

TUGAS AKHIR

KAJIAN BETON MUTU TINGGI FC' 35 TERHADAP STRUKTUR SHEETPILE DENGAN TARGET PENCAPAIAN 80% TERHADAP KUAT TEKAN RENCANA DALAM HITUNGAN 3 JAM

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Akademis

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

Disusun Oleh :

Agustinus Melkias Sopaheluwakan

2112187010



JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SANGGA BUANA

YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN

BANDUNG

2020

LEMBAR PENGESAHAN & PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR

**KAJIAN BETON MUTU TINGGI FC' 35 TERHADAP STRUKTUR
SHEETPILE DENGAN TARGET PENCAPAIAN 80% TERHADAP
KUAT TEKAN RENCANA DALAM HITUNGAN 3 JAM**

Disusun Oleh :

Nama : Agustinus Melkias Sopaheluwakan
NPM : 2112187010

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

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul **“kajian beton mutu tinggi fc’ 35 terhadap struktur sheetpile dengan target pencapaian 80% terhadap kuat tekan rencana dalam hitungan 3 jam”** 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,

Agustinus Melkias Sopaheluwakan

2112187010

**KAJIAN BETON MUTU TINGGI FC' 35 TERHADAP
STRUKTUR SHEETPILE DENGAN TARGET PENCAPAIAN
80% TERHADAP KUAT TEKAN RENCANA DALAM
HITUNGAN 3 JAM**

Oleh

Agustinus Melkias Sopaheluwakan

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

© Agustinus Melkias Sopaheluwakan 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

Beton merupakan komposisi bahan bangunan yang paling sering digunakan pada proyek pembangunan gedung – gedung bertingkat. Selain karena bahan – bahannya yang mudah didapat, beton juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari proses pengerjaannya yang mudah dan proses pembuatannya yang tidak memakan waktu cukup lama. Hal tersebut dikarenakan bahwa sekarang ini banyak sekalibermunculan teknologi – teknologi beton yang ditemukan, baik teknologi bahan campurannya maupun pada proses perawatannya.

Berdasarkan hasil penelitian di labolatorium Universitas Sangga Buana YPKP didapat kesimpulan sebagai berikut. 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 25,47 MPa. Beton dengan campuran Abu terbang (FlyAsh) sebanyak 25% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 34,52MPa. Dari uraian kesimpulan diatas dengan merujuk pembahasan dan hasil penelitian, Penelitian Labolatorium yang dilakukan adalah, Perlu diadakan lagi penelitian lebih lanjut terkait beton yang mengandung FlyAsh lebih dari 25%. Karena menurut penulis beton menggunakan SilicaFume sebanyak 25% mendapatkan Range Kuat Tekan besar dibandingkan campuran Fly Ash sebesar 15%. Dalam pengujian ini, campuran fly ash 25% dapat di gunakan untuk beton mutu tinggi dengan mutu K-400.

Kata kunci : pasir, campuran, beton

ABSTRACT

Concrete is a composition of building materials most often used in construction projects for multi-storey buildings. Apart from being easy to get, concrete also has high economic value. This can be seen from the easy process and the manufacturing process which does not take long enough. That is because that at this time a lot of emerging concrete technologies are found, both the technology of the mixture and the treatment process.

Based on the results of research in the laboratory of Sangga Buana YPKP University, the following conclusions can be obtained. Concrete with fly ash mixture (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 25.47 MPa. Concrete with a mixture of fly ash (FlyAsh) as much as 25% of cement and 0.90% mixture of SikaViscocrete (Additive) after the compressive strength test has a high compressive strength value of 34.52MPa. From the description above conclusions by referring to the discussion and research results, the Labolatorium Research conducted is, It is necessary to hold further research related to concrete containing more than 25% FlyAsh. Because according to the authors the concrete uses SilicaFume as much as 25% to get a large Compressive Strength Range compared to the Fly Ash mixture of 15%. In this test, a 25% fly ash mixture can be used for high quality concrete with K-400 quality.

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 BETON MUTU TINGGI FC’ 35 TERHADAP STRUKTUR SHEETPILE DENGAN TARGET PENCAPAIAN 80% TERHADAP KUAT TEKAN RENCANA DALAM HITUNGAN 3 JAM”**. 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	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	
<i>ABSTRACT</i>	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-2
1.3.1. Maksud	I-2
1.3.2. Tujuan	I-2
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.5 Batasan Masalah.....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beton	II-6
2.1.1. Sifat Beton	II-7
2.2. Semen	II-7
2.2.1. Semen <i>Portland</i>	II-8
2.2.2. Pembuatan Semen <i>Portland</i>	II-9
2.2.3. Jenis – Jenis Semen <i>Portland</i>	II-10
2.2.4. Komposisi Semen	II-11
2.2.5. Kehalusan Semen.....	II-11
2.2.6. Persyaratan Semen <i>Portland</i>	II-11
2.3 Air.....	II-12
2.4. Agregat	II-14

2.4.1.	Agregat Halus	II-15
2.4.2.	Agregat Kasar	II-16
2.4.3.	Sifat Agregat	II-16
2.4.4.	Gradasi	II-17
2.4.5.	Besar Maksimum Butir Agregat	II-18
2.4.6.	Modulus Halus	II-18
2.4.7.	Kadar Air	II-20
2.4.8.	Pengembangan Volume Pasir	II-21
2.4.9.	Persyaratan Pasir	II-22
2.4.10.	Pemeriksaan Pasir	II-22
2.4.11.	Pengganti Pasir	II-23
2.6.	Campuran	II-29
2.7.	Kekuatan Tekan Beton	II-31
2.8.	Modulus Elastisitas	II-32
2.9.	Rangkak dan Susut	II-32
2.10.	Hidrasi dan Pengerasan Pasta Semen	II-34
2.11.	Porositas	II-38
2.13.	<i>Interface</i>	II-39
2.14.	Pengukuran Bahan	II-39
2.15.	Pengadukan Beton	II-40
2.16.	Pengangkutan Adukan Beton	II-41
2.17.	Penuangan Adukan Beton	II-41
2.18.	Pemadatan Adukan Beton	II-42
2.19.	Pekerjaan Peratatan	II-43
2.20.	Perawatan Beton	II-43
2.21.	Pemisahan Kerikil	II-43
2.22.	Pemisahan Air	II-44
2.23.	Percobaan Slam	II-44

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Bagan Alir Penelitian	III-46
3.2	Lokasi Penelitian	III-47
3.3	Waktu Penelitian	III-48
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	III-48
3.4.1	Alat penelitian.....	III-48
3.4.2	Bahan Penelitian	III-48
3.5	Benda Uji.....	III-48
3.5.1	Pembuatan dan Pematangan Benda Uji	III-48
3.6	Persiapan Pengujian	III-49
3.7	Cara Pengujian	III-49
3.8	Pengujian Karakteristik Agregat	III-50
3.8.1	Ukuran Maksimum Agregat Kasar	III-52
3.9	Penetapan Nilai <i>Slump</i>	III-52
3.10	Kadar Udara	III-52
3.11	Rasio Air – Semen	III-53
3.12	Jumlah Air	III-53
3.13	Rasio Pasir Terhadap Total Agregat (s/a)	III-54
3.14	Isi Campuran	III-55
3.15	Kadar Semen	III-55
3.16	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	III-56
3.16.1	Peralatan Yang Digunakan	III-56
3.16.2	Prosedur Pengujian Kuat Tekan Beton.....	III-56

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1	Pemeriksaan Bahan Dan Campuran Beto.....	IV-44
4.1.1	Agregat.....	IV-44
4.1.2	Semen.....	IV-45
4.1.3	Air.....	IV-45
4.2	Standar Pengujian.....	IV-45
4.3	Standar Dan Alat Pengujian.....	IV-46
4.4	Pengujian Agregat Kasar.....	IV-46
4.4.1	Analisa Saringan Agregat Kasar.....	IV-46

4.4.2	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar..	IV-49
4.4.3	Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.....	IV-51
4.4.4	Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	IV-53
4.5	Pengujian Agregat Halus.....	IV-53
4.5.1	Analisa Saringan Agregat Halus.....	IV-54
4.5.2	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.	IV-56
4.5.3	Pengujian Berat Isi Agregat Halus.....	IV-56
4.5.4	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	IV-58
4.5.5	Hasil Pengujian Agregat Halus.....	IV-59
4.6	Rencana Campuran Beton.....	IV-59
4.7	Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton.....	IV-60
4.8	Lokasi Penelitian.....	IV-60
4.9	Jenis Benda Uji.....	IV-60
4.10	Perancangan Beton f_c 40 Mpa.....	IV-61
4.10.1	Hitung Kuat Tekan Rata-Rata Beton, Berdasarkan Kuat Tekan Dan Margin $f_{cr} = m + f_c$	IV-61
4.10.2	Tetapkan Nilai Slump.....	IV-62
4.10.3	Pemilihan Ukuran Maksimum Agregat Kasar Dan Estimasi Kebutuhan Air Pencampur.....	IV-62
4.10.4	Tetapkan Nilai Faktor Air Semen Berdasarkan Tabel 4.14... IV-65	IV-65
4.10.5	Hitung Jumlah Semen Yang Diperlukan Dari Langkah 3 dan 4, Dengan Cara Jumlah Air Dibagi FAS.....	IV-65
4.10.6	Tetapkan Volume Agregat Kasar Berdasarkan Agregat Maksimum.....	IV-65
4.10.7	Estimasikan Berat Awal Beton Segar.....	IV-66
4.10.8	Hitunglah Agregat Halus.....	IV-67
4.10.9	Hitung Proporsi Bahan.....	IV-67
4.10.10	Koreksi Proporsi Campuran Air Agregat.....	IV-68
4.11	Pelaksanaan Campuran Beton.....	IV-69
4.12	Pengujian Slump Beton.....	IV-70
4.13	Pengecoran Dan Pematatan.....	IV-71
4.14	Perawatan Beton.....	IV-71

4.15	Pengujian Berat Sampel Beton Kering.....	IV-72
4.16	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	IV-73

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	V-76
5.2	Saran.....	V- 77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
2.1	Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus	II-15
2.2	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	II-16
2.3	Nilai Slump Yang Direkomendasikan Untuk Berbagai Jenis	II-26
3.1	Pemeriksaan Agregat Halus	III-37
3.2	Pemeriksaan Agregat Kasar	III-38
3.3	Ukuran Maksimum Agregat Kasar.....	III-39
3.4	Ketentuan Nilai Slump	III-39
3.5	Batas Jumlah Air Yang Disarankan Pada Beton	III-40
3.6	Perkiraan Air Campuran Dan Persyaratan Kandungan Udara	III-41
3.7	Tabel Koreksi	III-42
3.8	Daftar Konversi	III-43
4.1	Standar Pengujian Beton	IV-46
4.2	Hasil Pengujian Saringan Agregat Kasar	IV-48
4.3	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar	IV-51
4.4	Hasil Pengujian Berat Isi Pada Agregat Kasar	IV-53
4.5	Hasil Pengujian saringan Agregat Halus.....	IV-55
4.6	Hasil Pengujian Berat Dan Penyerapan Air Agregat Halus	IV-56
4.7	Hasil Pengujian Berat Isi Pada Agregat Halus	IV-57
4.8	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	IV-59
4.9	Tabel Rencana Campuran Beton.....	IV-60
4.10	Nilai Standar Deviasi Menurut ACI	IV-61
4.11	Mutu Beton.....	IV-61
4.12	Slump Yang Disyaratkan Menurut ACI.....	IV-62
4.13	Nominal Maksimum.....	IV-63
4.14	Perkiraan Air Campuran Dan Persyaratan Kandungan Udara	IV-63
4.15	Hubungan Antara Rasio Semen Air Dan Kuat Tekan Beton (SI).....	IV-65
4.16	Volume Agregat Kasar Persatuan Volume Beton Metode ACI.....	IV-65
4.17	Berat Beton Segar.....	IV-66
4.18	Hasil Perhitungan Beton 1 m ³	IV-68
4.19	Perbandingan Hasil Perhitungan Beton 1 m ³	IV-69
4.20	Hasil Pengujian Slump	IV-70

