kekekalan agregat, kekasaran dan kekerasan agregat.

3. Proporsi semen dan jenis semen yang digunakan

Berhubungan dengan perbandingan jumlah semen yang digunakan saat pembuatan *mix design* dan jenis semen yang digunakan berdasarkan peruntukkan beton yang akan dibuat. Penentuan jenis semen yang digunakan mengacu pada tempat dimana struktur bangunan yang menggunakan material beton tersebut dibuat, serta pada kebutuhan

perencanaan apakah pada saat proses pengecoran membutuhkan kekuatan awal yang tinggi atau normal.

4. Bahan tambah

Bahan tambah (*addmixture*) ditambahkan pada saat pengadukan dilaksanakan. Bahan tambah (*addmixture*) lebih banyak digunakan untuk penyemenan (*cementitious*), jadi digunakan untuk perbaikan kinerja. Menurut standar *ASTM C 494/C494M – 05a*, jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe, yaitu :

- a) *water reducing admixtures*
- b) *retarding admixtures*
- c) *accelerating admixtures*
- d) *water reducing and retarding admixtures*
- e) *water reducing and accelerating admixtures*
- f) *water reducing and high range admixtures*
- g) *water reducing, high range and retarding admixtures*

2.1.3. Tegangan dan Regangan Beton

Tegangan didefinisikan sebagai tahanan terhadap gaya-gaya luar. Intensitas gaya yaitu gaya per satuan luas disebut tegangan dan diberi notasi huruf Yunani “ σ ” (*sigma*). Apabila sebuah batang ditarik dengan gaya P, maka tegangannya adalah tegangan tarik (*tensile stress*), sedangkan apabila ditekan, maka terjadi tegangan tekan (*compressive stress*). Dengan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$A_{\text{silinder}} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 ; A_{\text{kubus}} = r^2$$

Dimana,

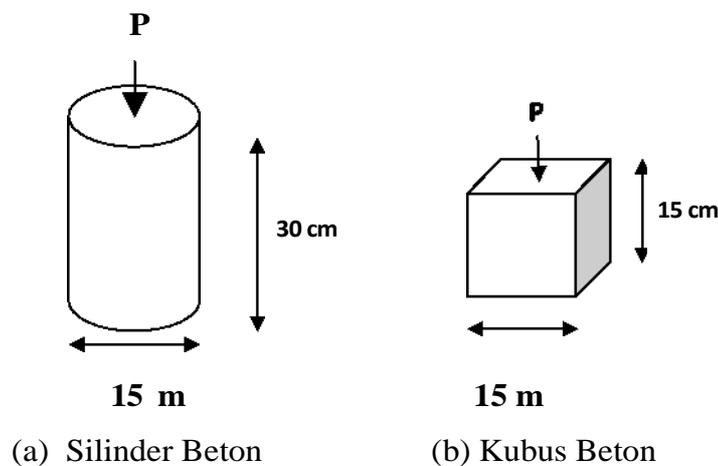
σ = tegangan (N/mm^2)

P = beban maksimum (N)

A = luas bidang tekan (mm^2)

d = diameter silinder (mm)

r = rusuk kubus (mm)



Sumber : Laporan Praktikum Uji Bahan USB YPKP, 2020

Gambar 2.1. Sampel Uji Kuat Tekan

Jika suatu benda ditarik atau ditekan, gaya P yang diterima benda mengakibatkan adanya ketegangan antar partikel dalam material yang besarnya berbanding lurus. Perubahan tegangan partikel ini menyebabkan adanya pergeseran struktur material regangan atau himpitan yang besarnya juga berbanding lurus. Karena adanya pergeseran, maka terjadilah deformasi bentuk material misalnya perubahan panjang menjadi $L + \Delta L$ (jika ditarik) atau $L - \Delta L$ (jika ditekan). Dimana L adalah panjang awal benda dan ΔL adalah perubahan panjang yang terjadi. Rasio perbandingan antara ΔL dan L inilah yang disebut *strain* (regangan) dan dilambangkan dengan “ ϵ ” (*epsilon*).

Dengan rumus:

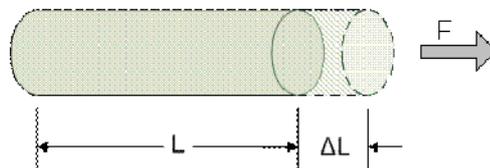
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

ε = regangan ($\mu\text{m}/\text{m}$ atau $\mu\varepsilon$)

L = panjang benda mula-mula (m)

ΔL = perubahan panjang benda (μm)

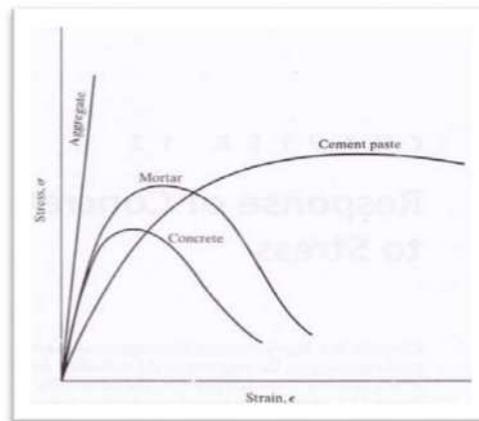


Sumber : Laporan Praktikum Uji Bahan USB YPKP, 2020

Gambar 2.2. Regangan (*strain*)

2.1.4. Kurva Tegangan - Regangan Beton

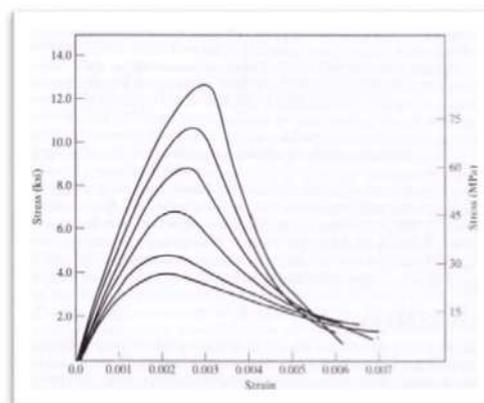
Beton adalah suatu material heterogen yang sangat kompleks dimana reaksi terhadap tegangan tidak hanya tergantung dari reaksi komponen individu tetapi juga interaksi antar komponen. Kompleksitas interaksi diilustrasikan dalam Gambar 2.3, dimana ditunjukkan kurva tegangan-regangan tertekan untuk beton dan mortar, pasta semen dan agregat kasar. Agregat kasar adalah suatu material getas elastis linier, dengan kekuatan signifikan di atas beton. Pasta semen mempunyai nilai modulus elastisitas rendah, tetapi kuat tekan tinggi dibandingkan dengan mortar atau beton. Penambahan agregat halus ke pasta semen menjadi mortar mengakibatkan suatu peningkatan modulus elastisitas, tetapi mereduksi kekuatan. Penambahan agregat kasar ke mortar, dalam ilustrasi di atas, hanya sedikit mempengaruhi modulus elastisitas, tetapi mengakibatkan penambahan reduksi kuat tekan. Secara keseluruhan adalah serupa dengan unsur pokok mortar, sedangkan dan beton secara signifikan berbeda dari perilaku baik pasta semen atau agregat.



Sumber : Concrete, Mindess et al., 2003

Gambar 2.3. Kurva *Stress-Strain* Tipikal Untuk Agregat, Pasta Semen, Mortar dan Beton.

Kurva tegangan-regangan pada Gambar 2.4 dibawah menampilkan hasil yang dicapai dari hasil uji tekan terhadap sejumlah silinder uji beton standar berumur 28 hari dengan kekuatan beragam. Dari kurva tersebut dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu : semakin tinggi mutu beton, maka modulus elastisitasnya akan semakin besar sehingga beton dengan kekuatan lebih tinggi bersifat lebih getas (*brittle*); sedangkan beton dengan kekuatan lebih rendah lebih *ductile* (ulet) daripada beton berkekuatan lebih tinggi, artinya beton tersebut akan mengalami regangan yang lebih besar sebelum mengalami kegagalan (*failure*).



Sumber : Concrete, Mindess et al., 2003

Gambar 2.4 Contoh Kurva Tegangan-Regangan Pada Beton Dengan Berbagai Variasi Kuat Tekan.

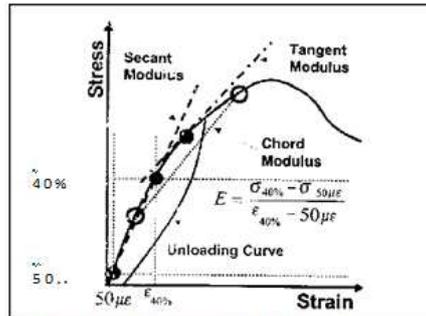
2.1.5. Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas atau modulus *Young* merupakan hubungan linier antara tegangan dan regangan untuk suatu batang yang mengalami tarik atau tekan. Semakin besar harga modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi pada suatu tingkat pembebanan atau dapat dikatakan material tersebut semakin kaku (*stiff*).

Modulus elastisitas adalah kemiringan kurva tegangan-regangan di dalam daerah elastis linier pada sekitar 40% beban puncak (*Concrete, Mindess et al., 2003 & ASTM STP 169D Chapter 19*), dengan rumus :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ atau } E = \tan \alpha \quad (\text{rumus umum}) \quad (2.3)$$

$$E = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{50\mu\epsilon}}{\epsilon_{40\%} - 50\mu\epsilon} \quad (\text{rumus ASTM STP 169D}) \quad (2.4)$$



Sumber : *ASTM STP 169D Chapter 19, 1994*

Gambar 2.5 Macam-macam Bentuk Modulus Elastisitas

2.1.6. Poisson's Ratio

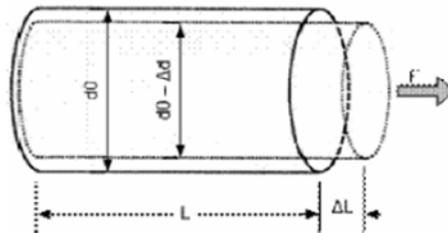
Ketika sebuah silinder beton menerima beban tekan atau beban tarik, silinder tersebut tidak hanya berkurang atau bertambah tingginya tetapi juga mengalami ekspansi (pemuaiian) dalam arah lateral yaitu kontraksi tegak lurus arah beban. Regangan lateral disetiap titik pada suatu batang sebanding dengan regangan aksial di titik tersebut jika bahannya elastis linear. Oleh karena itu, dibuatlah kesepakatan bahwa :

- a. Regangan yang arahnya segaris dengan arah gerak gaya disebut regangan Longitudinal. Dengan rumus :

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.5)$$

- b. Regangan yang arahnya tegah lurus terhadap arah gerak gaya disebut regangan Lateral. Dengan rumus :

$$\varepsilon_2 = \frac{\Delta d}{d_0} \quad (2.6)$$



Sumber : Laporan Praktikum Uji Bahan USB YPKP, 2020

Gambar 2.6. Regangan Longitudinal dan Lateral

Dimana :

ε = Regangan

L = Perubahan Panjang Benda (μm)

d0 = Prubahan Diameter Penampang (m)

Δd = Perubahan Diameter Penampang (μm)

Besarnya nilai perbandingan antara regangan lateral (ε_2) terhadap regangan longitudinal (ε_1) pada suatu bahan/ material adalah tetap (konstan). Nilai perbandingan inilah yang disebut dengan Rasio *Poisson* dan dilambangkan dengan “ ν ” (ν). Nilai rasio poisson untuk beton berkisar anatar 0,15-0,25 (*ASTM STP 169D Chapter*)

2.2. Material Penyusun Beton

2.2.1. Semen Portland

Semen Portland merupakan bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, dalam hal ini perlu diketahui tipe semen yang distandardisasi di Indonesia. Menurut *ASTM C150*, semen Portland dibagi menjadi lima tipe, yaitu :

- a. Tipe I
Ordinary Portland Cement (OPC), semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).
- b. Tipe II
Moderate Sulphate Cement, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III
High Early Strength Cement, semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)
- d. Tipe IV
Low Heat of Hydration Cement, semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.
- e. Tipe V
High Sulphate Resistance Cement, semen untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi.

