

**PENGARUH ABU VULKANIK GUNUNG SINABUNG
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP
KUAT TEKAN BETON
(PENELITIAN)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Sipil di Fakultas Teknik Universitas Medan Area

oleh:

FEBRINA GIRSANG

NPM : 11 811 0027



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 10 November 2016



Febrina Girsang

NPM : 11 811 0027

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH ABU VULKANIK GUNUNG SINABUNG
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP
KUAT TEKAN BETON
(PENELITIAN)

Disusun oleh:

FERRINA GIRSANG

11 811 0027

Diketahui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT

Dosen Pembimbing II

Ir. Melloukey Ardan, MT

Mengesahkan :

Dekan

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

Ka. Prodi Teknik Sipil

Ir. Kematuddin Labis, MT

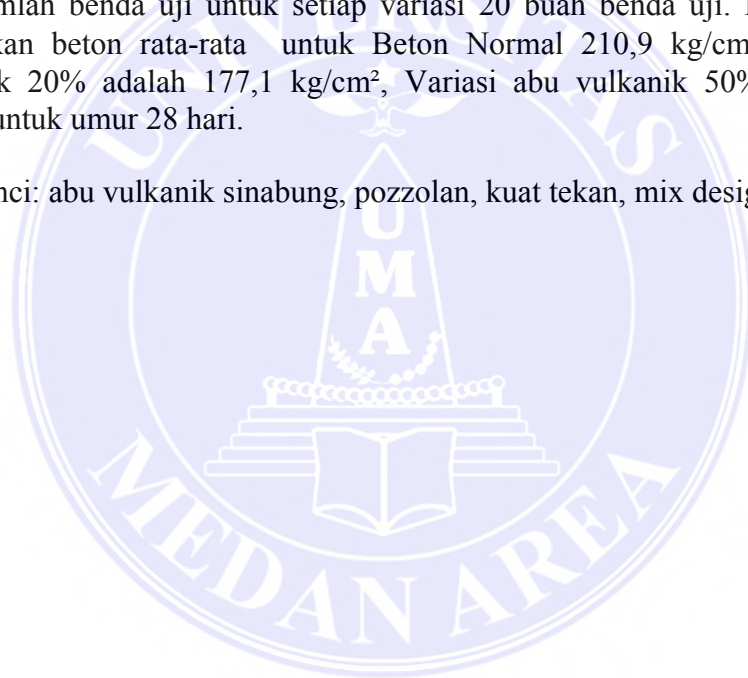
ABSTRAK

Bencana meletusnya Gunung Merapi Sinabung pada tahun 2014 menyisakan banyak material abu vulkanik yang belum dimanfaatkan dengan baik. Abu vulkanik termasuk kedalam bahan pozzolan alami karena mengandung unsur silika dan alumina sehingga dapat mengurangi pemakaian jumlah semen Portland dalam suatu adukan beton.

Abu vulkanik Sinabung ini dicoba digunakan untuk mengurangi jumlah pemakaian semen dalam campuran beton dengan mutu beton K-175. Penelitian ini direncanakan dengan membuat Mix Design.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu vulkanik sebagai substitusi semen terhadap besar kuat tekan beton K-175. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Jumlah benda uji untuk setiap variasi 20 buah benda uji. Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata untuk Beton Normal 210,9 kg/cm², Variasi Abu Vulkanik 20% adalah 177,1 kg/cm², Variasi abu vulkanik 50% adalah 113,2 kg/cm² untuk umur 28 hari.