4.21	Hasil Pengujian Berat Sampel Beton Kering Pada Umur 7 Hari.....	IV-73
4.22	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 3 Jam.....	IV-74
4.23	Angka Kovenversi Kuat Tekan Beton	IV-75

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
2.1	Sampel Uji Kuat Tekan	II-8
2.2	Regangan (Strain).....	II-9
2.3	Kurva Stress-Strain	II-10
2.4	Contoh Kurva Tegangan-Regangan	II-10
2.5	Macam-Macam Bentuk Modulus Elastisitas	II-11
2.6	Regangan Longitudinal Dan Lateralal	II-12
2.7	Gradasi Menerus	II-22
3.1	Bagan Akir Penelitian	III-34
4.1	Pengujian Saringan Agregat Kasar.....	IV-47
4.2	Grafik Analisa Saringan agregat kasar	IV-49
4.3	Alat Dan Bahan Pengujian Berat Jenis	IV-59
4.4	Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Halus	IV-51
4.5	Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	IV-52
4.6	Alat Dan Bahan Analisa Saringan Agregat Halus	IV-54
4.7	Grafik Analisis Saringan Agregat Halus	IV-55
4.8	Alat Dan Bahan Pengujian Berat Isi Agregat Halus	IV-57
4.9	Alat Dan Bahan Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	IV-58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton adalah suatu material yang terbentuk dari campuran pasta semen (adukan semen dan air) dengan agregat (pasir dan kerikil), yang bisa ditambahkan suatu bahan *additive* atau *admixture* tertentu sesuai kebutuhan untuk mencapai kinerja (*performance*) yang diinginkan. Karena kondisi bahan campurannya yang sebagian besar bersifat alami sehingga tidak homogen, maka beton selalu merupakan suatu material yang bersifat heterogen secara internal (*Soepandji dkk, 2001*).

Beton merupakan komposisi bahan bangunan yang paling sering digunakan pada proyek pembangunan gedung – gedung bertingkat. Selain karena bahan – bahannya yang mudah didapat, beton juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari proses pengerjaannya yang mudah dan proses pembuatannya yang tidak memakan waktu cukup lama. Hal tersebut dikarenakan bahwa sekarang ini banyak sekalibermunculan teknologi – teknologi beton yang ditemukan, baik teknologi bahan campurannya maupun pada proses perawatannya.

Agregat biasanya menempati sekitar 75% dari isi total beton, maka sifat-sifat agregat ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras. Sifat agregat bukan hanya mempengaruhi sifat beton, akan tetapi juga mempengaruhi ketahanan (*durability*, daya tahan terhadap kemunduran mutu akibat siklus dari pembekuan – pencairan) (*Wang dan Salmon, 1985*).

Oleh karena itu pemilihan jenis agregat yang tepat sangat diperlukan untuk adukan beton tersebut sebagai bahan pengisinya, untuk menunjang kekuatan dan ketahanan beton yang akan dibuat. Di sisi lain perawatan (*curing*) beton juga perlu diperhatikan, karena dalam proses tersebut dapat menentukan keawetan dan keawetan beton normal maupun campuran.

Berdasarkan masalah tersebut maka peneliti tertarik untuk mengkaji persoalan dengan topik:

“KAJIAN BETON MUTU TINGGI FC’ 35 TERHADAP STRUKTUR SHEETPILE DENGAN TARGET PENCAPAIAN 80% TERHADAP KUAT TEKAN RENCANA DALAM HITUNGAN 3 JAM”

1.2. Perumusan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, penulis telah merumuskan hal – hal yang akan diteliti. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah perbandingan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari perbedaan campuran beton dengan menggunakan Zat additive type f?
2. Berapakah perbandingan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari perbedaan campuran beton normal dan beton campuran yang menggunakan additive type g ?
3. Apa yang menyebabkan perbedaan kekuatan yang dihasilkan dari penggunaan jenis additive yang berbeda?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk meneliti karakteristik beton yang dibuat dengan pengujian kuat tekan beton normal dan beton campuran pasir Abu Gunung Merapi di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP.

1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh data perbandingan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari perbedaan campuran beton dengan menggunakan zat additive type F

2. Memperoleh data perbandingan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari perbedaan campuran beton normal dan beton campuran yang menggunakan zat additive type G.
3. Mengetahui penyebab perbedaan kekuatan yang dihasilkan dari penggunaan jenis additive yang berbeda.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari perbedaan campuran beton dengan menggunakan zat additive type F.
2. Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari perbedaan campuran beton normal dan beton campuran yang menggunakan zat additive type G .
3. Mengetahui penyebab perbedaan kekuatan yang dihasilkan dari penggunaan jenis additive yang berbeda.

1.5. Batasan Masalah

1. Benda uji beton normal dan campuran abu batu
 - Mix design dengan kuat tekan rencana f_s 45. Bentuk benda uji adalah beam mold dengan ukuran 15 cm tinggi 15 cm panjang 30 cm.
 - Material penyusun benda uji beton, yaitu agregat halus dan agregat kasar menggunakan gradasi analisa saringan ideal berdasarkan Standar Nasional Indonesia.
 - Jumlah benda uji adalah 2 buah beam mold.
 - Standar pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
 - Karena setiap masing-masing agregat (pasir pasang dan pasir beton) memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal penyerapan, maka kadar air yang terdapat pada masing – masing agregat dikondisikan sama,yaitu dalam keadaan kering–muka.

2. Material agregat kasar yang digunakan untuk semua benda uji beton normal dan campuran abu Gunung Merapi, dengan kondisi disamakan untuk setiap kebutuhan mix design, yaitu kondisi kering–muka. Semen *portland* yang digunakan adalah *Ordinary Portland Cement* tipe I dengan merk Tiga Roda. Air yang digunakan sebagai air pengaduk berasal dari saluran air bersih yang ada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP. Material kapur yang digunakan untuk campuran air pada proses perawatan beton adalah jenis kapur hidrolis dengan konsentrasi 10gr/100ml air.
3. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah :
 - Semua benda uji dilakukan pengujian pada umur beton normal telah mencapai 8jam.
 - Perbandingan nilai kuat lentur beton yang dihasilkan dari perbedaan campuran beton dengan menggunakan pasir pasang dan pasir beton yang telah mencapai 8jam.
 - Perbandingan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari perbedaan campuran beton normal yang telah mencapai 8jam.

1.6. Sistematika Penulisan

Secara umum tulisan ini terbagi dalam lima bab, yaitu: Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Pengujian dan Pembahasan, dan diakhiri oleh Kesimpulan dan Saran.

Sistematika penulisan Tugas Akhir “**KAJIAN BETON MUTU TINGGI FC’ 40 TERHADAP STRUKTUR SHEETPILE DENGAN TARGET PENCAPAIAN 70% TERHADAP KUAT TEKAN RENCANA DALAM HITUNGAN 8 JAM**” disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi landasan teori beton, material,kekuatan tekan beton, modulus elastisitas, rangkai dan susut, hidrasi dan pengerasan pasta semen, porositas,*interface*, dan pembuatan beton.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi diagram alir penelitian, waktu dan tempat penelitian,alat dan bahan, benda uji, persiapan pengujian,carapengujian, dan metode pengujian.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS DATA

Berisi hasil pengujian dan analisis hasil pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

Literatur – literatur yang digunakan oleh penulis sebagai bahan penyusun laporan.

LAMPIRAN

Meliputi pencantuman dari tabel (hitungan) hasil pengujian di laboratorium dan tabel yang diperlukan untuk analisa data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir dan grafik – grafik hasil penelitian serta dokumentasi.

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1. Beton

2.1.1. Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolik 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,

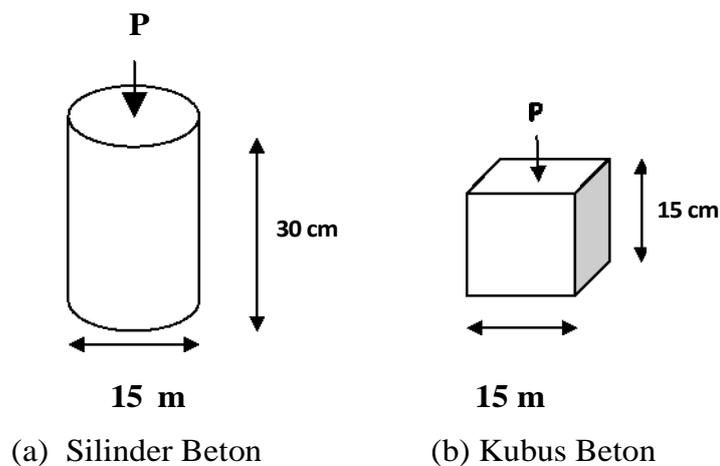
σ = tegangan (N/mm^2)

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, 2008

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:

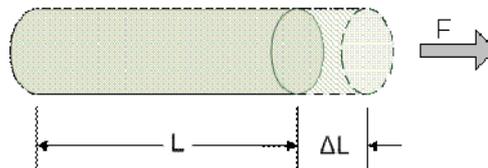
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

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

L = panjang benda mula-mula (m)

ΔL = perubahan panjang benda (μm)

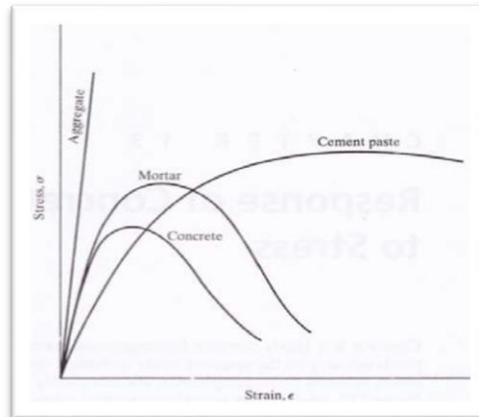


Sumber : Laporan Praktikum Uji Bahan USB YPKP, 2020

Gambar 2.2. Regangan (*strain*)

2.1.4. Kurva Tegangan - Regangan Beton

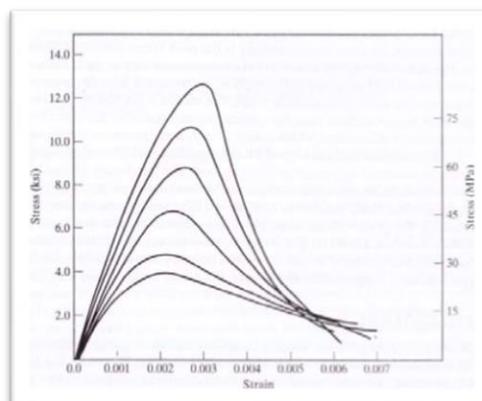
Beton adalah suatu material heterogen yang sangat kompleks dimana reaksi terhadap tegangan tidak hanya tergantung dari reaksi komponen individu tetapi juga interaksi antar komponen. Kompleksitas interaksi diilustrasikan dalam Gambar 2.3, dimana ditunjukkan kurva tegangan-regangan tertekan untuk beton 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.