Selain semen Portland di atas, juga terdapat beberapa jenis semen lain :

1. *Blended Cement* (Semen Campur)
Semen campur dibuat karena dibutuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai pencampur. Jenis semen campur :
 - a) *Portland Pozzolan Cement (PPC)*
 - b) *Portland Blast Furnace Slag Cement*
 - c) *Semen Mosonry*
 - d) *Portland Composite Cement (PCC)*
2. *Water Proofed Cement*
Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan “*Water proofing agent*”, dalam jumlah yang kecil.
3. *White Cement* (Semen Putih)
Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif.

4. *High Alumina Cement*

High alumina cement dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat, asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali.

5. Semen Antei Bakteri

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan “*anti bacterial agent*” seperti *germicide*.

(Sumber : <http://en.wikipedia.org>)

2.2.2. Agregat

Pada beton biasanya terdapat sekitar 70% sampai 80 % volume agregat terhadap volume keseluruhan beton, karena itu agregat mempunyai peranan yang penting dalam propertis suatu beton (*Mindess et al., 2003*). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen, rapat, dan variasi dalam perilaku (*Nawy, 1998*). Dua jenis agregat adalah :

1. Agregat halus (pasir alami dan buatan)

Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari 4,75 mm (*ASTM C 125 – 06*). Agregat yang butir-butirnya 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 *clay* (*SK SNI T-15-1991-03*). Persyaratan mengenai proporsi agregat dengan gradasi ideal yang direkomendasikan terdapat dalam standar *ASTM C 33/ 03 “Standard Spesification for Concrete Aggregates”*.

Tabel 2.1. Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
9,5 mm	100	100
4,75 mm	95 - 100	97,5
2,36 mm	80 - 100	90

1,18 mm	50 - 85	67,5
600 µm	25 - 60	42,5
300 µm	5 - 30	17,5
150 µm	0 - 10	5

Sumber: ASTM C 33/ 03

2. Agregat kasar (kerikil, batu pecah, atau pecahan dari *blast furnance*)

Menurut A STM C 33 - 03 dan ASTM C 125 - 06, agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm. Ketentuan mengenai agregat kasar antara lain :

- Harus terdiri dari butir – butir yang keras dan tidak berpori.
- Butir – butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh – pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- Tidak boleh mengandung zat – zat yang dapat merusak beton, seperti zat – zat yang relatif alkali.
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %. Apabila kadar lumpur melampaui 1 %, maka agregat kasar harus dicuci.

Persyaratan mengenai proporsi gradasi saringan untuk campuran beton berdasarkan standar yang direkomendasikan ASTM C 33/ 03 “*Standard Spesification for Concrete Aggregates*” (lihat Tabel 2.1). Dan standar pengujian lainnya mengacu pada standar yang direkomendasikan pada ASTM.

Tabel 2.2. Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
25,00	100	100
19,00	90 -100	95
12,50	-	-
9,50	20 – 55	37,5
4,75	0 – 10	5
2,36	0 - 5	2,5

Sumber: ASTM C 33/ 03

2.2.3. Air

Fungsi dari air disini antara lain adalah sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini harus bebas dari padatan tersuspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak, dan bebas dari material organik (*Mindess et al.,2003*).

Persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (*PUBI-1982*), antara lain:

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak boleh mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram / liter.
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO₃.
5. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi.

2.3. Pengujian Beton

2.3.1 Pengujian Bahan Perikat Hidrolis

Pengujian bahan perikat hidrolis diantaranya sebagai berikut :

a. Uji Berat Jenis Semen Portland

Uji berat jenis semen Portland ini bertujuan menentukan besarnya berat jenis suatu semen portland, sesuai dengan prosedur pengujian yang digunakan.

Semen Portland merupakan salah satu bahan perikat hidrolis, yang dibuat dari campuran bahan yang mengadung oksida utamanya: kalsium, silika, alumina dan besi. Umumnya semen portland dibuat dalam suatu industri berteknologi modern dengan pengaturan komposisi yang akurat, sehingga

terjamin mutunya. Namun demikian perbedaan pengaturan komposisi dan lamanya semen portland dalam penyimpanan memungkinkan terjadinya ketidak murnian dan pengurangan mutu. Salah satu pengujian yang dapat mengindikasikan kepada hal tersebut adalah dengan pengujian berat jenisnya.

Berat jenis semen Portland pada umumnya berkisar antara 3.00 sampai 3.20 dengan angka rata- rata 3.15.

Jika berat jenis semen kurang dari 3.00 maka semen dianggap tidak murni lagi atau tercampur bahan lain, dan jika digunakan dalam pembuatan beton, maka beton yang dihasilkan bermutu rendah dan mudah rusak, begitu pula terhadap ikatan-ikatan tidak akan sempurna.

Berat jenis dapat dihitung dengan rumus :

$$BJ = \frac{W}{(V_2 - V_1)} = \text{gram/ml}$$

Bj = Berat Jenis Semen portland (gram/ml)

W = Berat Semen Portland (gram)

V₁ = Volume awal (ml)

V₂ = Volume akhir (ml)

2.3.2 Pengujian Agregat

Pengujian agregat diantaranya sebagai berikut :

a. Pengambilan Contoh Agregat Kasar dan Halus

Pengujian ini bertujuan melakukan pengambilan sampel agregat untuk keperluan pengujian, sesuai dengan prosedur atau tata cara yang digunakan.

Sampling secara umum diartikan sebagai pengambilan sample yang mewakili populasi. Hasil yang diperoleh dari pengujian untuk suatu sampel yang relatif sedikit harus dapat mencerminkan/mewakili dari keseluruhan.

Kondisi agregat di lapangan, baik dari sumber asalnya, dapat berasal dari alam atau buatan, mempunyai ukuran dan bentuk yang mungkin bervariasi, sehingga memungkinkan sifatnya juga bervariasi. Oleh karena

itu perlu dilakukan pengambilan sampel baik di lapangan (contoh), maupun di laboratorium (benda uji).

SNI 03-6889-2002, Tentang Tata Cara pengambilan Contoh Agregat, dimaksudkan agar contoh yang diambil dapat mewakili dari sejumlah persediaan agregat yang akan digunakan.

SNI 13-6717-2002, Tentang Tata Cara Penyiapan Benda Uji dari Contoh Agregat, dimaksudkan agar sifat yang dihasilkan dari pengujian benda uji agregat mempunyai sifat yang sama dengan contohnya. Sedangkan lingkungannya meliputi penyiapan benda uji dari contoh yang datang dari lapangan yang disesuaikan dengan kondisi agregat serta jumlah benda uji yang diperlukan.

b. Uji Kadar Butir Lolos Ayakan No. 200 Agregat Kasar dan Halus

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan atau mengetahui kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus dan kasar dengan cara laboratorium.

Tanah liat dan Lumpur yang sering terdapat dalam agregat, mungkin berbentuk gumpalan atau lapisan yang menutupi lapisan butiran agregat. Tanah liat dan Lumpur pada permukaan butiran agregat akan mengurangi kekuatan ikatan antara pasta semen dan agregat sehingga dapat mengurangi kekuatan dan ketahanan beton.

Lumpur dan debu halus hasil pemecahan batu adalah pertikel berukuran antara 0,002mm s/d 0,006mm (2 s/d 6 mikron). Adanya lumpur dan tanah liat menyebabkan bertambahnya air pengaduk yang diperlukan dalam pembuatan beton, disamping itu pula akan menyebabkan berkurangnya ikatan antara pasta semen dengan agregat sehingga akan menyebabkan turunnya kekuatan beton yang bersangkutan serta menambah penyusutan dan *creep*.

Karena pengaruh buruknya ini, maka kadar lumpur yang dikandung oleh suatu agregat penting untuk diuji (diketahui) dan jumlahnya didalam agregat dibatasi, yaitu tidak boleh lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar.(PBI 71 hal 23 point 3)

c. Uji Kadar Zat Organik Agregat Halus dengan Perbandingan Warna (Standar Color Test)

Tujuan : Menentukan kadar zat organik dalam agregat halus dengan cara membandingkan warna dengan warna larutan pembanding atau warna standar.

Keberadaan zat organik terutama yang terdapat dalam agregat halus, umumnya berasal dari penghancuran zat-zat tumbuhan, terutama yang berbentuk asam tanin dan derivatnya yang berbentuk humus dan lumpur organik. Kandungan zat organik di dalam agregat halus sangat berpengaruh terhadap perkembangan kekuatan beton yang diakibatkan oleh terhambatnya pengerasan semen. Selain itu, kandungan zat organik ini dapat pula mempengaruhi kekuatan terhadap serangan karat pada tulangan beton.

Salah satu cara pengujian zat organik di dalam agregat halus ini dapat dilakukan dengan meng-*extract* / memisahkannya menggunakan larutan NaOH 3 % sehingga akan terjadi perubahan warna yang selanjutnya akan dibandingkan dengan larutan pembanding, apakah lebih muda atau lebih tua dari larutan pembanding tersebut.

Warna yang lebih tua dari larutan pembanding menunjukkan kadar zat organik dalam agregat halus adalah tinggi, dan sebaliknya. Jika ternyata warna yang dihasilkan lebih muda dari larutan pembanding, maka kadar zat organik dalam agregat halus adalah

d. Uji BJ dan Penyerapan Air Agregat Kasar dan Halus

Tujuan : Dapat menentukan sifat agregat kasar dan halus berdasarkan Berat Jenis dan Penyerapan Air dalam kaitan penggunaannya untuk bahan campuran beraspal dan beton semen.

Berat Jenis (*Specific Gravity*) agregat berbeda satu sama lainnya, tergantung dari jenis batuan, susunan mineral, struktur butiran, dan porositas batuanya. Berat Jenis (*Specific Gravity*) agregat mempunyai arti yang sangat penting terhadap sifat beton yang dibuatnya.

Berat Jenis Absolut (*Absolute Specific Gravity*) adalah perbandingan antara suatu masa yang masip dengan berat air murni pada volume yang sama dan suhu tertentu. Disini volume benda adalah volume masip tidak termasuk pori-pori didalamnya (*permeable* dan *impermeable*).