Kata kunci: abu vulkanik sinabung, pozzolan, kuat tekan, mix design

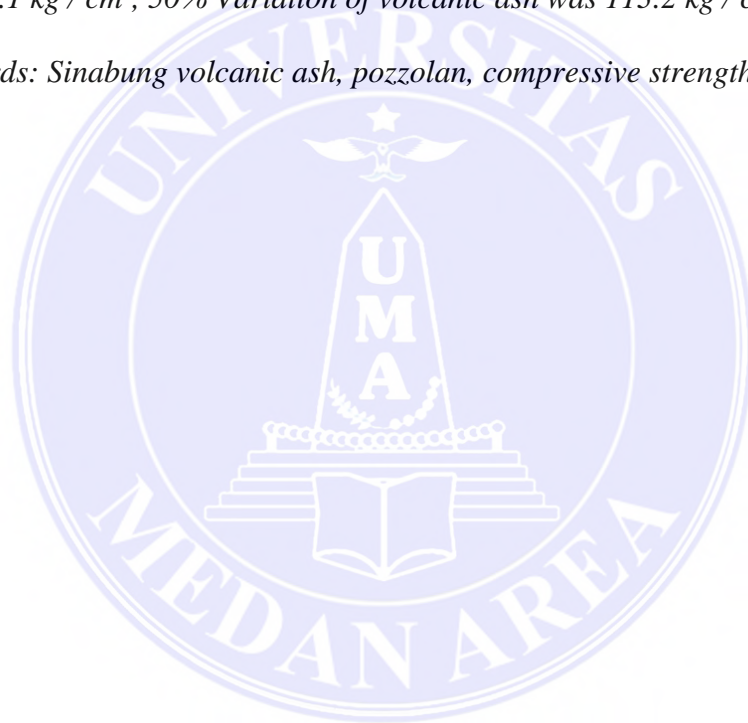


ABSTRACT

Mount Merapi eruption in 2014 leaves a lot of material volcanic ash are not utilized well. Volcanic ash into materials including natural Pozolan because it contains elements of silica and alumina so as to reduce the usage amount of Portland cement in the concrete mix.

Sinabung volcanic ash used to try to reduce the amount of consumption of cement in the concrete mix quality K-175. The study was planned to make the Mix Design. This study to determine the effect of the use of ash as a cement substitute for the concrete compressive strength testing K-175. Specimens used are concrete cylinders with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm. Number of test specimens for each variation of 20 specimens. Concrete compressive strength test results mean for Normal Concrete 210.9 kg / cm², Variation 20% Volcanic Ash was 177.1 kg / cm², 50% Variation of volcanic ash was 113.2 kg / cm² for 28 days.

Key words: Sinabung volcanic ash, pozzolan, compressive strength, mix design



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan berkat rahmat dan Rahmat Nya yang memberikan pengetahuan, kesehatan, kekuatan dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktunya. Skripsi ini berjudul “Pengaruh Abu Vulkanik Gunung Sinabung Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton”. Skripsi ini dimaksudkan sebagai syarat untuk menyelesaikan Tugas Akhir untuk memenuhi syarat dalam menempuh ujian Sarjana Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Sesuai dengan judulnya, dalam skripsi ini akan dibahas apakah abu vulkanik dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan beton dan bagaimana pengaruhnya terhadap kuat tekan beton.

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

1. Bapak Prof. Dr. H. A. Yakub Matondang, MA selaku Rektor Universitas Medan Area;
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng. MSc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area;
4. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT selaku Dosen Pembimbing I;
5. Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT selaku Dosen Pembimbing II

6. Seluruh Staf pengajar dan pegawai Universitas Medan Area;
7. Ayahanda dan Ibunda tercinta, kakak, adik, dan seluruh keluarga yang selalu membantu dan memberikan dukungan baik moril dan materil;
8. Teman-teman yang duduk di jurusan Teknik Sipil Stambuk 2011 yang telah banyak membantu dalam bertukar pikiran, beserta rekan-rekan yang selalu memberikan semangat dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Walaupun penulis sudah berupaya semaksimal mungkin, namun penulis juga menyadari kemungkinan masih banyak kekurangan dalam isi skripsi ini. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan saran-saran dan kritiknya.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas ini dapat berguna dan bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Medan, 11 November 2016

Hormat saya Penulis:

Febrina Girsang

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISIv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Permasalahan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Pengumpulan Data	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Defenisi Beton.....	5
2.2 Kelebihan dan Kelemahan Beton.....	6
2.3 Klasifikasi Beton.....	7
2.4 Sifat dan Karakteristik Beton	10
2.3.1 Kuat Tekan Beton	10
2.3.2 Kemudahan Pekerjaan.....	11
2.5 Bahan-Bahan Campuran Beton	12
2.5.1 Semen.....	13
2.5.2 Agregat.....	14
1. Jenis-jenis Agregat.....	15
2. Susunan Agregat	17
3. Gradasi Agregat	18
2.6 Bahan Pengganti dan Bahan Tambah.....	25
2.6.1 Abu Vulkanik Gunung Sinabung.....	25
2.6.2 Air.....	27

2.7 Perancangan Campuran Beton	28
2.7.1 Standar Deviasi dan Kuat Tekan Rata-rata	28
2.7.2. Pemilihan Faktor Air Semen	31
2.7.3. Slump.....	35
2.7.4. Besar Butir Agregat Maksimum.....	36
2.7.5. Kadar Air Bebas	36
2.7.6. Susunan Gradasi Agregat Halus.....	38
2.7.7. Proporsi Agregat Halus	38
2.7.8. Proporsi Agregat Kasar	39
2.7.9. Berat Jenis Relatif Agregat.....	40
2.7.10.Koreksi Kadar Agregat Terhadap Kadar Air Lapangan.....	41
2.8 Pengerjaan Beton.....	42
2.8.1. Persiapan.....	42
2.8.2. Penakaran	42
2.8.3. Pengadukan.....	42
2.8.4. Penuangan.....	43
2.8.5. Pemadatan.....	43
2.8.6. Penyelesaian Akhir.....	43
2.8.7. Perawatan	44
2.8.8. Pengujian Kuat Tekan	44
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	47
3.1 Persiapan Bahan	47
3.1.1. Spesifikasi Rencana	47
3.1.2. Pengadaan Bahan	48
3.1.3. Perencanaan Kebutuhan Alat	48
3.1.4. Bahan yang digunakan	49
3.1.5. Lokasi Penelitian	50
3.2 Metodologi Pemeriksaan Bahan	50
3.2.1. Analisa Ayakan Agregat Halus	51
3.2.2. Analisa Ayakan Agregat Kasar	53
3.2.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus	55