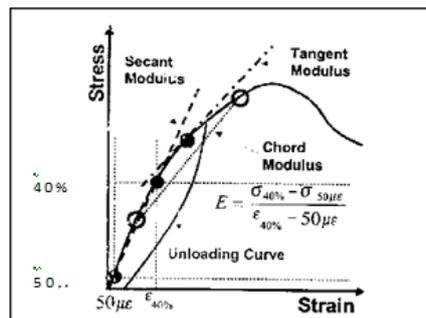
2.1.5. Modulus Elastisitas Beton

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

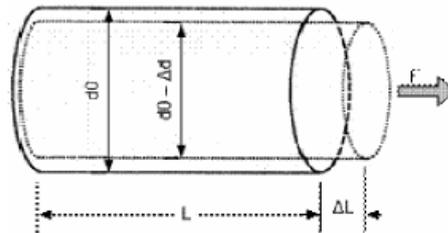
Ketika sebuah silinder beton menerima beban tekan atau beban tarik, silinder tersebut tidak hanya berkurang atau bertambah tingginya tetapi juga mengalami ekspansi (pemuaian) dalam arah lateral yaitu kontraksi tegak lurus arah beban. Regangan lateral disetiap titik pada suatu batang sebanding dengan 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 :

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

- 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 Polban, 2008

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 ” (*nu*). 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 *ASTM 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 mengandung 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)

$V_1 = \text{Volume awal (ml)}$

$V_2 = \text{Volume akhir (ml)}$

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 lingkupnya 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 partikel 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 batuannya. 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 Specific 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

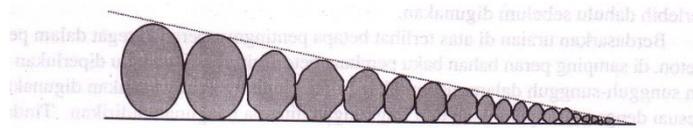
perancangan diharapkan sesuai dengan standar SNI terutama pada pemanfaatan atau penggunaan agregat kasar.

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 Polban, 2008

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 \emptyset 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:

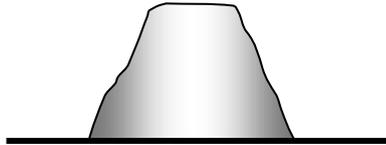
- Diameter Puncak : 10 cm
- Diameter Bawah : 20 cm
- Tinggi : 30 cm

Penurunan slump dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

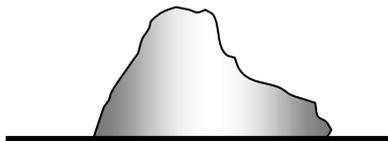
1. Bentuk slump pada adukan yang banyak air.



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 = Luas bidang tekan (mm²)

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. *Gypsum*

Gypsum adalah batu putih yang terbentuk karena pengendapan air laut. *Gypsum* merupakan mineral terbanyak dalam batuan sedimen, lunak bila murni. Merupakan bahan baku yang dapat diolah menjadi kapur tulis. Dalam dunia perdagangan biasanya *Gypsum* mengandung 90% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Habson, 1987). Menurut Sanusi (1986) *Gypsum* adalah suatu senyawa kimia yang mengandung dua molekul hablur dan dikenal dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dalam bentuk murni *Gypsum* berupa kristal berwarna putih dan berwarna abu-abu, kuning, jingga atau hitam bila kurang murni.

Gypsum ada di mana-mana. *Gypsum* adalah mineral sulfat yang paling umum di atas bumi. Secara teknik, *Gypsum* dikenal sebagai zat kapur *sulfate*. Dengan perlakuan panas, tekanan, pencampuran dengan unsur-unsur yang lain dapat menghasilkan berbagai jenis *Gypsum*.

Gypsum adalah zat kapur *sulfate* (CaSO_4). Alam menyediakan dua macam *Gypsum* yaitu *anhidrit* dan *dehydrate*. *Gypsum* yang disuling disebut dengan *anhidrit* dibentuk dari 29,4 % zat kapur (Ca) dan 23,5 % belerang (S). Secara kimiawi, satu-satunya perbedaan antara kedua jenis *Gypsum* ini adalah dua molekul air yang ada dalam senyawanya. *Dehydrate* ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) berisi dua molekul dan air sedangkan *anhidrit* (CaSO_4) tidak berisi molekul air.

Pada umumnya, *Gypsum* mempunyai air yang dihubungkan dalam struktur molekular ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan kira-kira 23,3 % Ca dan 18,5 % S. *Gypsum* adalah garam yang netral dari suatu cuka yang kuat dan tidak meningkatkan atau mengurangi kadar keasaman.

Gypsum digunakan untuk pembuatan bangunan ples ter, papan dinding, ubin, sebagai penyerap untuk bahan-kimia, sebagai pigmen cat dan perluasan, dan untuk pelapisan kertas. *Gypsum californica* alami, berisi 15% - 20% belerang, digunakan untuk memproduksi *ammonium sulfate* untuk pupuk. *Gypsum* juga digunakan untuk membuat asam belerang dengan pemanasan sampai 2000°F (1093°C) dalam permukaan tertentu. Resultan *calcium sulfida* bereaksi untuk menghasilkan kapur perekat dan *sulfuricacid*.

Gypsum mentah juga digunakan untuk campuran *portland* semen. Warna sebenarnya adalah putih, tetapi mungkin saja diwarnai kelabu, warna coklat, atau merah. Berat jenisnya adalah 2.28 - 2.33 dan kekerasan *Mohs* 1,5 - 2. *Gypsum* menjadi kering ketika dipanaskan sekitar 374°F (190°C), membentuk *hemihydrate* $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, yang merupakan dasar dari kebanyakan plester *Gypsum*. Disebut sebagai *gypsum calcined*, pada saat digunakan untuk pembuatan hiasan, bahan *gypsum calcined* dicampur dengan air, membentuk *sulfate hydrated* yang akan mengeringkan. *Palestic* adalah *Gypsum* yang dicampur dengan *ureaformaldehyde* damar dan suatu katalisator.

Calcium sulfate tanpa air kristalisasi digunakan untuk pengisi kertas dengan nama *pearl filler*. *Terra alba* adalah nama asal untuk *Gypsum* sebagai pengisi cat. Zat kapur (*sulfate*) yang tak berair di dalam bubuk atau format berisi butiran kecil akan menyerap 12-14% berat airnya, dan digunakan untuk mengeringkan bahan kimia dan gas.

Gypsum bisa digunakan kembali dengan pemanasan. *Anhidrit* adalah zat kapur tak berair (*sulfate*). *Anhidrit* digunakan untuk memproduksi belerang, dioksida belerang, dan *ammonium sulfate*. Banyak *gypsum calcined*, digunakan sebagai *Gypsum* untuk memplester dinding. Untuk penggunaan seperti itu, dicampur dengan kapur perekat air atau lem air dan pasir. Papan dinding *Gypsum* atau eternit berupa papan atau lembaran, campuran dari *gypsummixed* lebih dari 15% serabut, biasanya dipasang pada langit-langit rumah. Butir yang terdapat di dalamnya tahan terhadap api karena menggunakan suatu tiruan *wood-grain* untuk permukaan dinding. *Scott's* semen adalah suatu plester untuk perekat dengan *gypsum calcined* dan dapat merekat dengan cepat.

Gypsum dapat berubah secara perlahan-lahan menjadi hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) pada suhu 90°C. Bila dipanaskan atau dibakar pada suhu 190°C – 200°C akan menghasilkan kapur *Gypsum* atau stucco yang dikenal dalam perdagangan sebagai *plester paris*. Pada suhu yang cukup tinggi yaitu lebih kurang 534°C akan dihasilkan *anhydrite* (CaSO_4) yang tidak dapat larut dalam air dan dikenal sebagai *Gypsum* mati.

Sanusi (1986) menyebutkan bahwa dalam penggunaan *Gypsum* dapat digolongkan menjadi dua macam seperti dipaparkan dibawah ini :

1. Yang belum mengalami kalsinasi.
Dipergunakan dalam pembuatan semen *portland* dan sebagai pupuk. Jenis ini meliputi 28% dari seluruh volume perdagangan.
2. Yang mengalami proses kalsinasi.
Sebagian besar digunakan sebagai bahan bangunan, plester paris, Bahan dasar untuk pembuatan kapur, bedak, untuk cetakan alat keramik, tuangan logam, gigi dan sebagainya. Jumlah tersebut meliputi 72% dari seluruh volume perdagangan.

Gypsum sebagai perekat mineral mempunyai sifat yang lebih baik dibandingkan dengan perekat organik karena tidak menimbulkan pencemaran udara, murah, tahan api, tahan deteriorasi oleh faktor biologis dan tahan terhadap zat kimia (Purwadi, 1993). *Gypsum* mempunyai sifat yang cepat mengeras yaitu sekitar 10 menit. Maka dalam pembuatan papan *Gypsum* harus digunakan bahan kimia untuk memperlambat proses pengerasan tanpa mengubah sifat *Gypsum* sebagai perekat (Simatupang, 1985). Perlambatan tersebut dimaksudkan agar cukup waktu dari tahap pencampuran bahan sampai tahap pengempaan.

Waktu pengerasan *Gypsum* bervariasi tergantung pada kandungan bahan dan airnya. Dalam proses pengerasan *Gypsum* setelah dicampur dengan air maka terjadi hidratisasi yang menyebabkan kenaikan suhu. Kenaikan suhu tersebut tidak boleh melebihi suhu 40⁰ C (Simatupang, 1985). Suhu yang lebih tinggi lagi akan mengakibatkan pengeringan *Gypsum* dalam bentuk CaSO₄.2H₂O sehingga mengurangi bobot air hidratisasi. Pengurangan tersebut akan menyebabkan berkurangnya keteguhan papan *Gypsum*. Beberapa kegunaan *Gypsum* yaitu :

1. Dry wall, bahan perekat dan campuran pembuatan lapangan tenis.
2. Penyaring dan sebagai pupuk tanah, diakhir abad 18 dan awal abad 19,

Gypsum Nova Scotia atau yang lebih dikenal dengan plester digunakan dalam jumlah besar sebagai pupuk di ladang-ladang gandum AS.

3. Sebagai pengganti kayu pada zaman kerajaan-kerajaan ketika kayu menjadi langka di zaman perunggu, *Gypsum* ini digunakan sebagai bahan bangunan.
4. Sebagai pengental tofu, karena memiliki kadar kalsium yang tinggi khususnya di benua Asia diproses secara tradisional.
5. Untuk bahan baku kapur tulis, sebagai indikator pada tanah dan air.
6. Sebagai salah satu bahan pembuat portland semen.

Saat ini *Gypsum* sebagai bahan bangunan digunakan untuk membuat papan *Gypsum* dan profil pengganti eternit asbes. Papan *Gypsum* profil adalah salah satu produk jadi setelah material *Gypsum* diolah melalui proses pabrikasi menjadi tepung. Papan *Gypsum* profil digunakan sebagai salah satu elemen dari dinding partisi dan plafon.

2.5. Hipotesis

Penelitian ini merupakan kajian terhadap perbedaan kekuatan tekan beton menggunakan limbah *plafond gypsum*. 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 serbuk *plafon gypsum*.

Karena *gypsum* mempunyai karakteristik yang mendekati dengan semen yaitu sebagai perekat mineral, maka *gypsum* cocok sebagai bahan tambah pada pasta semen sehingga dapat menghemat pemakaian semen itu sendiri. *Gypsum* mengandung unsur Kalsium (Ca) yang dimana dapat mempercepat pengerasan dan kekuatan awal.

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.