Pada umumnya agregat mengandung pori-pori, sehingga bila ingin mendefinisikan Berat Jenis (*Specific Gravity*) agregat harus dikaitkan dengan hal ini, oleh karena itu berat jenis (*specific gravity*) agregat dikenal:

1. **Berat Jenis Curah atau kering (*Bulk Specific Gravity*)** adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25⁰C.
2. **Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*SSD Specific Gravity*)** adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25⁰C.
3. **Berat Jenis Semu (*Apparent Specific Gravity*)** adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu 25⁰C.

Penyerapan air (*Water Absorption*), adalah perbandingan berat air yang dapat diserap terhadap berat agregat kering, dinyatakan dalam persen.

Nilai Berat Jenis Kering (*Bulk Specipic Gravity*) dan penyerapan air agregat kasar dan halus untuk pekerjaan campuran beraspal panas, mensyaratkan minimum masing-masing 2,5 dan 3% (spek umum bidang jalan dan jembatan, Litbang Trans PU, April 2005). Sedangkan untuk beton semen tergantung dari jenis beton yang akan dibuat.

e. Uji Bobot Isi Padat dan Gembur Agregat Kasar dan Halus

Pengujian ini bertujuan menentukan berat isi atau bobot isi agregat kasar dan agregat halus dalam kondisi lepas dan padat

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat agregat dengan volume yang ditempatinya. Hal ini dapat digunakan untuk mempermudah perhitungan campuran beton bila kita menimbang agregat dengan ukuran

volume. Untuk mengetahui atau mendapatkan berat agregat dalam campuran beton kita dapat mengalikan volume dengan berat isinya.

Perlunya mengetahui bobot isi padat dan gembur baik itu agregat kasar maupun halus yaitu karena pada saat kita memperhitungkan agregat tersebut dalam keadaan padat, sedangkan pada kenyataan yang kita temui dilapangan agregat dalam keadaan gembur, sehingga diperlukan adanya faktor konversi (faktor pengali).

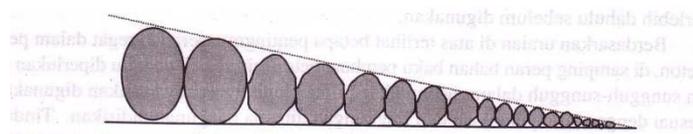
Selain itu, mengetahui bobot isi berguna untuk merancang atau desain komposisi bahan pembuatan beton dengan metode ACI sehingga perancangan diharapkan sesuai dengan standar SNI terutama pada pemanfaatan atau penggunaan agregat kasar.

f. Uji Gradasi (Analisa Ayak) Agregat Kasar dan Halus

Tujuan : Dapat menentukan distribusi atau prosentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar untuk digunakan dalam campuran beton.

Analisa saringan agregat adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan, yang kemudian angka-angka persentasenya ditabelkan dan digambarkan pada grafik atau kurva distribusi butir.

Gradasi agregat yang baik untuk beton adalah adalah agregat dimana susunan butirnya (gradasi) terdiri dari butiran halus hingga kasar secara beraturan (lihat gambar 1), karena butirannya akan saling mengisi sehingga akan diperoleh beton dengan kepadatan yang tinggi, mudah dikerjakan dan mudah dialirkan.



Sumber : Laporan Praktikum Uji Bahan USB YPKP, 2020

Gambar 2.7. Gradasi Menerus (Continuous Grade)

Mutu gradasi agregat, selain ditentukan terhadap distribusi butiran, beberapa standar mensyaratkan atas dasar angka **modulus kehalusan**

(*Fineness Modulus/ FM*). **Modulus Kehalusan** adalah Jumlah persentase tertahan kumulatif untuk satu seri ukuran ayakan yang kelipatan dua, dimulai dari ukuran terkecil 0,15 mm dibagi 100.

ASTM C.33 dan SK SNI S-04-1989 F, mensyaratkan nilai *FM* agregat halus untuk aduk dan beton masing-masing: 2,3-3,1 dan 1,5-3,8. Sedangkan untuk agregat kasar SK SNI S-04-1989, mensyaratkan 6,0-7,1.

2.3.3 Perencanaan Campuran Beton

Tujuan : Untuk menentukan proporsi beton normal dalam 1m^3 beton dengan mutu beton $f'c = 27,5$ Mpa dengan menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*).

Merancang suatu campuran beton merupakan suatu proses pemilihan bahan-bahan pembentuk (pengisi, perekat) beton dan menentukan masing-masing kadar/jumlahnya dengan tujuan untuk menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan minimum, kekuatan, sifat tahan lama dan ekonomis. Pertimbangan yang mendasar dari pembuatan suatu beton adalah harga yang ekonomis tetapi dapat memenuhi persyaratan pemakaian.

Syarat-syarat minimum untuk beton umumnya mengenai hal-hal sebagai berikut :

1. Kuat tekan minimum yang diperlukan untuk suatu struktur bangunan beton.
2. Faktor air semen (f.a.s) maksimum atau kadar semen minimum atau untuk keadaan cuaca tertentu disyaratkan kadar udara dalam beton minimum agar betonnya memiliki sifat tahan lama.
3. Jumlah semen maksimum untuk menghindari terjadinya retak susut dalam keadaan cuaca terbuka yang kelembabannya relatif rendah.
4. Jumlah semen maksimum untuk menghindari terjadinya retakan akibat pengaruh suhu tinggi.

5. Berat volume beton minimum yang biasanya disyaratkan untuk jenis bangunan beton tertentu.

Ada beberapa metode-metode didalam menentukan atau menghitung komposisi bahan campuran beton.

1. Untuk Beton Normal

- a) Cara menurut *Department of the Environment (DoE), Building Laboratory Establishment, Transport and Road Research Laboratory* di Inggris terbitan 1975 yang telah diteliti kecocokanya untuk Indonesia dimana menggunakan benda uji kubus dengan ukuran sisinya 15 cm (15 x 15 x 15)

- b) Cara menurut ACI dalam merancang campuran beton dikutip dari cara ACI 211. 1 – 89 dengan satuan matrik (SI) dan dengan menggunakan benda uji silinder Beton dengan diameter Ø 15 cm dan tinggi (t) 30 cm.

2. Untuk Beton Mutu Tinggi Dengan metode *Shacklock*

Cara menurut metode *Shacklock* dalam merancang beton mutu tinggi dengan menggunakan pertolongan tabel dan grafik yang disusun berdasarkan data empiris hasil penelitian. Pada cara yang telah diuraikan sebelumnya terdapat hubungan antara kuat tekan dengan f.a.s, maka dalam cara ini terdapat hubungan antara kuat tekan dengan nomor petunjuk (nomor referensi).

2.3.4 Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar diantaranya sebagai berikut :

1. **Slump Test**

Pengujian ini bertujuan untuk melakukan penentuan nilai kekentalan (*viscosity*)/ plastisitas beton segar dengan mengukur penurunan beton segar setelah dipadatkan dengan alat slump, dalam satuan panjang (mm atau cm).

Slump beton adalah besaran kekentalan (*viscosity*)/ plastisitas dan kohesif dari beton segar.

Pada saat melaksanakan pengadukan beton ada hal-hal yang perlu diperhatikan, salah satunya adalah kelecakan adukan beton terutama adukan beton yang masih segar. Kelecakan beton perlu diperhatikan sebab dapat mempengaruhi pada kemampuan atau kemudahan dalam pengerjaan (*workability*). Adukan beton yang terlalu cair akan menimbulkan pemisahan agregat (*segregasi*) sehingga membuat beton tidak homogen, begitu pula apabila beton yang kurang lecah atau kering akan sukar dicetak karena kaku, akibatnya kekuatan beton menjadi menurun.

Cara termudah mengukur kelecakan beton yaitu dengan melaksanakan slump test. Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat besar kecilnya nilai slump beton, dengan menggunakan alat berbentuk kerucut terpancung yang memiliki ukuran sebagai berikut:

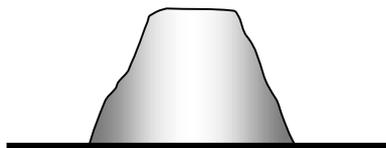
- Diameter Puncak : 10 cm
- Diameter Bawah : 20 cm
- Tinggi : 30 cm

Penurunan slump dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

1. Bentuk slump pada adukan yang banyak air.



2. Bentuk slump pada adukan yang kurang air.



3. Adukan yang baik untuk digunakan.



Tabel 2.3. Nilai *Slump* Yang Direkomendasikan Untuk Berbagai Jenis Konstruksi

Jenis Pekerjaan	Slump (mm)	
	Maks.	Min.
a. Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	125	50
b. Pondasi telapak tidak bertulang, kaosin dan konstruksi di bawah tanah	90	25
c. Pelat, balok, kolom dan dinding.	150	75
d. Pengerasan jalan	75	50
e. Beton massa (tebal)	75	25

Sumber : SNI 03-1971-1990, Metoda Pengujian Slump Tes

2.3.5 Pengujian Beton Keras

Pengujian beton keras diantaranya sebagai berikut :

1. Uji Kuat Tekan

Pengujian ini bertujuan menentukan besarnya kemampuan beton menerima beban tekan, sesuai dengan prosedur pengujian yang digunakan. Kekuatan tekan beton adalah muatan tekan maksimum yang dapat dipikul oleh beton persatuan luas. Kekuatan tekan beton dalam industri konstruksi biasa dipakai untuk menilai serta untuk mengendalikan mutu beton dan untuk tujuan persyaratan spesifikasi.

Cara yang digunakan untuk pemeriksaan kekuatan tekan beton adalah dengan menggunakan mesin tekan.

Prinsip pengujian kuat tekan beton dengan alat mesin tekan adalah mengukur besarnya beban yang dapat dipikul oleh satu satuan luas beton (benda uji) sampai benda uji itu hancur / rusak.

1. Rumus umum tegangan, adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{dimana} \quad P = \text{Tekanan (KN)}$$
$$A = \text{Luas bidang tekan (mm}^2\text{)}$$

2. Rumus kuat tekan beton, adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (\text{MPa})$$

3. Rumus kuat tekan rata-rata, adalah:

$$f'c_r = \frac{\sum_{i=1}^n f'c_i}{n} \quad \text{dimana } n = \text{jumlah benda uji}$$

4. Rumus kuat tekan spesifik atau karakteristik yang dipakai, adalah:

$$f'ck = f'c_r - k \cdot SD$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}}$$

Berdasarkan bentuk dan ukuran benda uji, untuk pemeriksaan kuat tekan pada umumnya terdiri dari (PBI 1971):

- Kubus ukuran 15x15x15 cm, dengan perbandingan kekuatan 1,00
- Kubus ukuran 20x20x20 cm, dengan perbandingan kekuatan 0,95
- Silinder ukuran dia. 15x30 cm, dengan perbandingan kekuatan 0,83

Selanjutnya data kuat tekan umur 28 hari dapat dihitung berdasarkan data kuat tekan pada umur lainnya, yaitu dengan menggunakan angka konversi Menurut PBI 1971.