3.2.4. Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar	57
3.2.5. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	59
3.2.6. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	59
3.2.7. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	60
3.2.8. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	61
3.2.9. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	62
3.2.10. Teknik Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji	68
3.2.11. Pembuatan Campuran Beton	69
3.2.12. Pemeriksaan Beton	71
3.2.13. Bobot Isi	73
3.2.14. Kuat Tekan Beton	74
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	76
4.1 Nilai Slump	76
4.2 Berat Jenis Beton	77
4.2.1. Berat Jenis Beton Normal	77
4.2.2. Berat Jenis Beton Substitusi Semen Menjadi Abu Vulkanik 20 %	80
4.2.3. Berat Jenis Beton Substitusi Semen Menjadi Abu Vulkanik 50 %	83
4.3. Kuat Tekan Silinder Beton	88
4.4. Perbandingan Berat Jenis dan Kuat Tekan antara Beton Substitusi terhadap Beton Normal	95
4.4.1. Perbandingan Berat Jenis Beton	95
4.4.2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Berat Jenis Beton	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
5.1 Kesimpulan	99
5.2 Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Kelas dan Mutu Beton	8
Tabel 2.2 : Perkembangan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur	11
Tabel 2.3 : Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Benda Uji	11
Tabel 2.4 : Pengaruh Sifat Agregat Pada Beton	15
Tabel 2.5 : Jenis Agregat Berdasarkan kepadatannya.....	16
Tabel 2.6 : Ukuran Agregat	17
Tabel 2.7 : Batas Gradasi Agregat Halus	19
Tabel 2.8 : Susunan Besar Butiran Agregat Kasar.....	24
Tabel 2.9 : Faktor Pengali Standar Deviasi.....	30
Tabel 2.10 : Mutu Pelaksanaan diukur dengan Deviasi Standar (S).....	30
Tabel 2.11 : Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan FAS 0.5 dan Jenis Semen serta Agregat Kasar Yang biasa dipakai di Indonesia.....	32
Tabel 2.12 : Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan FAS Maks. untuk berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus	34
Tabel 2.13 : Nilai – nilai Slump Dalam Berbagai Pekerjaan Beton.....	36
Tabel 2.14 : Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan Adukan	37
Tabel 3.1 : Daftar Peralatan	48
Tabel 3.2 : Data Pemeriksaan Hasil Analisa Agregat Halus	52
Tabel 3.3 : Data Pemeriksaan Hasil Analisa Agregat Kasar	54
Tabel 3.4 : Data Pemeriksaan Berat Jenis dan Daya serap Agregat Halus	57
Tabel 3.5 : Data Pemeriksaan Berat Jenis dan Daya serap Agregat Kasar	58
Tabel 3.6 : Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	59
Tabel 3.7 : Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	60
Tabel 3.8 : Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	61
Tabel 3.9 : Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	61
Tabel 3.10 : Form Mix design K. 175 Beton Normal	67
Tabel 4.1 : Nilai Slump	76
Tabel 4.2 : Berat Jenis Beton Normal	79

Tabel 4.3 Berat Jenis Beton Substitusi semen menjadi abu vulkanik 20 %	82
Tabel 4.4 : Berat Jenis Beton Substitusi semen menjadi abu vulkanik 50 %	85
Tabel 4.5 : Gabungan Berat Jenis Beton Normal, Beton Substitusi semen menjadi abu vulkanik 20 %, Beton Substitusi semen menjadi abu vulkanik 50 %	87
Tabel 4.6 : Hasil Kuat Tekan Beton Normal.....	89
Tabel 4.7 : Hasil Kuat Tekan Beton Substitusi semen menjadi abu vulkanik 20 %...	91
Tabel 4.8 : Hasil Kuat Tekan Beton Substitusi semen menjadi abu vulkanik 50 %...	93
Tabel 4.9 : Berat Jenis Rata-Rata	96
Tabel 4.10 : Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata.....	97



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Skema Terjadinya Beton	5
Gambar 2.2 : Grafik Analisa Ayak Pasir Zona 1	20
Gambar 2.3: Grafik Analisa Ayak Pasir Zona 2	21
Gambar 2.4 : Grafik Analisa Ayak Pasir Zona 3	21
Gambar 2.5: Grafik Analisa Ayak Pasir Zona 4	22
Gambar 2.6: Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan faktor Air Semen.....	33
Gambar 2.7: Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm	39
Gambar 2.8 :Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	39
Gambar 2.9 :Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm	40
Gambar 2.10 :Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang telah Selesai dipadatkan	41
Gambar 2.11 :Diagram Pelaksanaan Pekerjaan Beton.....	46
Gambar 3.1 : Grafik Hasil Analisa Saringan Agregat Halus	53
Gambar 4.1 :Penurunan Nilai Slump beton normal dengan Substitusi Semen 20% dan 50 %.....	77
Gambar 4.2 : Grafik Hasil Berat Jenis Beton Normal	80
Gambar 4.3 :Grafik Hasil Berat Jenis Beton Substitusi Semen Menjadi Abu Vulkanik 20 %	83
Gambar 4.4 : Grafik Hasil Berat Jenis Beton Substitusi Semen Menjadi Abu Vulkanik 50 %	86
Gambar 4.5 : Grafik Hasil Berat Jenis Beton Normal, Beton Substitusi Semen Menjadi Abu Vulkanik 20 %, Berat Jenis Beton Substitusi Semen Menjadi Abu Vulkanik 50 %	88
Gambar 4.6 :Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Normal	90
Gambar 4.7 :Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Substitusi Semen Menjadi Abu Vulkanik 20 %	92