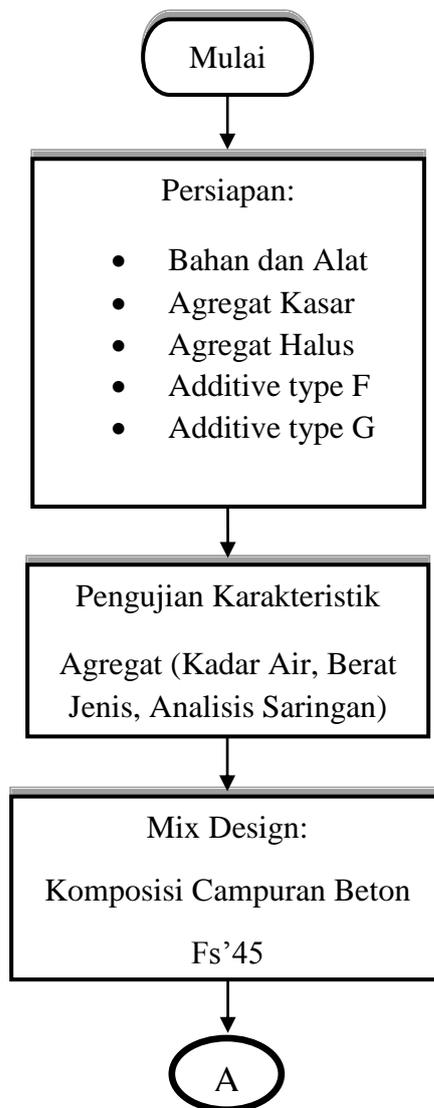
Sehingga menurut penulis, campuran beton yang menggunakan *gypsum* dan tidak menggunakan *gypsum*, kedua-duanya dapat memenuhi kuat tekan yang diharapkan minimal mempunyai kuat tekan yang sama, namun penulis akan meneliti perbandingan kuat tekan tersebut, apakah dengan menggunakan *gypsum* akan menambah tinggi nilai kekuatan tekan pada beton.

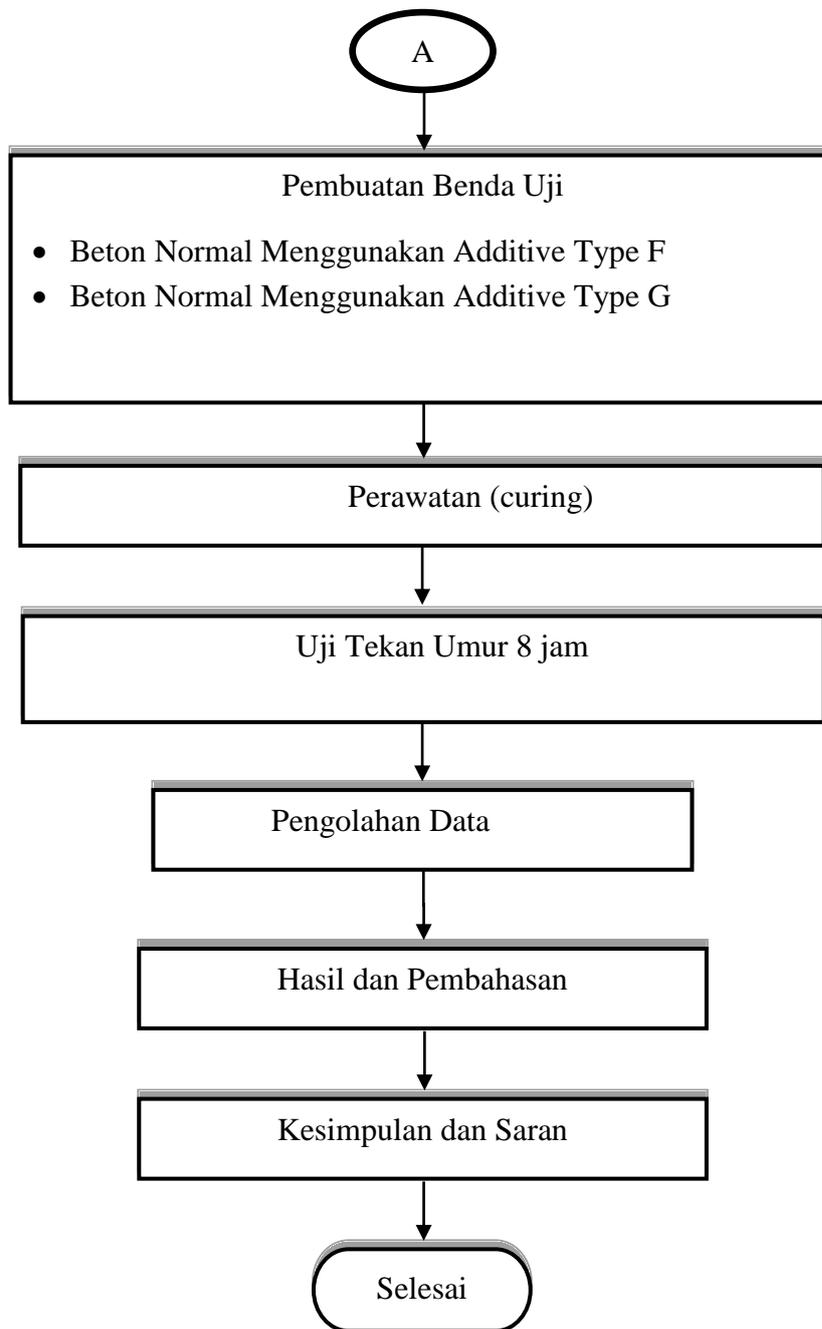
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

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





Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

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

3.3. Waktu Penelitian

Durasi penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

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

3.4.2 Bahan Penelitian

1. Semen : PC (Portland Cement) Tiga Roda
2. Agregat Halus : Pasir Pasang (Cimalaka) dan Pasir Abu Merapi
3. Agregat Kasar : Batu Pecah (Ukuran maksimum 2–3 cm)
4. Air : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil USB –YPKP

3.5. Benda Uji

Untuk mendapatkan benda uji harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

3.5.1 Pembuatan dan Pematangan Benda Uji

1. Benda uji dibuat dari beton segar yang mewakili campuran beton.
2. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap–tiap lapis dipadatkan dengan 25 x tusukan secara merata, pada saat melakukan

pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar cetakan, pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga tongkat pemadat boleh masuk kira-kira 25,4 mm ke dalam lapisan di bawahnya.

3. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup, ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air serta tahan karat, kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan letakkan pada tempat yang bebas dari getaran
4. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji, untuk perencanaan campuran beton, rendamlah benda uji dalam bak perendam

3.6. Persiapan Pengujian

1. Ambil benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendam/pematangan (*curing*), kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kainlembab.
2. Tentukan berat dan ukuran benda uji
3. Benda uji siap untuk diperiksa.

3.7. Cara Pengujian

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris.
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/ cm² per detik.
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji
4. Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.

3.8. Pengujian Karakteristik Agregat

Sebelum pembuatan benda uji beton, dilakukan pengujian terhadap karakteristik agregat halus dan kasar. Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada SNI yang meliputi:

Tabel 3.1. Pemeriksaan Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian
Uji saringan agregat kasar & halus	SNI 03-1968-1990
Uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI 03-1969-1990
Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-1990
Uji berat isi tanah	SNI 03-3637-1994
Uji kadar air agregat	SNI 03-1971-1990
Pengujian gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah	SNI 03-4141-1996
Pengujian Indeks plastis	SNI 03-1966-1990
Pengujian batas cair	SNI 03-1967-1990
Metode pengujian nilai slump beton	SNI 03-1972-1990
Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium	SNI 03-2493-1991
Pengujian kuat tekan beton	SNI 03-1974-1990

Sumber : (Kristin, 2014)

Tabel 3.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pengujian	Metoda Pengujian
Uji saringan agregat kasar & halus	SNI 03-1968-1990
Uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI 03-1969-1990
Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-1990
Uji berat isi tanah	SNI 03-3637-1994
Uji kadar air agregat	SNI 03-1971-1990
Pengujian gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah	SNI 03-4141-1996
Pengujian Indeks plastis	SNI 03-1966-1990
Pengujian batas cair	SNI 03-1967-1990
Metode pengujian nilai slump beton	SNI 03-1972-1990
Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium	SNI 03-2493-1991
Pengujian kuat tekan beton	SNI 03-1974-1990

Sumber : (Kristin, 2014)

3.8.1 Ukuran Maksimum Agregat Kasar

Ukuran maksimum agregat kasar tidak boleh lebih dari $1/5$ dari dimensi minimumnya, $3/4$ dari jarak minimum antara tulangan atau $3/4$ dari ketebalan beton penutup. Ketentuan ukuran maksimum agregat kasar dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3. Ukuran Maksimum Agregat Kasar

Tipe Struktur	Ukuran Maksimum Agregat Kasar(mm)
Beton bertulang biasa	20 atau 25
Beton bertulang tebal	40
Beton tanpa tulangan	40 Tidak lebih dari $1/4$ dimensi terkecil

Sumber : (HTB, 2014)

3.9. Penetapan Nilai *Slump*

Nilai *slump* beton sebaiknya dikurangi sebisa mungkin dengan kisaran yang sesuai untuk transportasi, *placing*, dan konsolidasi. Ketentuan nilai *slump* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.4. Ketentuan Nilai Slump

Tipe		Slump (cm)	
		Beton Normal	Beton berisi udara dan air kisaran tinggi mengurangi campuran
Beton bertulang	Normal	5 – 12	12 – 18
	Skalabesar	3 – 10	8 – 15
Beton tanpa tulangan	Normal	5 – 12	-
	Skalabesar	3 – 8	-

Sumber : (HTB, 2014)

3.10. Kadar Udara

Kadar udara sebaiknya sebesar 4 sampai 7% dari volume beton sebagai standar berdasarkan ukuran maksimum agregat kasar.

3.11. Rasio Air –Semen

Pada prinsipnya, rasio air –semen tidak lebih dari 65 %.

3.12. Jumlah Air

1. Jumlah air harus serendah mungkin dalam rentang yang dapat diterima untuk konstruksi dan harus ditentukan dengan pengujian.
2. Jumlah air pada beton yang tidak mengandung udara dan kisaran tinggi campuran air tidak boleh melebihi 205 kg/m³.

Pada umumnya dianjurkan untuk memilih jumlah air tidak lebih dari nilai yang ditampilkan dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Batas Jumlah Air yang disarankan pada Beton

Ukuran Maksimum Agregat Kasar (mm)	Batas Maksimum Jumlah Air (kg/m ³)
12,5 – 19,6	205
40	169

3.13. Rasio Pasir Terhadap Total Agregat (s/a)

Dalam penentuan rasio pasir agregat dan volume agregat kasar (SSD *Condition*) per –satuan volume beton, disarankan untuk merujuk pada nilai –nilai ditunjukkan dalam Tabel 3.6 berikut :

Tabel 3.6. Perkiraan Air Campuran Dan Persyaratan Kandungan Udara Untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum

Slump (cm)	Air yang diperlukan tiap m ³ adukan beton (ltr/kg)							
	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

Sumber : (Kristin, 2014)

Nilai rata-rata penggunaan pasir normal pada penelitian kali ini adalah dengan modulus kehalusan sekitar 2,6 dan batu dengan rasio air – semen 0,55 dan slump sekitar 8 cm.

Jika bahan atau kualitas beton yang berbeda dari kondisi yang diberikan dalam nilai-nilai yang disebutkan di atas harus diubah dengan mengacu pada tabel berikut:

Tabel 3.7. Tabel Koreksi

Kondisi	Koreksi s/a (%)	Koreksi W (kg)
Untuk setiap peningkatan (penurunan) 0.1 pada modulus kehalusan pasir	Menambah (mengurangi) 0.5 poin	Tidak ada koreksi
Untuk setiap peningkatan (penurunan) 1 cm pada slump	Tidak ada koreksi	Menambah (mengurangi) 1.2%
Kondisi	Koreksi s/a (%)	Koreksi W (kg)
Untuk setiap peningkatan (penurunan) 1% pada kadar udara	Mengurangi (menambah) 0.5 sampai 1.0 poin	Mengurangi (menambah) 3%
Untuk setiap peningkatan (penurunan) 0.05 pada rasio air-semen	Menambah (mengurangi) 1.0 poin	Tidak ada koreksi
Untuk setiap peningkatan (penurunan) 1% pada s/a	-	Menambah (mengurangi) 1.5 kg

Sumber : (HTB, 2014)

3.14. Isi Campuran

Kuantitas campuran per-satuan volume beton harus ditentukan sehingga mencapai efektivitas yang diperlukan.