2.4. Hipotesis

Penelitian ini merupakan kajian terhadap perbedaan kekuatan tekan beton menggunakan pasir limbah timah putih Bangka. Berdasarkan kajian teori perbedaan kuat tekan beton yang di hasilkan dari material berbeda akan memberikan hasil pengujian yang berbeda pula seperti :

1. Penggunaan Semen Portland

Ada berbagai macam tipe semen yang biasa di gunakan, seperti :

Tipe I : *Ordinary Portland Cement (OPC)*

Tipe II : *Moderate Sulphate Cement*

Tipe III : *High Early Strength Cement*

Tipe IV : *Low Heat of Hydration Cement*

Tipe V : *High Sulphate Resistance Cement*

2. Penggunaan Semen *Portland* di campur dengan pasir limbah timah.

Karena pasir limbah timah bangka mempunyai karakteristik yang mendekati dengan semen yaitu sebagai perekat mineral, maka cocok sebagai bahan tambah pada pasta semen sehingga dapat bisa menambah kekuatan pada beton itu sendiri.

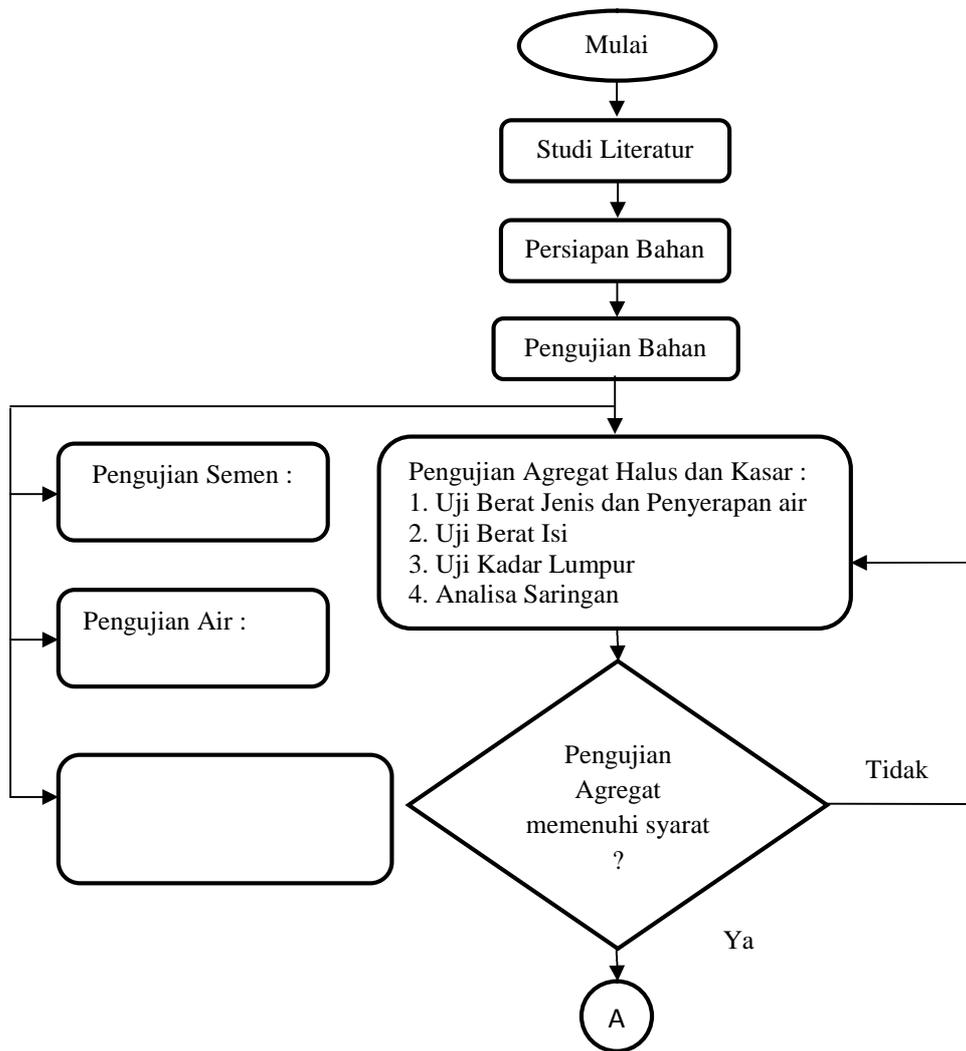
Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis semen Tipe I (OPC) yaitu semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal) misalnya gedung, trotoar, jembatan, dan lain-lain.

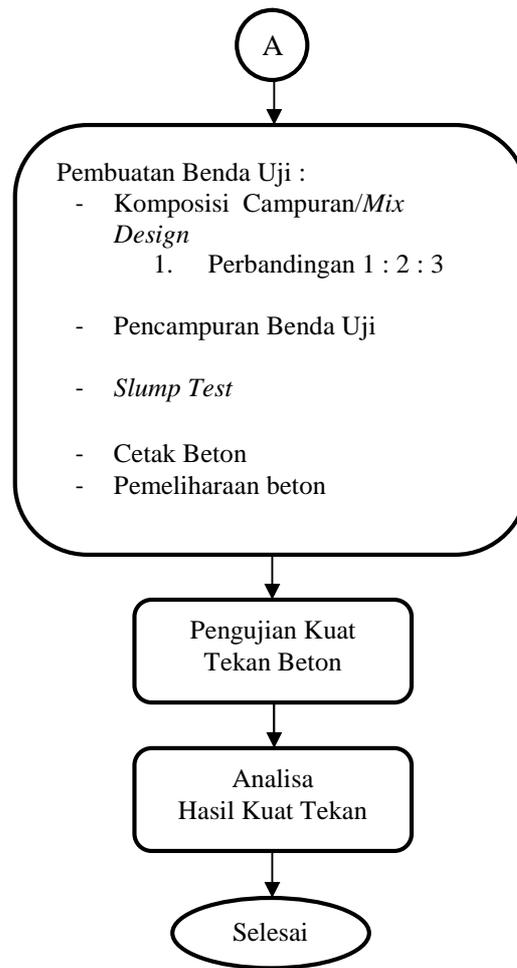
Sehingga menurut penulis, campuran beton yang menggunakan pasir limbah timah dapat memenuhi kuat tekan yang diharapkan minimal mempunyai kuat tekan yang sama, namun penulis akan meneliti perbandingan kuat tekan tersebut, apakah dengan menggunakan pasir limbah timah bangka akan menambah tinggi nilai kekuatan tekan pada beton.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam Tugas Akhir ini dibahas mengenai pengaruh limbah timah bangkam sebagai bahan penganti pasir pada campuran beton normal. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan kerja yang dapat dibuat *flow chart* seperti di bawah ini :





Gambar 3.1. Diagram Alur Kerja Penyelesaian Tugas Akhir

Untuk lebih jelasnya mengenai alur kerja pada gambar 3.1. dijabarkan sebagai berikut :

3.1 Persiapan Bahan

Pada pembuatan campuran beton, bahan – bahan seperti agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi diperoleh dari Laboraturium Universitas Sangga Buana/YPKP Bandung, sedangkan untuk bahan tambah pengganti Pasir yaitu limbah timah diperoleh dari Kantor Geologi Proyek Bandung. Pasir limbah timah yang didapat dari penelitian yang dilakukan oleh balai geologi.

3.2 Pengujian Bahan

Setelah melakukan persiapan alat dan bahan, maka tahapan selanjutnya adalah pengujian bahan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui mutu bahan yang digunakan untuk campuran beton sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa pengujian bahan, berikut penjelasannya :

1) Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Referensi :

- SNI 03-1969-1990, Metoda pengujian BJ dan penyerapan air agregat kasar.
- SNI 03-1970-1990, Metoda pengujian BJ dan penyerapan air agregat halus.
- SNI 03-6889-2002, Tata cara pengambilan contoh agregat.

Tujuan :

Dapat menentukan sifat agregat kasar dan halus berdasarkan berat jenis dan penyerapan air dalam kaitan penggunaannya untuk bahan campuran beton semen.

Alat dan Bahan :

• Alat

- Timbangan, ketelitian 0,01 gram, kapasitas >2000 gram.
- Oven, digunakan untuk membuat agregat kering oven.
- Kain penyerap, digunakan untuk membuat agregat kering permukaan.
- Piknometer / Gelas Ukur, kapasitas minimal 500 ml.
- Pelat Kaca, ukuran 15 x 15 cm.
- Kerucut terpancung, diameter atas 40 mm dan diameter bawah 90 mm, tebal 0,8 mm, terbuat dari logam + batang penumbuknya
- Saringan No. 4 : 4,75 mm.
- Batang Penumbuk, terbuat dari baja dengan berat (340±15) gram dan Ø permukaan penumbuk (25±3) mm.
- Nampan/Bejana, terbuat dari bahan yang tidak mudah menyerap air (baja atau gelas).

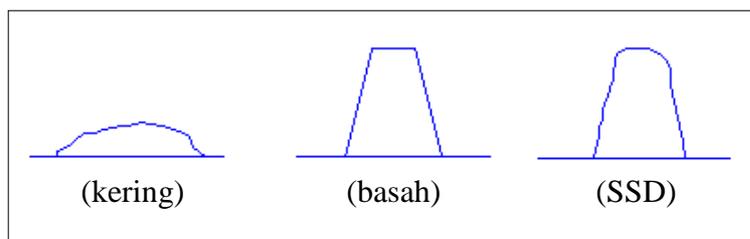
- **Bahan**

- Agregat kasar : Agregat tertahan saringan no.4 (4.75 mm) yang diperoleh dari proses sampling.
- Agregat Halus : Agregat lolos saringan no.4 (4.75 mm) dan yang tertahan saringan no. 4 (4.74 mm) yang diperoleh dari proses sampling.
- Air suling atau air bersih dan tisu.

Prosedur Pengujian :

a. Agregat Halus

- 1) Siapkan semua peralatan dan bahan yang diperlukan.
- 2) Ayak benda uji dengan ayakan 4,75 mm, lalu hitung persentase yang tertahan dan yang lolos.
- 3) Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat.
- 4) Setelah dicuci bersih kemudian rendam benda uji dalam air pada suhu ± 24 jam.
- 5) Keluarkan benda uji dari air, lalu pisahkan antara yang kasar ($<4,75$ mm) dan yang halus ($>4,75$ mm).
- 6) Masukkan agregat yang lolos ($<4,75$ mm) ke dalam kerucut terpancung dalam 3 lapisan, yang masing-masing lapisan ditumbuk 8 kali dan ditambah satu kali penumbukan untuk bagian atasnya, seluruhnya 25 kali penumbukan.
- 7) Angkat kerucut perlahan-lahan secara vertikal ke atas. Perhatikan ! Sebelum diangkat, cetakan harus dibersihkan dari butiran-butiran yang berada di luar cetakan.
- 8) Periksa bentuk agregat yang terjadi, setelah kerucut diangkat. Disini ada 3 (tiga) kemungkinan bentuk agregat yang terjadi, seperti di bawah ini :



Sumber : Laporan Praktikum Uji Bahan Polban, 2008

Gambar 3.2. Bentuk Agregat Halus Dalam Pengujian BJ dan Penyerapan

Jika agregat kering, maka agregat perlu ditambah air dengan cara dipercikan. Jika agregat basah, maka agregat perlu dikeringkan dahulu sampai didapat bentuk SSD.