Gambar 4.8 :Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Substitusi Semen Menjadi Abu Vulkanik 50 %	94
Gambar 4.9 :Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Keseluruhan	95
Gambar 4.10 :Grafik Hasil Penurunan Berat Jenis Rata-rata Beton Gabungan	96
Gambar 4.11 : Grafik Hasil Penurunan Kuat Tekan Rata-rata Beton Gabungan	98



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (Tjokrodimuljo,1992). Mayoritas konstruksi di Indonesia mulai dari gedung bertingkat sampai rumah sederhana menggunakan beton. Umumnya beton yang banyak digunakan dalam proses konstruksi adalah beton normal. Proses pembuatan beton normal relatif mudah karena tidak memerlukan bahan tambahan (*admixture*). Oleh karena itu di Indonesia banyak industri yang bergerak dalam bidang beton pracetak.

Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil (Tjokrodimuljo, 1996: 2). Kuat tekan ($f'c$) beton yang digunakan pada bangunan yang direncanakan tidak boleh kurang dari 17,5 MPa. Untuk beton pada komponen struktur yang merupakan bagian dari sistem pemikul beban gempa, kuat tekan ($f'c$) beton tidak boleh kurang dari 20 MPa dan kuat tekan beton agregat ringan yang digunakan dalam perencanaan tidak boleh melampaui 30 MPa (SNI-03-2847-2002, pasal 7.1 dan 23.2, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*).

Di Indonesia terdapat gunung-gunung merapi yang masih aktif. Sebagai contoh Gunung Sinabung yang terletak di Sumatera Utara tepatnya di Kabupaten Karo. Gunung tersebut mengeluarkan letusan pada awal tahun 2014. Sehingga banyak material yang dikeluarkan dan merugikan masyarakat di sekitarnya.

Abu vulkanik yang keluar akibat letusan Gunung Sinabung juga menjadi limbah yang masih belum dimanfaatkan. Bahkan abu vulkanik memiliki kandungan pasir silika (SiO_2) yang berbahaya bagi kesehatan. Partikel abu vulkanik adalah partikel kecil, maka bila terkena langsung dengan mata dapat membahayakan mata itu sendiri dan mungkin menyebabkan iritasi. Dampak abu vulkanik yang terbesar terjadi pada paru-paru dan mata.

Secara umum komposisi abu vulkanik terdiri atas Silika dan Kuarsa. Komposisi yang dominan pada abu vulkanik Merapi adalah silika, alumina, besi, dan kalsium, sehingga merupakan material yang dapat digunakan sebagai bahan campuran atau dimanfaatkan sebagai material substitusi semen.

Sampai dengan saat ini abu vulkanik Gunung Sinabung belum memiliki nilai ekonomis bagi masyarakat, sehingga masyarakat masih belum memanfaatkan abu vulkanik tersebut secara maksimal. Dengan belum termanfaatkannya abu vulkanik Gunung Sinabung secara maksimal serta kandungan pasir silika yang ada di dalamnya, penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian tentang abu vulkanik Gunung Sinabung sebagai bahan tambahan pengganti/substitusi semen, dan juga untuk membandingkan kuat tekannya dengan beton normal.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji dan membandingkan kuat tekan beton Normal Standard dan Beton dengan Substitusi Abu Vulkanik Sinabung.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan dari Beton K175 dengan substitusi material semen dengan abu vulkanik 20 % dan 50 %, pengaruh penambahan abu Vulkanik terhadap kuat tekan pada beton dengan substitusi semen 20% dan 50 %.