3.15. Kadar Semen

Kadar semen harus pada prinsipnya ditentukan dari jumlah air dan rasio air-semen.

3.16. Pengujian Kuat Tekan Beton

3.16.1 Peralatan Yang Digunakan

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton, sediakanlah peralatan sebagai berikut :

1. Timbangan
2. Mesin tekan, kapasitas sesuai 2000 kN

3.16.2 Prosedur Pengujian Kuat Tekan Beton

1. Beton silinder yang telah dibuat diangkat dari rendaman
2. Anginkan atau lap beton hingga mengering
3. Timbang dan catat berat sampel beton
4. Amati apakah terdapat cacat pada beton yang dibuat
5. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji beton
6. Letakan sample beton yang akan diuji ke alat uji kuat tekan beton
7. Hidupkan mesin uji tekan beton dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik
8. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi
9. Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.
10. Catat hasil uji kuat tekan beton.

Tabel 3.8. Daftar Konversi

Bentuk Benda Uji	Perbandingan
Kubus : 15 cm x 15 cm x 15 cm	1,0
: 20 cm x 20 cm x 20 cm	0,95
Silinder : 15 cm x 30 cm	0,83

Sumber : (SNI 03-1974-1990)

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Pemeriksaan Bahan dan Campuran Beton

Dalam pembuatan beton itu sendiri terdapat beberapa campuran-campuran antara lain yaitu air, bahan tambahan agregat. Agregat tersebut dibagi lagi menjadi dua jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar.

4.1.1 Agregat

Agregat adalah bahan utama dan terbanyak dalam pembuatan beton yaitu sekitar 70% dari total volume yang ada dalam beton. Agregat ini berfungsi sebagai bahan pengisi beton yang mampu menahan beban atau gaya tekan serta tahan terhadap abrasi. Penilaian terhadap penggunaan agregat meliputi ukuran, gradasi, bentuk butiran, tekstur permukaan, dan kebersihan. Berdasarkan ukuran, butirnya agregat dikelompokkan menjadi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus.

4.1.1.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan butiran-butiran yang tertinggal diatas saringan dengan ukuran lubang 4,75 mm, seperti split dan kerikil. Bentuk dan kehalusan tekstur permukaan agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton. Permukaan agregat yang kasar akan memberikan ikatan yang semakin kuat antara agregat dan pasta semen. Dan sebaliknya agregat tidak mengandung bahan-bahan seperti lempung bahan-bahan dan garam organik.

Jenis batuan yang sering digunakan sebagai agregat kasar dalam pembuatan campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Batu pecah adalah batu yang berasal dari batu cadas atau batuan yang digali dan sengaja dihancurkan dengan pemecah batu atau digiling. Batuan ini dapat berasal dari gunung berapi, batuan sedimen atau batuan metamorf.
2. Kerikil alami adalah kerikil yang diperoleh dari hasil alami, yaitu hasil pengikisan tepi atau dasar sungai yang mengalir. Kerikil ini menghasilkan kekuatan yang lebih rendah dibanding batu pecah.
3. Sedangkan agregat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari betu pecah yang sengaja dihancurkan yang berasal dari batuan gunung dengan ukuran maksimal 19 mm. Sebelum digunakan agregat terlebih dahulu diperiksa sifat-sifat fisiknya. Pemeriksaan tersebut meliputi : Pemeriksaan

berat jenis, penyerapan, berat isi, analisa saringan, kadar air, dan kadar lumpur yang dilakukan di Labolatorium Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

4.1.1.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya lolos saringan dengan ukuran lubang 4.75 mm, seperti pasir. Agregat halus yang baik harus terbebas dari bahan organik, lempung dan bahan lainnya yang dapat mengurangi kualitas beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus memiliki gradasi yang baik agar butiran-butiran yang halus dapat mengisi celah-celah kosong. Agregat halus sebaiknya diperiksa terlebih dahulu sifat-sifat fisiknya sebelum digunakan seperti pada pemeriksaan agregat kasar.

4.1.2 Semen

Semen merupakan material yang paling dibutuhkan oleh beton, mengingat perannya yang sangat penting yaitu sebagai bahan pengikat antara agregat kasar dan agregat halus sehingga menjadikan beton sebagai satu kesatuan yang homogeny, padat dan mempunyai kekuatan yang tinggi. Pengujian dilaksanakan sesuai dengan Metode Uji SNI 15-3758-2004. Untuk mengetahui kemurnian dari suatu semen portland, maka harus dilakukan pengujian berat jenis pada semen tersebut. Berat jenis rata-rata pada pengujian ini di dapat nilai BJ semen yaitu 3,15 dan memenuhi syarat 3,00-3,20 maka semen dianggap murni dan dapat digunakan dalam penelitian ini.

4.1.3 Air

Air dalam campuran beton mempunyai fungsi sebagai pereaksi kimia untuk pasta semen sehingga terjadi pengikatan dan terjadinya proses pengerasan beton juga sebagai pelicin campuran batu pecah, pasir, dan semen agar dapat mudah di cetak. Untuk semen portland dibutuhkan sebesar 25% per satuan berat semen untuk melakukan proses hidrasi. Oleh karena itu, perhitungan rasio air semen harus tepat agar dapat memudahkan beton untuk dikerjakan disamping agar kuat tekan betonnya tidak menurun. Semakin besar perbandingan jumlah antara air dan semen, maka beton akan semakin mudah untuk dikerjakan tetapi mutu beton akan semakin menurun.

4.2 Standar Pengujian

Penelitian Labolatorium yang dilakukan adalah :

1. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat dasar material pembentuk beton, yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus.
2. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase plastis, yaitu perubahan nilai slump.
3. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase kersa atau padat, yaitu kekuatan tekan benda uji beton silinder dengan dimensi (3,14 x dia.15 x 30) cm pada umur 21 hari.

4.3 Standar dan Alat Pengujian

Standar yang digunakan dalam pemeriksaan dan pengujian agregat kasar adalah standar SNI (Standar Nasional Indonesia). Berikut beberapa standar yang dipergunakan dalam pengujian yang tertera pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Standar Pengujian Beton

Pengujian	Metoda Pengujian
Uji saringan agregat kasar dan halus	SNI - 03 - 1968 - 1990
Uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI - 03 - 1969 - 1990
Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI - 03 - 1969 - 1990
Uji berat isi tanah	SNI - 03 - 3637 - 1994
Metode pengujian slump beton	SNI - 03 - 1972 - 1990
Metode pengujian pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium	SNI - 03 - 2493 - 1991
Pengujian kuat tekan beton	SNI - 03 - 1974 - 1990

4.4 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.

4.4.1 Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar dilakukan sesuai dengan standar SNI 0-1968-1990 “Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar”. Dari hasil analisa, didapat agregat kasar yang dipakai dalam penelitian ini.

A. Tujuan Percobaan :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan

B. Alat dan Bahan



Gambar 1. Agregat Kasar



Gambar 2. Sekop



Gambar 3. Timbangan



Gambar 5. Alat Penggetar & Saringan

C. Langkah-langkah Pengujian

1. Menentukan berat benda uji yang akan di ayak untuk 2 sample. (2000 gram)
2. Menyaring benda uji dengan menggunakan satu set saringan yang disusun dari ukuran lubang paling besar ke ukuran saringan paling kecil, saringan digoyangkan dengan menggunakan mesin penggetar selama ± 20 menit.
3. Menimbang benda uji yang tertahan di setiap ayakannya.

Gambar 4.1 Pengujian Saringan Agregat Kasar



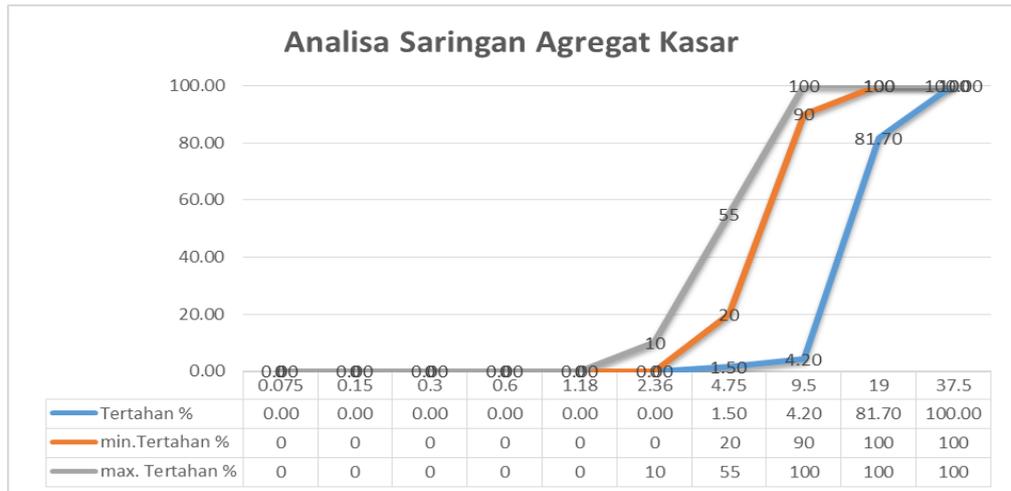
Gambar 1. Pengambilan Agregat Kasar



Gambar 2. Penimbangan Agregat Kasar

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Saringan Agregat Kasar

Source of material			BCA PURWAKARTA		Kode: SA		Ukuran : Ø(10-20)			
Sieve		SS Code	% Passing					Rata2	Max.	Min.
Inch	mm		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5			
2"	50.00	0.41	100.0					100.0	100.0	100.0
1 ½"	37.50	0.41	100.0					100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.41	100.0					100.0	100.0	100.0
¾"	19.00	0.41	81.7					81.7	81.7	81.7
½"	12.50	0.41	28.6					28.6	28.6	28.6
⅜"	9.50	0.41	4.2					4.2	4.2	4.2
¼"	6.30	0.41	2.9					2.9	2.9	2.9
#4	4.75	0.41	1.5					1.5	1.5	1.5
#8	2.36	0.82	0.0					0.0	0.0	0.0
#16	1.18	1.64	0.0					0.0	0.0	0.0
#30	0.60	2.87	0.0					0.0	0.0	0.0
#50	0.30	6.40	0.0					0.0	0.0	0.0
#100	0.15	12.29	0.0					0.0	0.0	0.0
#200	0.075	32.77	0.0					0.0	0.0	0.0
Specific Surface (SS)			0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90	0.90



Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Didapat dari hasil pengujian analisa ayak agregat kasar didapat nilai Specific Surface = 0,90%. Nilai ini berada dalam batas yang di izinkan ASTM C 33-93

4.4.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1969-1990, “ Metode 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.

A. Tujuan Percobaan

Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui berat jenis (bulk and apparent specific gravity) serta penyerapan (absorption)

B. Alat dan Bahan



Gambar 1. Agregat Kasar



Gambar 3. Oven



Gambar 4. Ember



Gambar 5. Cawan



Gambar 6. Timbangan

C. Langkah-langkah Pengujian

1. Merendam agregat kasar sebesar 2500 gram ke dalam air selama ± 24 jam
2. Agregat ditiriskan dan di angin-angin sampai mencapai kondisi SSD
3. Menimbang agregat kasar kondisi SSD 2000 gram.
4. Memasukan benda uji agregat ke dalam keranjang test kemudian menimbang beratnya.
5. Agregat ditiriskan kemudian masukan ke dalam oven ± 24 jam
6. Menimbang agregat dalam kondisi kering.