- 9) Setelah SSD dicapai, timbang agregat halus SSD tersebut.
- 10) Isi bejana gelas (piknometer) dengan air hingga penuh, lalu hilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak dalam piknometer dengan menggunakan spatula atau kawat.
- 11) Tambahkan air hingga piknometer penuh, lalu tutup rapat dengan tutup kaca, kemudian timbang berat piknometer + air + tutup kaca.
- 12) Keluarkan air dari piknometer ($\pm \frac{1}{2}$ isi piknometer), lalu masukkan benda uji yang sudah dalam keadaan SSD tersebut diatas, lalu hilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak.
- 13) Tambahkan kembali air hingga penuh, lalu tutup kembali dengan tutup kaca perlahan-lahan (tanpa ada gelembung yang terjebak) kemudian timbang berat piknometer + air + agregat + tutup kaca.
- 14) Keluarkan benda uji dari piknometer perlahan-lahan dan tampung dalam cawan, kemudian keringkan dalam oven pada suhu 110° C sampai berat tetap.
- 15) Keluarkan benda uji dari oven, lalu timbang berat benda uji kering tersebut (Bk).

b. Agregat kasar

- 1) Siapkan semua bahan dan peralatan yang diperlukan.
- 2) Benda uji di cuci untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat.
- 3) Setelah dicuci bersih, kemudian rendam benda uji dalam air pada suhu kamar kurang lebih 24 jam.

- 4) Keluarkan benda uji dari air, lalu lap dengan kain lembab sampai selaput air pada permukaan agregat hilang (agregat ini dinyatakan dalam keadaan jenuh air kering permukaan atau SSD). Perhatikan untuk butiran yang besar-besar, pengeringan dengan lap lembab harus satu persatu.
- 5) Timbang benda uji dalam keadaan SSD tersebut.
- 6) Isi bejana dengan air, masukkan benda uji yang sudah dalam keadaan SSD tersebut, lalu hilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak.
- 7) Keluarkan benda uji dari keranjang secara perlahan dan tampung dalam cawan, kemudian keringkan dalam oven sampai berat tetap.
- 8) Timbang benda uji kering tersebut (Bk).

Catatan : untuk butiran yang besar, pengeringan dengan lap dilakukan satu persatu.

Perhitungan :

- Berat jenis curah $= \frac{BK}{B + 500 - BT}$
(*bulk specific gravity*)
- Berat jenis kering permukaan jenuh $= \frac{500}{B + 500 - BT}$
(*saturated surface dry*)
- Berat jenis semu $= \frac{BK}{B + 500 - BT}$
(*apparent specific gravity*)
- Penyerapan air $= \frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$
(*apparent specific gravity*)

2) Pengujian Berat Isi

Referensi :

- SNI 03-1973-1990 , Metoda pengujian bobot isi agregat
- SNI 03-3676-1999, Metoda pengujian berat isi agregat.

Tujuan :

Menentukan berat isi atau bobot isi agregat kasar dan agregat halus dalam kondisi lepas dan padat.

Alat dan Bahan :**• Alat**

- Timbangan
- Batang Pemadat
- Container
- Alat Perata
- Sendok Sekop
- Spliter
- Kuas
- Ember
- Nampan

• Bahan

Contoh agregat dikeringkan di udara, lalu dicampur rata. Kemudian contoh agregat diambil sebagian, pengambilan contoh benda uji dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

a. Cara *Quartering*

Contoh agregat diaduk dan dionggokkan menyerupai bukit berbentuk lingkaran. Lingkaran ini dibagi empat, dua bagian yang berhadapan dicampur dan yang lainnya dipisahkan. Pekerjaan ini dilakukan beberapa kali sehingga didapatkan jumlah contoh yang cukup untuk percobaan bobot isi padat dan gembur agregat kasar dan agregat halus.

b. Cara *Riffle Sampler*

Contoh agregat diaduk dan dimasukkan ke dalam *Riffle Sampler*, dimana alat ini dengan sendirinya membagi contoh agregat menjadi dua bagian. Terhadap salah satu bagian dilakukan pemisahan dengan *Riffle Sampler* lagi. Pekerjaan ini dilakukan sehinggadicapai jumlah contoh yang cukup untuk percobaan bobot isi padat dan gembur agregat kasar dan agregat halus

Prosedur Pengujian :

Bobot isi gembur :

- 1) Timbang berat container (W_c) yang telah diketahui volumenya (V_c).
- 2) Masukkan campuran agregat dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas container dengan menggunakan sendok/ sekop sampai penuh.
- 3) Ratakan permukaan container dengan alat perata.
- 4) Timbang berat container + isi = (W_{cac})
- 5) Hitung :

$$\text{Bobot isi} = \frac{W_{cac} - W_c}{V_c} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Bobot isi padat :

- 1) Ambil container isi, untuk agregat kasar volumenya 7.115 L, sedangkan untuk agregat halus volumenya 2.642 L.
- 2) Timbang container (W_c) + tutupnya.
- 3) Masukkan campuran agregat ke dalam container tersebut $\pm 1/3$ bagian lalu tusuk-tusuk dengan batang pemadat sebanyak 25 kali.
- 4) Ulangi hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga.
- 5) Untuk lapisan terakhir, masukkan campuran agregat kasar sehingga melebihi permukaan atas container (sampai meluap) lalu tusuk-tusuk kembali sebanyak 25 kali.
- 6) Ratakan permukaan campuran agregat dengan alat perata.
- 7) Untuk agregat yang besar, ambil kelebihan kelebihan agregat atur sedemikian rupa sehingga volume agregat yang berada di atas batas container kurang lebih sama dengan volume rongga di permukaan.
- 8) Timbang container + isi = (W_{cac})
- 9) Hitung :

$$\text{Bobot isi} = \frac{W_{cac} - W_c}{V_c} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

3) Pengujian Kadar Lumpur

Referensi :

- PBI 1971 : Tentang persyaratan kadar lumpur agregat halus dan kasar lolos saringan No. 200
- SNI 03-4142-1996 : Metoda pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200

Tujuan :

Untuk menentukan atau mengetahui kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus dan kasar dengan cara laboratorium.

Alat dan Bahan :

• Alat

- Timbangan
- Saringan No.16 dan No.200
- Cawan
- Oven
- Ember
- Alat Pembagi Contoh (*Riffle sampler*)

• Bahan

- Agregat halus dengan berat 1000 gr
- Agregat kasar kering oven dengan berat 1500 gr dengan besar butir maksimum 9.6 mm.
- Air bersih

Prosedur Pengujian :

- 1) Siapkan semua peralatan yang akan digunakan dan pastikan semua dalam kondisi baik.
- 2) Timbang cawan yang akan digunakan.
- 3) Bagi agregat yang akan diuji dengan alat pembagi (*Riffler Sampler*), lalu masukkan agregat tersebut kedalam cawan kemudian timbang beratnya.
- 4) Masukkan agregat kering oven dengan berat tertentu (W_1) kedalam cawan (ember) dan tuangkan air bersih kedalamnya hingga agregat terendam.

- 5) Aduk agregat agar terpisah dari bagian-bagian yang halus (lumpur), lalu tuangkan suspensi yang kelihatan keruh tersebut dengan perlahan-lahan kedalam susunan ayakan No. 16 dan No.200.
- 6) Ulangi langkah 3 dan 4 diatas beberapa kali sampai air cucian (bilasan) dalam cawan / ember nampak jernih.
- 7) Bilas butiran-butiran yang tertinggal diatas susunan ayakan hingga air bilasan nampak jernih.
- 8) Tampung butiran-butiran yang tertinggal diatas ayakan dan cawan / ember, lalu keringkan butiran / agregat tersebut dalam oven dengan suhu 110 ± 5 ° C sampai berat tetap.
- 9) Agregat halus / kasar yang sudah dicuci lalu dioven.

Perhitungan :

$$\text{Nilai Bahan Lolos no.200} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$$

Dimana :

- W1 = Berat benda uji sebelum dicuci kering oven (Gr)
- W2 = Berat benda uji tertahan no.200 setelah di cuci kering oven (Gr)

4) Pengujian Analisa Saringan

Referensi :

- ASTM C.136-96a : *Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Agregates*
- SNI 03-1968-1990. : Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

Tujuan :

Dapat menentukan distribusi atau prosentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar untuk digunakan dalam campuran beton.

Alat dan Bahan :

- **Alat**
- Timbangan, Kapasitas 5 Kg dengan ketelitian 0.1 gr

- Riffle sampler, Alat yang terbuat dari logam yang berbentuk persegi yang berfungsi membagi dua agregat menjadi dua bagian yang sama.
- Ayakan
- Mesin Penggetar
- Kuas
- Cawan

- **Bahan**

Benda uji diperoleh diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 1 kg.

Prosedur Pengujian :

a. Analisa Ayak Agregat Halus

- 1) Agregat halus dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^0$, sampai berat tetap.
- 2) Ambil agregat dengan cara yang telah ditentukan, lalu timbang agregat halus tersebut sesuai dengan jumlah (gram) yang telah ditentukan pula.
- 3) Saring benda uji tersebut dengan menggunakan ayakan 4.75mm.
- 4) Setelah diayak, agregat tersebut dibersihkan dengan sikat kawat dimulai dari ayakan lalu ditimbang.
- 5) Untuk agregat halus yang tertahan saringan 4.75mm dipisahkan dan ditimbang

b. Analisa ayak agregat kasar

- 1) Ambil agregat yang dibutuhkan dengan cara pengambilan yang telah ditentukan sesuai dengan jumlah (gr) yang telah ditentukan pula.
- 2) Saring agregat tersebut kedalam ayakan 4.75mm,
- 3) Setelah diayak, agregat yang tertahan ayakan 4.75mm ditimbang masing-masing ayakan.
- 4) Untuk agregat yang lolos ayakan 4.75mm dipisahkan dan ditimbang pula.
- 5) Setelah praktek uji gradasi ini selesai masukkan data kedalam form yang sudah disediakan.

Perhitungan :

$$\% \text{ Tertahan di } a \text{ mm} = \frac{W_1}{W_{total}} \times 100\%$$

Dimana :

W_1 = berat agregat tertahan di ukuran ayakan a mm (gram)

W_{total} = berat agregat total (gram)

3.3 Pembuatan Benda Uji

1. Komposisi Campuran / Mix Design

Dalam perencanaan pembuatan beton terlebih dahulu dilakukan perancangan pembuatan benda uji yang sering disebut dengan *Mix Design*. *Mix Design* bertujuan untuk mendapatkan komposisi campuran beton dengan kualitas dan kuantitas yang sebaik-baiknya. Namun pada penelitian ini penulis tidak akan menggunakan *Mix Design* sebagai dasar penentuan komposisi benda uji, hal itu disebabkan karena keterbatasan sarana yang terdapat di Laboraturium. Oleh karena itu, pembuatan benda uji beton dilakukan dengan metoda **perbandingan volume**. Berikut adalah komposisi campuran beton yang akan dibuat :

Tabel 3.1 Rencana perbandingan campuran beton

No.	Perbandingan	Rencana Campuran			Jenis Pengujian	Dimensi Benda Uji	Jumlah Benda Uji Pada Umur			
		Semen	Pasir				Batu Pecah	7 Hr	28 Hr	Total
			Cimalaka	Limah Timah						
	1 : 2 : 3	1	2		3	Kuat tekan	15x15 cm	1	1	2
		1		2	3	Kuat tekan	15x15 cm	1	1	2
		2	1	1	3	Kuat tekan	15x15 cm	1	1	2
2	1 : 2 : 6	1	2		6	Kuat tekan	15x15 cm	1	1	2
		1		2	6	Kuat tekan	15x15 cm	1	1	2
		1	1	1	6	Kuat tekan	15x15 cm	1	1	2
3	1 : 1 : 2	1	1		2	Kuat tekan	15x15 cm	1	1	2
		1		1	2	Kuat tekan	15x15 cm	1	1	2
		1	0,5	0,5	2					
Jumlah Total								8	8	16

Sesuai Table 3.1 Rencana perbandingan beton di atas, penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan cara **Perbandingan Volume** .