1.3 Permasalahan

Pada penulisan tugas akhir ini, permasalahan dapat ditemukan :

1. Apakah ada pengaruhnya terhadap peningkatan kuat tekan beton normal jika digunakan abu vulkanik sebesar 20% sebagai substitusi semen?
2. Apakah ada pengaruhnya terhadap kecepatan peningkatan kuat tekan beton jika digunakan abu vulkanik sebesar 20% sebagai substitusi semen?
3. Apakah ada pengaruhnya terhadap peningkatan kuat tekan beton normal jika digunakan abu vulkanik sebesar 50% sebagai substitusi semen?
4. Berapa besar kuat tekan yg dihasilkan?

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi luasnya ruang lingkup masalah maka dibuat pembatasan masalahnya, yaitu:

1. Penelitian dilakukan di laboratorium.

2. Bahan yang digunakan untuk beton normal adalah : batu kerikil, pasir, semen, air.
3. Bahan yang digunakan untuk beton dengan material pengganti semen menjadi abu vulkanik sebesar 20 % dan 50% adalah: batu kerikil, pasir, abu vulkanik, air.
3. Pengujian kuat tekan beton K175 (14,53 MPa) dilakukan pada umur 28 hari masing-masing 20 buah sample untuk setiap variasi beton. Total untuk keseluruhan sampel beton adalah 60 benda uji.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data sebagai bahan utama dalam penelitian ini, maka digunakan dua metode pengumpulan data sebagai berikut :

a. Data Primer

Data primer akan diperoleh dari pemeriksaan sampel (Benda Uji) yang dilaksanakan di laboratorium, yang akan digunakan dalam menganalisa hasil dari penelitian yang dilaksanakan.

b. Data Sekunder

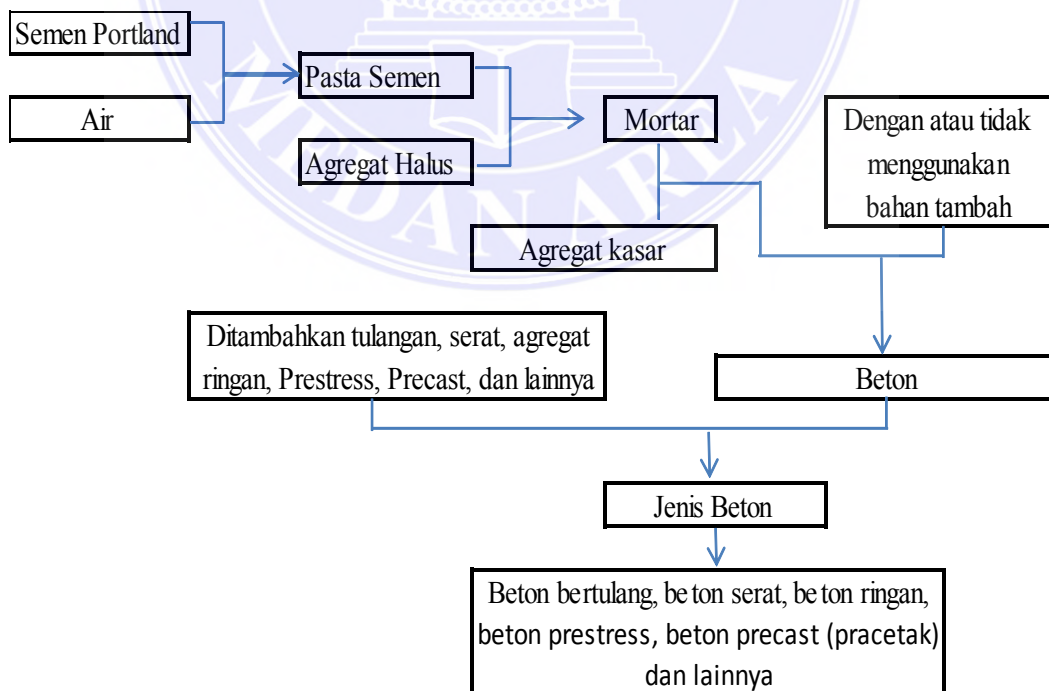
Data sekunder diperoleh dari studi pustaka, dengan membaca sejumlah buku, artikel-artikel ilmiah sebagai landasan teori dalam menuju kesempurnaan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran semen Portland atau sembarang semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Dalam melakukan campuran beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang diisyaratkan dan memenuhi persyaratan kelayakan yang dapat memenuhi kriteria ekonomi. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton. Proses terbentuknya beton dapat dilihat pada bagan ini.