Gambar 4.3 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar & Halus



Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

DESCRIPTION	Unit	TEST I	TEST II	AVERAGE
Weight of sample in air	A	gr	2500	
Wt of spl s.s.d condition	B	gr	2548	
Wt of saturated spl in water	C	gr	1562	
Bulk Specific gravity	$\frac{A}{B - C}$	gr/cc	2.530	
Bulk Specific gravity s.s.d basic	$\frac{B}{B - C}$	gr/cc	2.580	
Apparent Sp. gravity	$\frac{A}{A - C}$	gr/cc	2.660	
Absorption	$\frac{B - A}{A} \times 100$	gr/cc	1.920	

4.4.3 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.

A. Tujuan Pengujian

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat kasar.

Berat isi adalah perbandingan berat terhadap isi.

B. Alat dan Bahan



Gambar 1. Agregat Kasar



Gambar 2. Silinder Baja



Gambar 4. Sendok Agregat



Gambar 5. Timbangan

C. Langkah-langkah Pengujian

- Pastikan agregat kasar dan halus dalam kondisi kering.
- Oven agregat kasar dan halus ± 24 jam, kemudian diamkan sampai suhu agregat sesuai dengan suhu ruangan.

A. Berat isi lepas/gembur

1. Menimbang berat isi silinder baja
2. Memasukkan benda uji dengan hati-hati kedalam silinder baja dengan tinggi jatuh agregat ± 5 cm
3. Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan tongkat penumbuk
4. Menimbang berat silinder baja dan isinya
5. Menghitung berat benda uji

B. Berat isi padat dengan cara penusukan

1. Menimbang berat silinder baja

2. Mengisi silinder baja dengan benda uji berlapis di buat 3x pengisian dan menembuknya 25 kali.
3. Menimbang berat silinder baja dan isinya
4. Menghitung berat benda uji

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar

Jenis Berat	Rumus	Jenis Pemeriksaan	
		Padat	Gembur
Pemeriksaan I			
Volume Cetakan (cm ³)	A	1413	1413
Berat Cetakan (gram)	B	5445	5445
Berat Cetakan + Agregat (gram)	C	7721	7626
Berat Agregat (gram)	$D = C - B$	2276	2181
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	D/A	1.611	1.544
Pemeriksaan II			
Volume Cetakan (cm ³)	A	1413	1413
Berat Cetakan (gram)	B	5445	5445
Berat Cetakan + Agregat (gram)	C	7747	7652
Berat Agregat (gram)	$D = C - B$	2302	2207
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	D/A	1.629	1.562
Berat Volume Rata-Rata		1.620	1.553

4.4.4 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Dari hasil pengujian agregat kasar didapat data sebagai berikut

1. Analisa saringan didapat nilai specific surface sebesar 0.90 ini merupakan hasil rongga yang dimiliki oleh Agregat kasar .
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air didapat nilai berat jenis 2.580 telah memenuhi syarat minimum dan penyerapan airnya sebesar 1.98% dibulatkan menjadi 2%
3. Pengujian berat isi didapat nilai berat isi padat 1.620 gr/cm³, agregat tersebut memenuhi syarat untuk beton normal berkisar antara 1,20-1,75 gr/cm³

4.5 Pengujian Agregat Halus

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

4.5.1 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 analisa, didapat agregat halus yang dipakai masuk kedalam zona 2 (pasir agak kasar) menurut grafik pada gambar 2.6 – 2.9. sedangkan untuk modulus kehalusan yang diisyaratkan berkisar antara 1.5 – 3.8.

A. Tujuan Percobaan :

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan.

B. Alat dan Bahan



Gambar 1. Agregat Halus Kondisi Kering



Gambar 2. Timbangan



Gambar 3. Alat Penggetar & Saringan



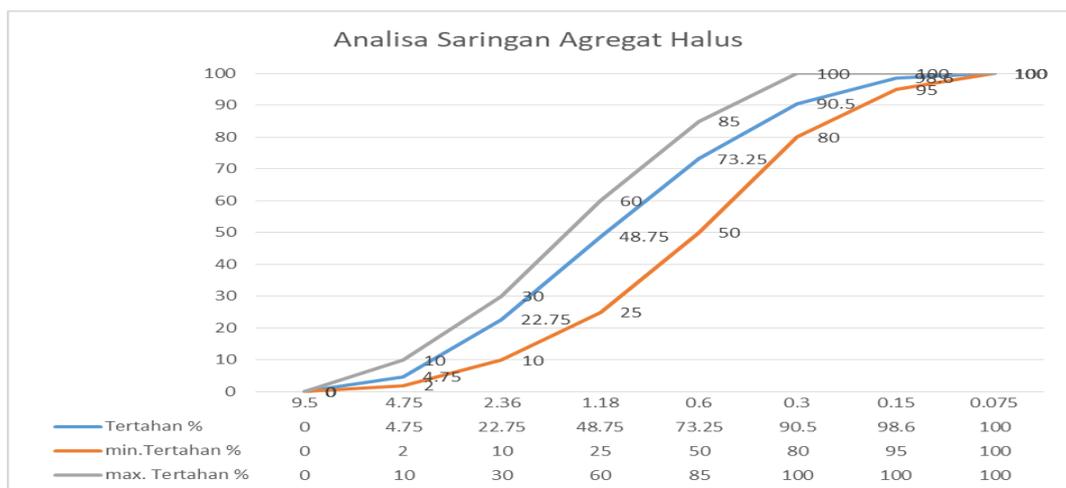
Gambar 4. Sekop

C. Langkah-langkah Pengujian

1. Menentukan berat benda uji yang akan di ayak untuk 2 sample. (2000 gram)
2. Menyaring benda uji dengan menggunakan satu set saringan yang disusun dari ukuran lubang paling besar ke ukuran saringan paling kecil, saringan digoyangkan dengan menggunakan mesin penggetar selama ± 20 menit.
3. Menimbang benda uji yang tertahan di setiap ayakannya.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus

DESKRIPSI			AGREGAT HALUS 1							
Source of material			Galunggung Kode : Stock baru							
Sieve		SS Code	% Passing					Rata2	Max.	Min.
Inch	mm		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5			
2"	50.00	0.41	100.0					100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.41	100.0					100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.41	100.0					100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.41	100.0					100.0	100.0	100.0
1/2"	12.50	0.41	100.0					100.0	100.0	100.0
3/8"	9.50	0.41	98.6					98.6	98.6	98.6
1/4"	6.30	0.41	95.7					95.7	95.7	95.7
#4	4.75	0.41	92.8					92.8	92.8	92.8
#8	2.36	0.82	80.4					80.4	80.4	80.4
#16	1.18	1.64	59.3					59.3	59.3	59.3
#30	0.60	2.87	41.8					41.8	41.8	41.8
#50	0.30	6.40	24.0					24.0	24.0	24.0
#100	0.15	12.29	8.0					8.0	8.0	8.0
#200	0.075	32.77	0.0					0.0	0.0	0.0
Finenes Modulus (FM)			2.9513					6.19	7.00	2.95
Specific Surface (SS)			6.94					6.94	6.94	6.94



Gambar 4.4 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

4.5.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Halus

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1970-1990 “Metoda Pengujian BJ dan Penyerapan Agregat Halus”. Pengujian BJ dan penyerapan air agregat 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 4.6 Hasil Pengujian Berat dan Penyerapan Air Agregat Halus

DESCRIPTION	Unit	TEST I	TEST II	AVERAGE
Wt of wet sample	Ws	gr	500	
Volume of water	V1	ml	200	
Vol. of water + sample	V2	ml	407.5	
Wt of water displace	$V_s = V_2 - V_1$	gr	207.5	
Specific Gravity aggr	SG ssd	gr/cc	2.58	
Wt of sample / SG ssd	$V_d = W_s / SG_{ssd}$	gr	193.8	
Percent Surface MC	$P = (V_s - V_d) / (W_s - V_s)$	%	4.68	

4.5.3 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 penyerapan padat pada agregat kasar. Berat isi dari agregat untuk beton normal berkisar antara 1.20 sampai 1.75 gr/cm³.

A. Tujuan Pengujian

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat halus. Berat isi adalah perbandingan berat terhadap isi.

B. Alat dan Bahan



Gambar 1. Agregat Kasar



Gambar 2. Silinder

Baja



Gambar 4. Sendok Agregat



Gambar 5. Timbangan

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Padat Agregat Halus

Jenis Berat	Rumus	Jenis Pemeriksaan	
		Padat	Gembur
Pemeriksaan I			
Volume Cetakan (cm ³)	A	1413	1413
Berat Cetakan (gram)	B	4790	4790
Berat Cetakan + Agregat (gram)	C	6821	6726
Berat Agregat (gram)	$D = C - B$	2031	1936
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	D/A	1.437	1.370
Pemeriksaan II			
Volume Cetakan (cm ³)	A	1413	1413
Berat Cetakan (gram)	B	4790	4790
Berat Cetakan + Agregat (gram)	C	6828	6733
Berat Agregat (gram)	$D = C - B$	2038	1943
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	D/A	1.442	1.375
Berat Volume Rata-Rata		1.440	1.373

4.5.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan dengan SNI 03-1753-1 1990 tentang Penentuan butir halus mudah pecah dan gumpalan-gumpalan lempung dalam agregat kasar.

A. Tujuan Pengujian

1. Untuk memperoleh nilai presentase kadar lumpur dalam agregat halus.
2. Agar mahasiswa dapat mengetahui prosedur pemeriksaan kadar lumpur agregat halus.
3. Agar mahasiswa mampu menggunakan peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan kadar lumpur agegat halus.

B. Alat dan Bahan



Gambar 1. Saringan tertahan No.20



Gambar 2. Oven



Gambar 3. Pasir Lolos Ayak No. 200

C. Langkah Pengujian

1. Saringlah agregat halus dengan menggunakan saringan No.200
2. Masukkan agregat halus tertahan ayakan sebanyak masing-masing 500 gram sebanyak 3 sample.
3. Lalu cuci agregat halus hingga bersih
4. Masukkan sample benda uji kedalam oven

5. Timbang kembali agrgeat yang telah di cuci dan di oven tersebut

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Sampel Benda Uji	Rumus	I	II	III
Berat Wadah + Benda Uji sebelum dicuci, Kering Oven (gram)	W1	507	504	500
Berat Wadah + Benda uji setelah di cuci, tertahan ayakan No. 200 , Kering Oven (gram)	W2	503	498	488
Kadar lolos ayakan No.200 (%)		0.79	1.19	2.40
		1.46		

4.5.5 Hasil Pengujian Agregat Halus

Dari hasil pengujian Agregat kasar didapat data sebagai berikut

1. Analisa saringan didapat nilai modulus kehalusan 2.951, 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 2.58 telah memenuhi syarat minimum dan penyerapan airnya sebesar 4 %.
3. Pengujian kadar lumpur didapat sebanyak 1.46 % telah memenuhi syarat. Karna bila melebihi 5% kadar lumpur yang terkandung pasir tersebrut tidak layak untuk digunakan.
4. Pengujian berat isi didapat nilai berat isi padat 1.44 gr/cm³, agregat tersebut memenuhi syarat untuk beton normal berkisar normal berkisar antara 1.20 – 1.75 gr/cm³.