1. Pencampuran Benda Uji

Referensi :

- SNI 03-2493-1991

Tujuan :

Menyatukan atau menjadi campuran beton yang terdiri dari semen, air dan agregat yang telah ditentukan jumlahnya sebelumnya menjadi suatu adukan yang homogeny.

Alat dan Bahan :

• Alat

- Mesin Pengaduk
- Skop atau sendok
- Kotak spesi
- Cawan / gelas ukur
- Cetakan
- Batang pemadat

• Bahan

- Semen, Agregat Kasar, Agregat Halus, Air, Bahan tambah

Prosedur Pengujian :

- 1) Siapkan kebutuhan yang telah direncanakan.
- 2) Untuk pasir yang dipakai adalah lolos ayakan 12,5 mm dan untuk batu pecah dipakai yang lolos 19 mm dn telah dicuci dengan tujuan untuk mengurangi kadar lumpur.
- 3) Nyalakan terlebih dahulu mesin pengadukan, biarkan hingga putaran konstan. Kemudian tuangkan sedikit air (mesin tetap berputar) atur kemiringan molen adukan sehingga air melumasi seluruh permukaan dalam molen.
- 4) Masukkan pasir dan batu pecah terlebih dahulu hingga tercampur merata, kemudian masukkan semen.
- 5) Masukkan semen sedikit demikian sedikit dan atur kemiringan mesin pengadukkan hingga adukan tercampur dengan sempurna.
- 6) Setelah adukan homogen tuangkan adukan ke dalam kotak spesi.

- 7) Segera tuangkan ke dalam cetakan yang telah disediakan dengan menggunakan skop atau sendok besar sambil dipadatkan dengan batang pemadat sebanyak 3 (tiga) lapisan adukan.

2. *Slump Test*

Referensi :

- ASTM C.143a-97
- SNI 03-1972-1990

Tujuan :

Mampu melakukan penentuan nilai kekentalan (*viscosity*)/ plastisitas beton segar dengan mengukur penurunan beton segar setelah dipadatkan dengan alat slump, dalam satuan panjang (mm atau cm).

Alat dan Bahan :

• **Alat**

- *Slump Test Meter*
- Meteran
- Sendok Spesi dan Ruskam

• **Bahan**

- Beton segar (yang diambil segera setelah selesai pengadukan).

Prosedur Pengujian :

- 1) Bersihkan peralatan slump dengan alat bantu, kemudian basahi dengan lap lembab.
- 2) Letakan alat slump pada tempat yang kokoh serta posisi datar/ rata.
- 3) Isikan beton yang di uji ke dalam alat, sebanyak 3 lapis, tiap lapis dipadatkan dengan batang pemadat sebanyak 25 kali. Penusukan dilakukan secara merata (memutar) dan penusukan sampai lapisan bagian bawah untuk tiap lapisannya, pada bagian sisi alat posisi tongkat penusuk juga dimiringkan.
- 4) Segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dan singkikan sisa benda uji disekitar alat.

- 5) Angkat cetakan secara perlahan dengan posisi tegak lurus. (jangka waktu dari pengisian cetakan sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit).
- 6) Segera balikan cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping benda uji, ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

3.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Referensi :

- SNI 03-1974-1990 , Pengujian kuat tekan beton

Tujuan :

Dapat menentukan besarnya kemampuan beton menerima beban tekan, sesuai dengan prosedur pengujian yang digunakan.

Alat dan Bahan :

• Alat

- Mesin Penekan, Kapasitas > 2500 KN
- Timbangan Ketelitian 1 gr
- Cetakan Baja, Kubus ukuran 15 cm dan atau silinder dia. 15x30 cm
- Pematik, Dapat berupa vibrator atau batang pemadat terbuat dari baja ϕ 16 mm, panjang 60 cm.
- Alat bantu lainnya

• Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji yaitu campuran beton segar yang ada dalam mesin pengaduk (*concrete mixer*), komposisi bahan sesuai dengan hasil perancangan campuran beton.

Prosedur Pengujian :

Prosedur pengujian meliputi, pembuatan benda uji dan pembebanan tekan.

A. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji, mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Siapkan cetakan beton, periksa dimensinya, kemudian kencangkan penguatnya serta lumasi dengan olie atau sejenisnya secara tipis.
2. Isi cetakan dengan adukan beton segar, masing-masing: untuk slump >75 mm sebanyak 3 lapis, tiap lapisan ditumbuk/ditusuk sebanyak 25 kali secara merata, sedangkan untuk slump <25 mm digetar sebanyak 2 lapis, tiap lapis digetar selama 10-15 detik, dan untuk slump antara 25-75 mm dapat dilakukan penumbukan atau penggetaran tetapi harus dapat jamminnan beton tidak terjadi segregasi dan bleeding.
3. Ratakan permukaan cetakan, menggunakan ruskam atau sejenisnya.
4. Letakkan cetakan di ruang lembab dan bebas dari getaran sampai berumur ± 24 jam, kemudian buka cetakan dan keluarkan benda uji secara hati-hati.
5. Perawatan (*curing*) benda uji dapat dilakukan dengan cara: direndam dalam air pada suhu normal atau disimpan di ruang lembab, sampai umur waktu pengujian (ASTM C.551).

B. Pembebanan Tekan

Pembebanan tekan benda uji, mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Keluarkan benda uji dari tempat penyimpanan, lap permukaannya, kemudian timbang dan ukur dimensinya, masukkan data pengukurannya pada tabel.
2. Apabila benda uji tekan berbentuk silinder, maka salah satu permukaannya harus dilakukan perataan (*capping*), yaitu dengan menggunakan mortar atau campuran belerang dan pasir bangsa, dengan ketebalan maks. 10 mm (ASTM C.39)
3. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
4. Jalankan mesin penekan dengan kecepatan pembebanan $1,4 \text{ kg/cm}^2$ sampai $3,5 \text{ kg/cm}^2$ (20-50 Psi) untuk setiap detiknya.

5. Catat beban maksimum, kemudian masukkan pada tabel. Hitung kekuatan tekan, kekuatan tekan rata-rata, standar deviasi, dan kekuatan tekan karakteristik (kekuatan tekan spesifik).

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengujian Agregat Kasar

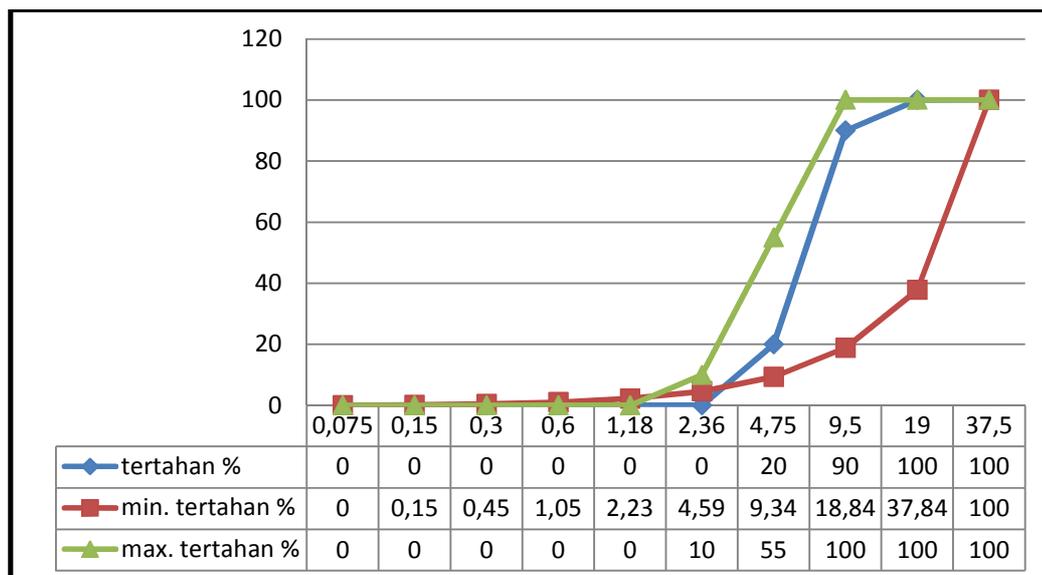
Dalam penelitian ini pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis, penyerapan, berat isi. Kualitas dari agregat kasar ini akan menentukan karakteristik kuat tekan beton yang dibuat.

4.1.1 Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan agregat kasar dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990 “Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar”. Dari hasil analisa, didapat agregat kasar yang dipakai masuk ke dalam zona 2 menurut tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Saringan Agregat Kasar

Ukuran ayakan (mm)	Tertahan Berat (gram)		Prosen (%)			Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
	I	II	I	II	Rata-Rata		
37.5	0	0	0	0	0	0	100.00
19	46	285	0.38	2.25	1.32	1.32	98.68
9.5	9700	3800	79.56	30.07	54.81	56.13	43.87
4.75	1900	7950	15.58	62.90	39.24	95.37	4.63
2.36	250	195	2.05	1.54	1.80	97.17	2.83
1.18	55	72	0.45	0.57	0.51	97.68	2.32
0.6	50	55	0.41	0.44	0.42	98.10	1.90
0.3	50	52	0.41	0.41	0.41	98.51	1.49
0.15	34	67	0.28	0.53	0.40	98.92	1.08
0.075	107	163	0.88	1.29	1.08	100.00	0.00
Jumlah	12192	12639	100	100	100	743.193	0
FM						6.432	



Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

4.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1969-1990, “Metoda Pengujian BJ dan Penyerapan Air Agregat Kasar”. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat kasar jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry-SSD*) dengan berat air suling yang volumenya sama dengan volume agregat kasar dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Sampel Benda Uji	Keterangan	Hasil Pengujian
Berat benda uji SSD (gram)	B _j	2000
Berat benda uji SSD di dalam Air (gram)	B _a	1300
Berat benda uji Kering Oven (gram)	B _k	1900
Berat Jenis kering permukaan jenuh	B _j /(B _j -B _a)	2.857
Berat Jenis (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	B _k /(B _j -B _a)	2.714
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	B _k /(B _k -B _a)	3.167
Penyerapan	$\left(\frac{B_j - B_k}{B_k}\right) \times 100\%$	5.26%

4.1.3 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan dengan SNI 03-3637-1994 tentang Metode Pengujian Berat Isi Agregat. Tujuannya adalah untuk mengetahui bobot isi lepas dan padat pada agregat kasar. Berat isi dari agregat untuk beton normal berkisar antara 1.20 - 1,75 gr/cm³.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Kontainer + Agregat (gram)	A	15276,7	15693,9
Berat Kontainer (gram)	B	4695,1	4695,1
Berat Agregat (gram)	C=A - B	10581,6	10998,8
Volume Kontainer (cm ³)	D	7115	7115
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1,4872	1,5459
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1,51655	

4.1.4 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Dari hasil pengujian Agregat kasar didapat data sebagai berikut

1. Analisa saringan didapat nilai modulus kehalusan 6.432, agregat kasar tersebut memenuhi syarat nilai modulus kehalusan yang berkisar antara 6.0 sampai 7.1.
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air didapat nilai berat jenis 2.714 telah memenuhi syarat minimum dan penyerapan airnya sebesar 5.26 %.
3. Pengujian berat isi didapat nilai berat isi padat 1.51 gr/cm³, agregat tersebut memenuhi syarat untuk beton normal berkisar antara 1.20-1,75 gr/cm³.