Gambar 2.1 Skema terjadinya beton

Parameter yang mempengaruhi kekuatan beton adalah

1. Kualitas semen
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton
7. Perawatan beton
8. Kandungan klorida tidak boleh melebihi 0.15 % dalam beton dan diekspos dan 1 % bagi beton yang tidak diekspos.

2.2 Kelebihan dan Kelemahan Beton

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksana pekerjaan beton langsung. Secara umum kelemahan dan kelebihan beton adalah:

1. Kelebihan
 - a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
 - b. Mampu memikul beban yang berat
 - c. Tahan terhadap temperature yang tinggi
 - d. Biaya pemeliharaan yang kecil
2. Kekurangan
 - a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
 - b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi

- c. Beton memiliki berat sendiri yang lebih besar untuk memikul beban yang sama.
- d. Daya pantul suara yang besar
- e. Kecilnya kuat tarik pada beton biasa (normal)

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jalan, jembatan, struktur parkir dan masih banyak lagi.

2.3 Klasifikasi Beton

Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya dan menurut kelasnya. Berdasarkan berat jenisnya beton dibedakan menjadi beton ringan, beton sedang dan beton berat. Dan berdasarkan kelasnya beton terdiri dari beton kelas I, beton kelas II, dan beton Kelas III dinyatakan dengan huruf “K” (sesuai PBI’ 71) dan “fc” (sesuai SNI ‘ 91), dengan angka dibelakangnya menyatakan kekuatan karakteristik.

Ditinjau dari pemakaiannya secara umum beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu: Beton konstruksi massa, beton konstruksi bentuk, dan beton konstruksi jalan. Sedangkan berdasarkan teknik pembuatannya, beton dijadikan menjadi beton biasa yang siap pakai, beton yang dibuat dilapangan, beton pracetak dan beton prategang. Klasifikasi beton berdasarkan :

1. Menurut PBI tahun 1971, beton dapat diklasifikasikan menjadi 3, yaitu

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	σ (kg/cm ²)	bk Σ bm Sd:46 (kg/cm ²)	dengan Pemakaian	Pengawasan	
					Mutu Agr.	Kek. Tekan
I	BO	-	-	Non struktur	Ringan	-
	B1	-	-	struktur	sedang	-
	K-125	125	200	struktur	ketat	kontiniu
II	K-175	175	250	struktur	ketat	kontiniu
	K-225	225	300	struktur	ketat	kontiniu
III	>K 225	>225	>300	struktur	ketat	kontiniu

Sumber : PBI 1971

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa :

- Beton kelas I : beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural
- Beton kelas II : beton pekerjaan struktural secara umum
- Beton kelas III : beton untuk pekerjaan struktural dimana dipakai mutu beton dengan kuat tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 175 kg/cm²

2. Menurut kekasarannya

- Beton segar : masih dapat dikerjakan
- Beton hijau : beton yang baru saja dituang dan segera harus dipadatkan
- Beton muda : 3 hari < 28 hari
- Beton keras : umur > 28 hari

3. Menurut cara pengecorannya:

- a. Cara setempat (insitu) : tidak dipindahkan / tetap disitu
- b. Cara eksitu ditempat : tidak langsung pada fungsi (dibuat di tempat lain).
- c. Pabrikasi / pracetak : dirancang, dicetak dibuat dipabrik
- d. Beton siap pakai : beton dirancang khusus dengan mutu berat dengan suhu tinggi

4. Menurut Berat Jenisnya

a. Beton Ringan

Merupakan Beton yang diproduksi dengan menggunakan agregat ringan. Biasanya beton jenis ini digunakan atas pertimbangan ekonomis dan struktural. Berat jenis agregat ringannya sekitar 1900 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan dan strukturnya yang berkisar antara 1440 – 1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa (ACI-318). SNI memberikan batasan kriteria beton ringan sebesar 1900 kg/m³.