4.6 Rencana Campuran Beton

Rencana campuran beton yang akan dibuat pada penelitian ini menggunakan perbandingan jumlah semen, batu pecah, dan pasir sungai atau pasir laut. Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ “ (25.00 mm), agregat halus yang lolos saringan No.4 (4,75 mm), namun tertahan pada saringan No.4 (4,75 mm) dan menggunakan semen gersik tipe 1.

Penulis membuat rencana campuran beton normal sebanyak 2 jenis campuran. Campuran beton normal dengan tambahan fly ash dan superplasticizer dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 4.9 Tabel Rencana Campuran Beton

No.	Kode Benda Uji	PC	Abu Terbang (Fly Ash)	Superplasticizer	Jumlah Sampel
1	BN	100%	-	0.90%	3
2	BFA 10%	90%	10%	0.90%	3
3	BFA 15%	85%	15%	0.90%	3

4.7 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan. Data-data yang dibutuhkan untuk pengujian material campuran beton di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung adalah sebagai berikut :

1. Agregat Kasar

Diameter agregat maksimum	: 25.00 mm
Berat jenis agregat	: 1.426 kg/m ³
Penyerapan Air	: 2.18 %
Berat Isi (Dry Roded Mass)	: 1.62 gr/cm ³

2. Agregat Halus

Diameter agregat maksimum	: 1.54 mm
Berat Jenis Agregat	: 1.510 kg/m ³
Penyerapan Air	: 4 %
Berat Isi (Dry Roded Mass)	: 1.44 gr/cm ³

3. Semen Tipe I

Berat Jenis (Specivic Gravity)	: 3.150 kg/m ³
--------------------------------	---------------------------

4.8 Lokasi Penelitian

Seluruh penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil. Universitas Sangga Buana YPKP Bandung Jl. PHH Mustofa No. 68 Bandung.

4.9 Jenis Benda Uji

Benda uji yang akan digunakan adalah cetakan berbentuk Silinder dengan ukuran 150x300 mm.

Volume silinder	= $0,25 \times 3,14 \times 15 \times 15 \times 30 = 0.005298 \text{ m}^3$
Jumlah Benda Uji	= 9 Buah
Volume Total	= 0.047682 m^3

4.10 Perancangan Beton F'c 40 Mpa

Beton yang akan diuji memiliki kekuatan tekan ($f'c$) sebesar 40 Mpa. Perancangan beton $f'c$ 40 Mpa menggunakan metode American Concrete Institute (ACI). Langkah-langkah perancangan beton metode ACI adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Rata- Rata Kuat Tekan Berdasarkan Margin
2. Pemilihan Slump
3. Pemilihan Ukuran Maksimum Agregat Kasar
4. Estimasi Kebutuhan Air Pencampuran dan Kandungan Udara
5. Pemilihan Nilai dan Perbandingan Air-Semen (w/c)
6. Perhitungan Kandungan Semen
7. Estimasi Kandungan Agregat Kasar
8. Estimasi Kandungan Agregat Halus
9. Koreksi Kandungan Air Agregat

4.1 Hitung Kuat Tekan Rata-rata Beton, Berdasarkan Kuat Tekan dan Margin

$$f'cr = m + fc$$

- a. Nilai margin dihitung dengan rumus $m = 1,64 \times Sd$
- b. Standar Deviasi (SD) diambil dari data yang lalu, jika tidak ada diambil dari tabel 3.1 berdasarkan mutu pelaksanaan yang di inginkan

Tabel 4.10 Nilai Standar Deviasi Menurut ACI

Volume Pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (Mpa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (<1000 m ³)	4,5 < sd <5,5	5,5 < sd <6,5	6,5 < sd <8,5
Sedang (1000-3000 m ³)	3,5 < sd <4,5	4,5 < sd <5,5	5,5 < sd <7,5
Besar (>3000 m ³)	2,5 < sd <3,5	3,5 < sd <4,5	4,5 < sd <6,5

Sumber : Tri Mulyono (2003 : 161)

Tabel 4.11 Mutu Beton

Mutu Beton K (Kg/cm ²)	Mutu Beton Fc (Mpa)
K-100	fc 8.3 Mpa
K-150	fc 12.35 Mpa
K-175	fc 14.53 Mpa

K-200	fc 16.60 Mpa
K-225	fc 18.68 Mpa
K-250	fc 20.75 Mpa
K-275	fc 22.83 Mpa
K-300	fc 24.90 Mpa
K-325	fc 26.97 Mpa
K-350	fc 29.05 Mpa
K-400	fc 33.20 Mpa
K-450	fc 37.35 Mpa
K-500	fc 41.50 Mpa

Sumber : Tri Mulyono

4.10.2 Tetapkan Nilai Slump

- a. Nilai slump ditentukan atau dapat mengambil dari data Tabel 4.11
- b. Slump yang di tentukan = 100 mm

Tabel 4.12 Slump yang di syaratkan untuk Berbagai Konstruksi Menurut ACI

Jenis Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum*	Minimum
Dinding penahan dan Pondasi	75	25
Pondasi sederhana, sumuran dan dinding sub struktur	75	25
Balok dan Dinding Beton	100	25
Kolom Struktural	100	25
Perkerasan dan Slab	75	25
Beton massal	75	25

Sumber : Tri Mulyono (2003 : 161) & ACI 211.1-91

*) Dapat ditambahkan sebesar 25 mm untuk pekerjaan beton yang tidak menggunakan vibrator, tetapi menggunakan metode konsolidasi.

4.10.3 Pemilihan Ukuran Maksimum Agregat Kasar & Estimasi Kebutuhan Air Pencampur

- Pemilihan Ukuran Maksimum Agregat Kasar
- Ukuran maksimum agregat kasar : 25 mm

Tabel 4.13 nominal Maximum Size Of Aggregate Recommended For Various Types Of Construction

Features	Nominal maximum size, in. (mm)
Sections over $7\frac{1}{2}$ in. (190 mm) wide. And in which the clear distance between reinforcement bars is at least $2\frac{1}{4}$ in. (57 mm).	$1\frac{1}{2}$ (37.5)
Unreinforced section over 12 in. (300 mm) wide, in which the clear distance between reinforcement bars is over 6 in (150 mm) and under 10 in (250 mm).	3 (75)
Massive sections in which the clear distance between reinforcement bars is at least 10 in. (250 mm) and for which suitable provision is made for placing concrete containing the larger sizes of aggregate without producing rock packets or other undesirable conditions.	6 (150)

- Air pencampuran : 193 kg/m³
- Perkiraan udara terperangkap : 1%

Tetapkan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump, dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.14 Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum

Slump (mm)	Air (lt/m ³)							
	9,5 mm	12,5 mm	19 mm	25 mm	37,5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
25,4 s/d 50	207	199	190	179	166	154	130	114
75 s/d 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 s/d 175	243	228	216	202	190	178	160	-
Mendekati jumlah kandungan udara dalam beton air-entrained (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
25,4 s/d 50,8	181	175	168	160	150	142	122	107
76,2 s/d 127	202	193	184	175	165	157	133	119
152,4 s/d 177,8	216	205	197	184	174	166	154	-
Kandungan udara total rata-rata yang disetujui (%)								
Diekspose sedikit	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Diekspose menengah	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Sangat diekspose	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Sumber : ACI 211.1-91 Tabel A1.5.3.3

- Kuat tekan karakteristik (f_c') : 40
- Standar deviasi : 6,5 MPa
- Kuat tekan rata-rata : $40 \text{ Mpa} + 1.64 \times 6,5 \text{ Mpa} : 50.66 \text{ Mpa}$

Keterangan :

- a. Banyaknya air campuran disini dipakai untuk menghitung faktor air semen untuk suatu campuran percobaan (trial batch). Harga-harga ini adalah maksimal butirnya 1.5 in (40 mm), untuk suatu agregat kasar bentuk dan gradasinya cukup baik dan dalam batas yang diterima oleh spesifikasi.
- b. Nilai slump untuk beton yang mengandung agregat dengan ukuran maksimum 1.5 inch (38.1 mm atau 40 mm) ini adalah berdasarkan percobaan-percobaan yang dibuat setelah membuang partikel agregat yang lebih besar dari 38 atau 40 mm.
- c. Banyaknya air campuran disini dipakai untuk menghitung faktor air semen untuk suatu campuran percobaan (trial batch). Jika di gunakan butiran maksimum agregat 3 inch (76.2 mm) atau 6 inch (152.4 mm). Harga-harga ini adalah maksimal untuk suatu agregat kasar bentuk dan gradasinya cukup baik dari halus sampai kasar.
- d. Rekomendasi lainnya tentang kandungan air dan toleransi yang diperlukan untuk kontrol dilapangan tercantum dalam sejumlah dokumen ACI, seperti ACI 201, 345, 318, 301 dan 302. Batas-batas kandungan air dalam beton juga diberikan oleh ASTM C-94 untuk beton ready mix. Persyaratan-persyaratan ini bisa saja tidak sama untuk masing-masing peraturan, sehingga perancangan beton perlu ditinjau lebih lanjut dalam menentukan kandungan air yang memenuhi syarat untuk pekerjaan yang juga memenuhi syarat peraturan.
- e. Untuk beton yang menggunakan agregat lebih besar dari 1.5 inch (40 mm) dan tertahan di atasnya, prosentase udara yang diharapkan pada 1.5 inch, dikurangi material ditabelkan dikolom 38.1. Akan tetapi, dalam perhitungan komposisi awal seharusnya kandungan udara juga ada sebagai suatu persen keseluruhan.
- f. Harga-harga ini berdasarkan kriteria 9% udara yang diperlukan pada fase mortar. Jika volume mortar sangat berbeda dengan yang ditentukan dalam rekomendasi praktis ini, besarnya dapat dihitung dengan mengambil 9% dari volume mortar sesungguhnya.

4.10.4 Tetapkan nilai faktor air semen (FAS) berdasarkan Tabel 4.14

Tabel 4.15 Hubungan antara rasio semen air dan kuat tekan beton (SI)

Kekuatan Tekan 28 hari (Mpa)	FAS	
	Beton Non Air - entrained	Beton Air Entrained
50	0,36	-
40	0,41	-
35	0,48	0,39
30	0,57	0,45
25	0,68	0,52
20	0,62	0,60
15	0,79	0,70

Sumber : ACI 211.1-91 Table A1.5.3.4(a)

*Apabila nilai kuat tekan berada diantara nilai yang diberikan maka dilakukan interpolasi.

- Dari tabel A1.5.3.4(a) Nilai Maksimum w/c yang ditentukan oleh kuat tekan vs jenis beton diperoleh :
- Ratio air-semen (w/c) : 0.36

4.10.5 Hitung jumlah semen yang diperlukan dari langkah 3 dan 4, dengan cara jumlah air dibagi FAS.

$$W/C = \frac{192}{0.36} = 536.11 \quad 536 \quad \text{Kg}$$

4.10.6 Tetapkan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan modulus halus butir (MHB) agregat halusnya sehingga didapat persen agregat kasar ada pada Tabel 3.6.

Jika nilai Modulus Halus berada di antaranya maka di lakukan interpolasi. Volume agregat kasar = persen agregat kasar dikalikan dengan berat kering agregat kasar.

Tabel 4.16 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton , Metode ACI

Ukuran Agregat Maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering persatuan volume untuk berbagai modulus halus butir			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60

25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : ACI 211.1.91 Table A1.5.3.6

- a. Apabila nilai modulus halus butirnya berada diantaranya, maka dilakukan interpolasi.