4.2 Pengujian Agregat Halus

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

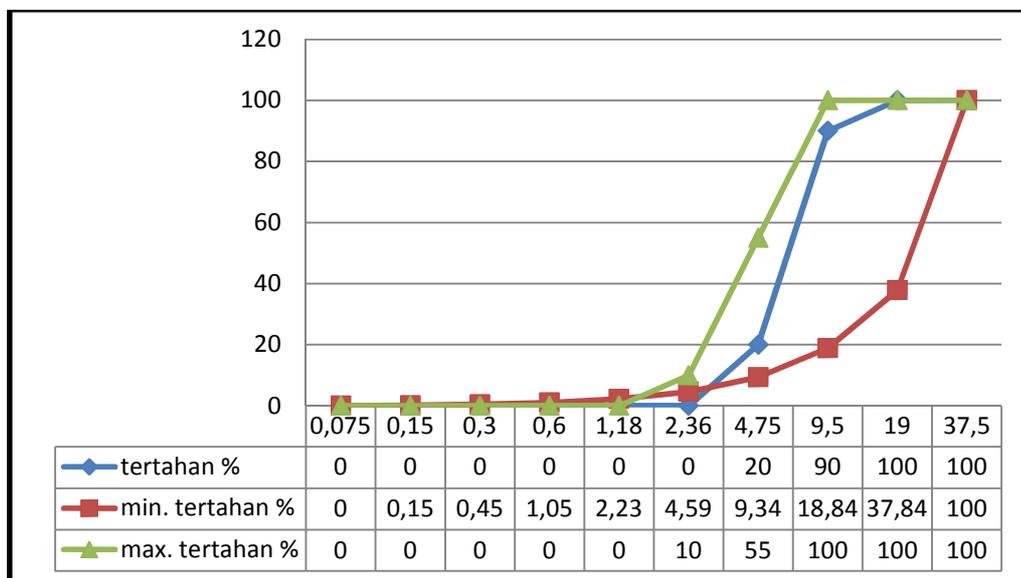
4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat harus dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990 tentang pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus. Tujuannya adalah untuk menentukan susunan besar butir agregat halus serta untuk menentukan modulus kehalusannya. Dari hasil analisa, didapat agregat

halus yang dipakai masuk ke dalam zona 2 (pasir agak kasar) menurut grafik pada gambar 2.6 – 2.9. Sedangkan untuk modulus kehalusan yang diisyaratkan berkisar antar 1,5 sampai 3,8.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus

Ukuran	Tertahan					Kumulatif	
	Berat (gram)		Prosen (%)			Tertahan	Lolos
(mm)	I	II	I	II	Rata-Rata	(%)	(%)
9.5	0	0	0	0	0	0	100
4.75	24.75	25.75	4.5	5	4.75	4.75	95.25
2.36	93.5	97.85	17	19	18	22.75	77.25
1.18	148.5	128.75	27	25	26	48.75	51.25
0.6	143	118.45	26	23	24.5	73.25	26.75
0.3	82.5	97.85	15	19	17	90.25	9.75
0.15	57.75	46.35	10.5	9	9.75	100	0
0.075	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	550	515	100	100	100	339.75	
FM						3.3975	



Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

4.2.2 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1970-1990, “Metoda Pengujian BJ dan Penyerapan Air Agregat Halus”. Pengujian bj dan penyerapan air agregat kasar ini bertujuan 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.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Nomor contoh		I	II	III
Berat benda uji SSD (gram)	Bj	512	504	530
Berat gelas + tutup+ air (gram)	Bp	2173	2165	2170
Berat gelas + tutup+ air + benda uji (gram)	Bpj	2490	2488	2498
Berat benda uji kering oven (gram)	Bk	501.8	493.9	519
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	Bj/(Bj+Bp-Bpj)	2.626	2.785	2.624
		2.678		
Berat jenis kering (Curah)	Bk/(Bj+Bp-Bpj)	2.573	2.729	2.571
		2.624		
Berat Jennis Semu (<i>Apparent</i>)	Bk/(Bk+Bp-Bpj)	2.716	2.890	2.714
		2.773		
Penyerapan air (%)	((Bj- Bk)/Bk)x100	2.041	2.041	2.041
		2.041		

4.2.3 Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan dengan SNI 03-3637-1994 tentang Metode Pengujian Berat Isi Agregat. 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 4.6 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Kontainer + Agregat (gram)	A	7218.6	7266.8
Berat Kontainer (gram)	B	2701	2701
Berat Agregat (gram)	C=A - B	4517.60	4565.80
Volume Kontainer (cm ³)	D	2642	2642
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	C / D	1.71	1.73
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.72	

4.2.4 Hasil Pengujian Agregat Halus

Dari hasil pengujian Agregat kasar didapat data sebagai berikut

1. Analisa saringan didapat nilai modulus kehalusan 3.39, agregat halus tersebut memenuhi syarat nilai modulus kehalusan yang berkisar antara 1.5 sampai 3.8.
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air didapat nilai berat jenis 2.678 telah memenuhi syarat minimum dan penyerapan airnya sebesar 2.041 %.
3. Pengujian berat isi didapat nilai berat isi padat 1.72 gr/cm³, agregat tersebut memenuhi syarat untuk beton normal berkisar antara 1.20-1,75 gr/cm³.

4.3 Rencana Campuran Beton

Rencana campuran beton yang akan di buat pada penelitian ini menggunakan perbandingan jumlah semen, betu pecah, dan pasir sungai atau pasir laut. Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar yang lolos saringan ¾" (19.00 mm,) agregat halus agregat halus yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm), namun tertahan pada saringan no. 4 (4,75 mm). dan menggunakan semen tiga roda tipe 1.

Penulis membuat rencana campuran beton normal sebanyak 2 jenis campuran. Campuran beton normal dengan tambahan *accelerator* dan tanpa penambahan *accelerator*, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4.7 Rencana Jumlah Sample Beton

Sample	Rencana Campuran	Jenis Pengujian	Dimensi Benda Uji (cm)	Jumlah Benda Uji Pada Umur			
				7	14	28	Total
Normal	1:3:5	Kuat tekan	15x15x15	1	1	1	3
Serbuk kayu	1:3:5	Kuat tekan	15x15x15	3	3	3	9
Jumlah Total				4	4	4	12

4.4 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:

1. Agregat Kasar

Diameter agregat maksimal	= 19,00mm
Berat jenis agregat	= 2.714 kg/m ³
Penyerapan Air	= 5.26 %
Berat Isi (<i>dry roded mass</i>)	= 1.35 gr/cm ³

2. Agregat Halus

Diameter agregat maksimal	= 4,750mm
Berat jenis agregat	= 2.678 kg/m ³
Penyerapan Air	= 5.26 %
Berat Isi (<i>dry roded mass</i>)	= 1.72 gr/cm ³

3. Semen Tipe I

Berat jenis (<i>specivic gravity</i>)	= 3,15 kg/m ³
---	--------------------------

Untuk mengetahui kebutuhan bahan material beton yang akan digunakan pada penelitian ini, di lakukan analisa volume kebutuhan semen, pasir, batu pecah dan air terlebih dahulu.

Tabel 4.8 Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara untuk Berbagai *Slump* dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum.

<i>Slump</i> (cm)	Air yang diperlukan tiap m ³ adukan beton (ltr/kg) Untuk ukuran agregat maksimum (mm)							
	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 data hasil pengujian agregat yang telah dilakukan dalam *slump* (cm) 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 dan nilai slump diperkirakan berkisar antara 7,5 hingga 10 cm.

Berdasarkan uraian perhitungan analisa untuk 1 buah benda uji kubus di atas, maka kebutuhan bahan untuk melaksanakan pembuatan benda uji beton normal dengan perbandingan 1 : 3 : 5 adalah :

$$\text{Volume kubus} = S^3 = 0.15^3 = 0.003375 \text{ m}^3$$

$$\text{Perbandingan semen} = \frac{1}{9} \times 0.00375 = 0.000375 \text{ m}^3$$

$$\text{Perbandingan agregat halus} = \frac{3}{9} \times 0.00375 = 0.001125 \text{ m}^3$$

$$\text{Perbandingan agregat kasar} = \frac{5}{9} \times 0.00375 = 0.001875 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan semen} = 0.0003375 \text{ m}^3 \times 3150 \text{ kg/m}^3 \times 12 = 12.75 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan agregat halus} = 0.001125 \text{ m}^3 \times 2624 \text{ kg/m}^3 \times 12 = 35.424 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan agregat kasar} = 0.001875 \text{ m}^3 \times 2714 \text{ kg/m}^3 \times 12 = 61.065 \text{ kg}$$

Kebutuhan serbuk kayu 0.5% = 0.5% x 1.181x3	= 0.19 kg
Kebutuhan serbuk kayu 1.5% = 1.5% x 1.181x3	= 0.53 kg
Kebutuhan serbuk kayu 2.5% = 2.5% x 1.181x3	= 0.89 kg

Penambahan cairan *accelerator* tidak terlalu berpengaruh pada proporsi campuran beton. Jadi tidak ada perubahan pada berat campuran semen, agregat ataupun air.

4.5 Pelaksanaan Campuran Beton

Pelaksanaan campuran beton pada penelitian ini proses pencampuran beton dilaksanakan secara manual menggunakan alat - alat pencampur manual dan dilakukan oleh peneliti sendiri dan juga rekan-rekan mahasiswa sipil lainnya Tujuannya untuk mendapatkan hail yang optimal. Lamanya waktu pencampuran berkisar antara 5 sampai 15 menit atau sampai adukan beton benar – benar tercampur secara merata. Dari mulai penimbangan bahan pembuat beton, penaburan dan pencampuran bahan, pengujian slump, pengecoran beton hingga pemadatan.



Gambar 4.3 Alat Yang di Gunakan pada Pembuatan Campuran Beton

4.5.1 Pengujian *Slump* Beton

Setelah pencampuran beton di rasa sudah homogen, terlebih dahulu dilakukan pengujian *slump* dengan menggunakan kerucut Abrams, mengacu kepada SNI 03-1 972-1990 tentang cara uji slump beton. Hasil pengujian *slump* pada masing-masing campuran beton dapat di lihat seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4.9 Hasil Pengujian *Slump*

Sampel Benda Uji	<i>Slump</i> (mm)	Keterangan
campuran beton normal	75	Campuran beton dengan perbandingan 1 : 3 : 5



Gambar 4.4 Pengujian *Slump* Beton

Slump yang direncanakan pada berbagai macam komposisi perbandingan dalam penelitian ini yaitu sebesar 75 - 100 mm. Dari hasil pengukuran *slump* beton diketahui bahwa perbandingan campuran beton normal memiliki *slump* sebesar 75 mm.

4.5.2 Pengecoran dan Pematatan

Pengecoran dan pematatan beton dilakukan setelah proses pengujian *slump* selesai. Sebelum pengecoran beton dilakukan olesi cetakan dengan oli terlebih dahulu agar permukaan betonnya tidak rusak, dan memudahkan pada saat cetakan di lepaskan. Lalu masukan beton segar ke dalam cetakan kubus (15x15x15) cm, sedikit demi sedikit dan setiap 1/3 volume cetakan kubus campuran beton dipadatkan dengan besi pematat dengan cara ditusuk - tusuk dan di getarkan dengan cara memukul - mukul cetakan dengan menggunakan palu karet agar di dalamnya padar tidak memiliki banyak rongga.

Setelah proses pengecoran dan pematatan selesai, kemudian ratakan permukaan atas beton hingga air semen naik keatas permukaan dan membuat

permukaan beton menjadi halus. Kemudian beton tersebut di diamkan selama 24 jam di dalam cetakan sampai beton cukup kering dan bisa menahan bebannya sendiri.



Gambar 4.5 Gambar Pada Saat Pematatan

4.5.3 Perawatan Beton

Setelah benda uji beton dilepaskan dari cetakan, selanjutnya melakukan proses perawatan beton dengan cara merendam beton didalam air selama waktu tertentu. Dalam penelitian ini benda uji akan di tes pada umur 7 dan 14 hari.

Proses perawatan beton ini 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. Seiring berjalannya waktu proses pengerasan berjalan secara terus menerus hingga diperoleh kekuatan semen yang semakin baik.

4.5.4 Pengujian Berat Sample Kering

Pengujian berat sampel beton kering dilakukan setelah proses perawatan beton atau perendaman dalam air dilakukan sesuai dengan umur beton yang akan

di uji. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan beton berat sampel benda uji ditimbang berikut adalah hasil Pengujian berat sampel beton kering pada umur 7 dan 14 hari.

1. Berat Sampel Pada Umur 7 Hari

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Beton Kering Pada Umur 7 Hari

Sampel Benda Uji	Berat Benda (kg)	Keterangan
0.00%	7.8	Campuran beton normal
0.50%	7.7	Campuran beton normal + 0,5% serbuk kayu
1.50%	7.4	Campuran beton normal + 1,5% serbuk kayu
2.50%	7.5	Campuran beton normal + 2,5% serbuk kayu

Dari data hasil pengujian berat sampel beton kering pada umur 14 hari didapat berat sampel beton kering pada masing - masing campuran yaitu 7.8 kg, 7.5 kg, 7.5 kg, 7.6 kg.

2. Berat Sampel Pada Umur 14 Hari

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Berat Beton Kering Pada Umur 14 Hari

Sampel Benda Uji	Berat Benda (kg)	Keterangan
0.00%	7.9	Campuran beton normal
0.50%	7.8	Campuran beton normal + 0,5% serbuk kayu
1.50%	7.7	Campuran beton normal + 1,5% serbuk kayu
2.50%	7.5	Campuran beton normal + 2,5% serbuk kayu

Dari data hasil pengujian berat sampel beton kering pada umur 21 hari didapat berat sampel beton kering pada masing - masing campuran yaitu 7.5 kg, 7.6 kg, 7.9 kg, 7.7 kg.

4.5.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian Kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan terhadap benda uji kubus pada umur beton 7 dan 14 hari masa perendaman beton dengan alat seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.6 Alat Uji Tekan (*Compression Testing Machine*)

Dalam penelitian ini untuk menguji kuat tekan beton menggunakan alat uji tekan (*Compression Testing Mchine*) yang ada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Sangga Buana Bandung dengan kapasitas pengujian hingga 2000 KN.

Cara perhitungan uji kuat tekan beton adalah 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. Pengujian sample beton yang di tes pada urnur 7 hari dan 14 hari adalah sebagai berikut:

1. Uji kuat tekan pada umur 14 hari

Berikut adalah data hasil pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini berdasarkan beban yang dapat dipikul oleh masing – masing benda uji pada umur 14 hari.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 14 Hari

Benda Uji	Umur	A	P
	(hari)	(mm ²)	(N)
BN	14	22500	52000
BATK 0,5%	14	22500	45000
BATK 1,5%	14	22500	43000
BATK 2,5%	14	22500	43500

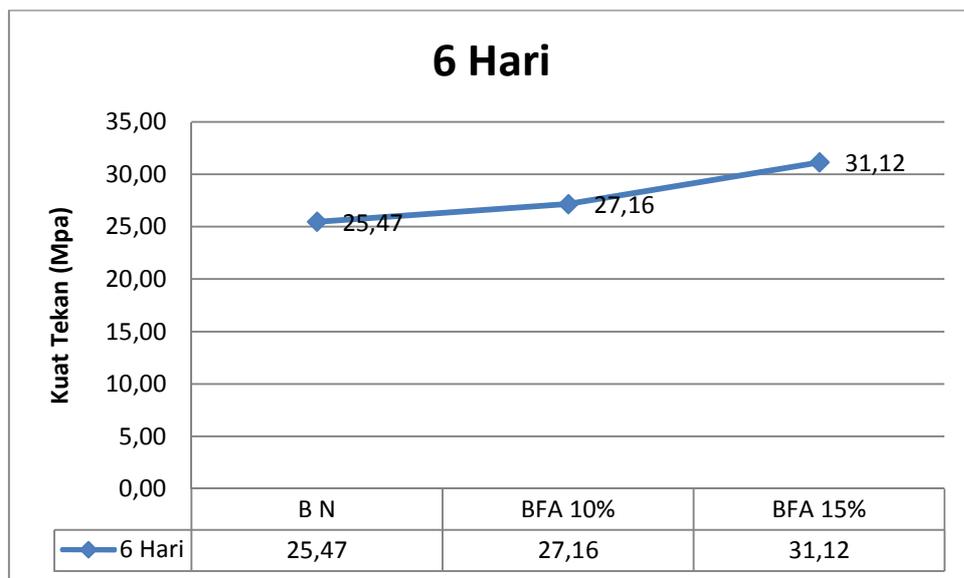
4.6 Perhitungan Kuat Tekan Beton

Untuk menghitung kuat tekan beton dari hasil pembebanan benda uji, bisa digunakan rumus kuat tekan adalah beban maksimum di bagi luas penampang: $\frac{P}{A}$. Sedangkan untuk penggunaan table 2.3 perhitungan kuat tekan beton dengan benda uji kubus harus melalui konversi seperti yang tertulis pada persamaan 1.1. Data kuat tekan yang dihasilkan dapat digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan di hari sebelum umur 28 hari. Dari table 4.15 didapat nilai kuat tekan kubus f'_{ck} dan untuk kuat tekan silinder f'_c seperti pada table 4.16 di bawah ini:

Dari hasil perhitungan di atas maka di dapat hasil perhitungan kuat tekan beton pada umur 6 hari pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton Pada Umur 6 Hari
Terkonversi

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f' _c (N/mm ²) (Mpa)
1	B N	6	17,671	450	25,47
2	BFA 10%	6	17,671	480	27,16
3	BFA 15%	6	17,671	550	31,12



Gambar 4.7 Grafik Kuat Tekan Beton 6 Hari

Kuat lentur teoritis

Perkiraan kuat lentur beton kubus hasil rancangan pada umur 6 hari adalah:

F'_c = konversi dari beton silinder terhadap beton kubus x kuat tekan rencana

$$= 0,83 \times 31,12$$

$$= 25,82 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat Lentur Teoritis} = 0,94 \sqrt{f'_c}$$

$$= 0,94 \sqrt{25,82} = 4,776 \text{ Mpa}$$

$$\text{Kuat lentur aktual} = 4,776 \text{ Mpa}$$

Hasil dari pengujian di laboratorium perbandingan antara perhitungan dilaboratorium dengan hasil teoritis didapatkan bahwa :

Hasil perhitungan lab < Hasil perhitungan rencana (design) 4,287 Mpa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP didapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Beton dengan campuran Abu terbang (FlyAsh) sebanyak 10% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 52,63 MPa.
2. Beton dengan campuran Abu terbang (FlyAsh) sebanyak 15% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 55,46MPa.

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f'c (N/mm ²) (Mpa)
1	B N	14 hari	17,671	690	39,05
2	BFA 10%	14 hari	17,671	930	52,63
3	BFA 15%	14 hari	17,671	980	55,46

Kuat lentur teoritis

Perkiraan kuat lentur beton kubus hasil rancangan pada umur 28 hari adalah:

$F'c$ = konversi dari beton silinder terhadap beton kubus x kuat tekan rencana

$$\begin{aligned} &= 0,83 \times 55,46 \\ &= 46,03 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Lentur Teoritis} &= 0,94 \sqrt{F'c} \\ &= 0,94 \sqrt{46,03} = 6,513 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\text{Kuat lentur aktual} = 6,513 \text{ Mpa}$$

5.2 Saran

Dari uraian kesimpulan diatas dengan merujuk pembahasan dan hasil penelitian :

Penelitian Labolatorium yang dilakukan adalah :

1. Perlu diadakan lagi penelitian lebih lanjut terkait beton yang mengandung FlyAsh lebih dari 15%. Karena menurut penulis beton menggunakan SilicaFume sebanyak 15% mendapatkan Range Kuat Tekan besar dibandingkan campuran Fly Ash sebesar 15%.
2. Dalam pengujian ini, campuran fly ash 25% dapat di gunakan untuk beton mutu tinggi dengan mutu K-600.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Cipta Karya. 1971. **Peraturan Beton Indonesia 1971**. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1990. **Metoda Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar**. *SNI 03-1968-1990*. Indonesia: Kementrian PU.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1990. **Metoda Pengujian Tentang Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus**. *SNI 03-1970-1990* Indonesia: Kementrian PU.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1990. **Metoda Pengujian Slump Beton**. *SNI 03-1972-1990* Indonesia: Kementrian PU.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1991. **Metoda Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium**. *SNI 03-2493-1991*. Indonesia: Kementrian PU.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1990. **Metoda Pengujian Kuat Tekan Beton**. *SNI 03-1974-1990*. Indonesia: Kementrian PU.
- Mulyono, Tri. 2004. **Teknologi Beton**. Jakarta: Penerbit Andi.
- POLBAN. 2008. **Pembuatan dan Pengujian Beton Normal**. Indonesia: POLBAN.
- Cahyadi, Wahyu Dwi. 2012. **Studi Kuat Tekan Beton Mutu Rendah Yang Mengandung Abu Sekam Padi dan Limbah Adukan Beton**. Depok: Universitas Indonesia.
- Kusuma, G Sagel, R., dan Kole, P.1991. **Pedoman Pengerjaan beton** . *SK SNI T-15-03*. Jakarta : Erlangga.