Berdasarkan Tabel 4.15

$$\begin{aligned}
 MHB &= 2,95 \\
 \text{Ukuran Maksimum Agregat} &= 25 \text{ mm} \\
 \text{Didapat nilai} &= 0.70 \\
 \text{Berat kering agregat kasar} &= 1426 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- b. Volume agregat kasar = Persen agregat kasar x berat kering agregat kasar

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Agregat Kasar} &= 0.70 \times 1426 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 998 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

4.10.7 Estimasikan berat awal beton segar berdasarkan Tabel 4.16

Tabel 4.17 Berat Beton Segar

Ukuran Agregat Maksimum (mm)	Beton Non Air Entrained	Beton Air Entrained
9,5	2,280	2,200
12,5	2,310	2,230
19	2,345	2,275
25	2,380	2,290
37.5	2,410	2,350
50	2,445	2,345
75	2,490	2,405
150	2,530	2,435

Sumber : ACI 211.1.91 Table A1.5.3.7.1

- Dari table A1.5.3.7 Estimasi Massa Beton ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat untuk kondisi non air entrained diperoleh :
- Total massa beton : 2380 kg

4.10.8 Hitunglah Agregat Halus

Agregat halus dapat dihitung dengan 2 cara yaitu :

1. Berat Agregat Halus Berdasarkan Massa :

Berat Beton Segar – (Berat Air + Berat Semen + Berat Agregat Kasar)

- Berdasarkan massa.

Air	: 193 kg	(Dari
Langkah.....		3)
Semen	: 536 kg	(Dari
Langkah.....		5)
Agregat kasar	: 998 kg	(Dari
Langkah.....		6)
Total	: 1727 kg	
Agregat halus	: 2380 – 1727 kg= 653 kg	

2. Berat Agregat Halus Berdasarkan Volume Absolut :

- Volume Air	= Massa Air / 1000	
- Volume Semen Padat	= Massa Semen / (BJ Semen*1000)	
- Volume Agregat Kasar	= Massa Agregat Kasar / (BJ Agregat Kasar*1000)	
- Volume Udara Terperangkap	= 0.02 x 1	
- Volume air	:193/1000	= 0.193 L
- Volume semen padat	:536/(3.15x1000)	= 0.170 m ³
- Volume agregat kasar	: 998/(2.59x1000)	= 0.385 m ³
- Volume udara terperangkap	: 0.02x1	= 0.02 m ³
- Total	: 0.768 m ³	
- Volume agregat halus	:1-0.768	= 0.232 m ³
- Massa agregat halus	:0.232x2.52x1000	= 585 kg

4.10.9 Hitung Proporsi Bahan

Dengan demikian komposisi 1 m³ beton setelah disesuaikan dengan trial batch menjadi :

Tabel 4.18 hasil perhitungan beton 1m³

Material	Berdasarkan massa (kg)
Air (net mixing)	193
Semen	536
Agregat kasar (kering)	998
Agregat halus (kering)	653
Total	2380

4.10.10 Koreksi Proporsi Campuran Air Agregat

Pada umumnya, stok agregat yang digunakan tidak dalam kondisi jenuh dan kering permukaan (SSD). Agregat yang digunakan adalah agregat basah dengan nilai kadar air berdasarkan pengujian.

Perlu dilakukannya koreksi kandungan air agregat. Jika komposisi yang dipilih berdasarkan perhitungan massa maka massa agregat menjadi :

- Massa Agregat Kasar (Basah) x (1 + Persentase Daya Serap Air Agregat Kasar)
- Massa Agregat Halus (Basah) x (1 + Persentase Daya Serap Air Agregat Halus)
- Jumlah air yang merupakan kontribusi dari agregat dihitung sebagai selisih antara kadar air dengan absorpsi

- Koreksi Kandungan Air Agregat
- Pada umumnya, stok agregat yang digunakan tidak dalam kondisi jenuh dan kering permukaan (SSD).
- Agregat yang digunakan adalah agregat basah dengan nilai kadar air berdasarkan pengujian sebagai berikut :
 - Agregat kasar : 2%
 - Agregat halus : 4%
- Perlu dilakukan koreksi kandungan air agregat.
- Jika komposisi yang dipilih berdasarkan perhitungan massa maka massa agregat menjadi :
 - Agregat kasar (basah) : $998 \times (1 + 0,02) = 1018 \text{ kg}$
 - Agregat halus (basah) : $585 \times (1 + 0,04) = 608,4 \text{ kg}$
 - Jumlah air yang merupakan kontribusi dari agregat dihitung sebagai selisih antara kadar air dengan absorpsi :

$$\text{Agregat kasar} : (2 - 1.2)\% = 0.8 \%$$

$$\text{Agregat halus} : (4 - 1.9)\% = 2,1\%$$

- Dengan demikian massa air pencampuran yang ditambahkan :

$$193 - 998 \times (0.008) - 585 \times (0.021) = 172.7 \text{ kg}$$
- Berdasarkan rekomendasi ACI, jika slump pada trial batch tidak tercapai maka penambahan atau pengurangan air sebesar 2 kg/m^3 dapat menaikkan atau menurunkan nilai slump sebesar 10 mm.
- Dengan demikian dilakukan penambahan air 8 kg untuk menaikkan slump dari 50 mm menjadi nilai yang diinginkan 75-100 mm, sehingga total massa air pencampur menjadi :

$$193 + 8 = 201 \text{ kg}$$

- Perubahan massa air pencampur total akan mempengaruhi massa semen. Agar nilai w/c tetap 0.36, massa semen menjadi :

$$201/0,36 = 558 \text{ kg}$$

Tabel 4.19 perbandingan hasil perhitungan beton 1m^3 (trial batch)

Material	Berdasarkan massa terkoreksi situasional dilapangan (Trial Batch)	Berdasarkan volume absolut (kg)	Berdasarkan massa (kg)
Air (net mixing)	201	193	193
Semen	558	536	536
Agregat kasar (kering)	1018	998	998
Agregat halus (kering)	608	585	653
Total	2358	2318	2380

4.11 Pelaksanaan Campuran Beton

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

Pelaksanaan pencampuran ini dilakukan terhadap seluruh rencana campuran termasuk dengan penggunaan campuran pasir sungai dan pasir pantai. Berikut ini adalah gambar campuran pada saat proses pencampuran bahan - bahan utama beton.

4.12 Pengujian Slump Beton

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

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Slump

No.	Benda Uji	Slump	Keterangan
1	BN	7.5	Campuran beton dengan metode ACI
2	BFA 10%	7.6	Campuran beton dengan metode ACI
3	BFA 15%	7.9	Campuran beton dengan metode ACI



Gambar 4.6 Pengujian Slump Beton

Slump yang direncanakan pada berbagai macam komposisi perbandingan dalam penelitian ini yaitu sebesar 7,5 – 10 cm .

4.13 Pengecoran Dan Pematatan

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



Gambar 4.7 Cetakan Beton Silinder 15 cm x 30

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

4.14 Perawatan Beton

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



Gambar 4.8 Proses Perawatan Beton

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.

4.15 Pengujian Berat Sampel Beton Kering

Pengujian berat sampel beton kering dilakukan setelah proses perawatan beton (perendaman dalam air) dilakukan. Berat sampel benda uji ditimbang sebelum dilakukan pengujian kuat tekan beton. Berikut adalah hasil Pengujian berat sampel beton kering pada umur 7 hari.

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Berat Sampel Beton Kering Pada Umur 7 Hari

No.	Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	M/V	Keterangan
			Berat jenis beton	
1	BN	12.4	2,340	Campuran beton dengan metode ACI
2	BFA 15%	12.7	2,397	Campuran beton dengan metode ACI
3	BFA 25%	12.4	2,340	Campuran beton dengan metode ACI

4.16 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan terhadap benda Uji Silinder pada masing - masing umur beton yaitu umur 7 hari masa perendaman beton.

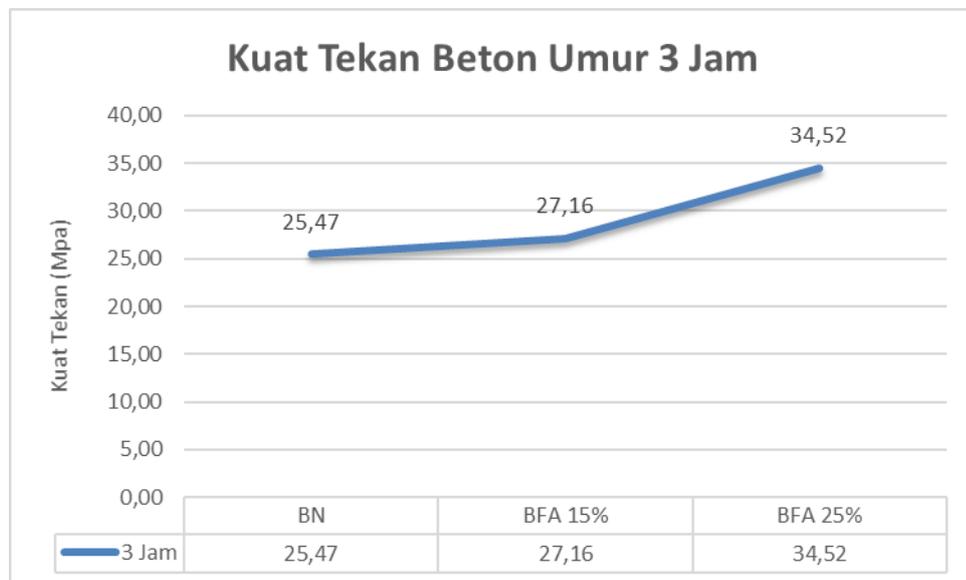


Gambar 4.9 Alat Compression Testing Machine

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

Tabel 4.22 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 3 Jam (PT.Waskita Beton Precast)

No	Identifikasi benda uji	Umur (JAM)	Slump	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f'c (N/mm ²) (Mpa)
1	BN	3	10	17,671	450	25,47
2	BFA 15%	3	8.0	17,671	480	27,16
3	BFA 25%	3	8.0	17,671	610	34,52



Grafik 4.23 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 3 Jam (PT.Waskita Beton Precast)

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

4.16.1 Perhitungan Kuat Tekan Pada Saat Umur 3 Jam

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

Luas penampang Silinder = $1/4\pi d^2$

Maka luas penampang untuk beton Silinder dengan panjang sisi 30 cm adalah

Luas penampang = $1/4\pi d^2 = 1/4\pi \times 15^2 \text{ cm} = 176,71 \text{ cm}^2$

Nilai f'_c adalah besar kuat tekan benda Uji Silinder dimana beban tekan dibagi dengan luas bidang tekan. Sedangkan nilai f'_c adalah besar kuat tekan benda uji silinder yang didapat dari konversi benda Uji Silinder. Adapun cara konversi tersebut, yaitu :

$$F'_c = P/A$$

$$F'_c = \text{N/cm}^2$$

Tabel 4.23 Angka Konversi Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur Beton Dan Angka Konversi Benda Uji

Konversi Benda Uji	Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur				
Jenis Beton Uji	3	7	14	21	28
Silinder 30x15 cm	0,46	0,70	0,88	0,96	1,00

hasil perbandingan penelitian dari kelompok beton mineral yang memiliki kuat tekan tertinggi yaitu 34,52Mpa dengan penambahan Abu Terbang (FlyAsh) dengan substitusi sebesar 25% dari portland Cement yang dibutuhkan

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 15% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 25,47 MPa.
2. Beton dengan campuran Abu terbang (FlyAsh) sebanyak 25% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 34,52MPa.

No	Identifikasi benda uji	Umur (JAM)	Slump	Luas Bidang (mm ²)	Beban (N)	f'c (N/mm ²) (Mpa)
1	BN	3	10	17,671	450	25,47
2	BFA 15%	3	8.0	17,671	480	27,16
3	BFA 25%	3	8.0	17,671	610	34,52

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 25%. Karena menurut penulis beton menggunakan SilicaFume sebanyak 25% 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-400.

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.