Beton ringan memiliki densitas < 1.8 gr/cm³, kekuatan sangat bervariasi dan sesuai dengan penggunaan dan pencampuran bahan aduknya. Jenis beton ringan ada dua, yakni:

1. Beton ringan berpori (aerated concrete) adalah beton yang dibuat agar strukturnya terdapat banyak pori. Bahan baku dari campuran ini adalah semen, pasir, gypsimm CaCO₃ dan katalis aluminium. Katali Al menimbulkan gelembung gas H₂O, CO₂ sehingga menimbulkan jejak pori dalam beton yang sudah mengeras. Semakin banyak gas yang dihasilkan akan semakin banyak pori yang terbentuk dan beton akan semakin ringan.

2. Beton ringan tidak berpori (non aerated concrete) pada beton ini ditambahkan agregat ringan dalam pembuatannya, seperti batu apung, serat sintetis dan alami, slag baja, perlite dan lain-lain.

b. Beton Normal

Merupakan beton yang diproduksi dengan menggunakan agregat normal. Berat jenis ini memiliki berat isi sebesar 2200 – 2500 kg/m³, dengan kuat tekan sebesar 15-40 MPa. Beton normal pada umumnya sering digunakan pada industri konstruksi. Contohnya yaitu dalam pembuatan gedung-gedung, jalan (jenis perkerasan beton), bendungan saluran air dan lainnya.

c. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat lebih besar dari beton normal yakni lebih dari 2400 kg/m³. Beton jenis ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

2.4 Sifat dan karakteristik Beton

2.4.1 Kuat tekan beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur ASTM C-39 pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

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

dimana: σ_b : kuat tekan
P : Beban
A : Luas penampang

Tabel 2.2. Perkembangan kuat tekan beton pada berbagai umur

Umur Beton	3	7	14	21	28
Semen Portlan biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00
Semen Portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00

Sumber: PBI – 1971

Tabel 2.3. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai benda uji

Benda Uji	Perbandingan kuat tekan
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder ϕ 15 x 30 cm	0,83

Sumber : PBI – 1971

2.4.2 Kemudahan Pengerjaan

Kemudahan pengerjaan beton merupakan salah satu kinerja utama yang dibutuhkan. Walaupun suatu struktur beton dirancang agar mempunyai kuat tekan yang tinggi, tetapi jika rancangan tersebut tidak dapat diimplementasikan di lapangan karena sulit untuk dikerjakan maka rancangan tersebut menjadi percuma.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat pengerjaan beton :

a. Bahan-bahan campuran

- 1) Semen
- 2) Air
- 3) Bahan pembantu
- 4) Agregat
 - a) Ukuran maksimum
 - b) Bentuk
 - c) Gradasi
 - d) Perbandingan agregat kasar : agregat halus
 - e) Susunan permukaan
 - f) Daya serap

b. Kondisi Lingkungan sekeliling

- 1) Suhu
- 2) Kelembapan
- 3) Kecepatan angin

c. Waktu

Peran waktu sangat besar terhadap kemudahan pengerjaan beton. Waktu yang dimaksud meliputi waktu pengadukan, waktu pengecoran, dan juga waktu pematatan.

2.5. Bahan – bahan Campuran Beton

Beton terutama terdiri dari tiga bahan yaitu semen, air, dan agregat dan jika diperlukan bahan pembantu (admixture) untuk merubah sifat-sifat tertentu

dari beton yang bersangkutan. Pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1 % - 2 %, pasta semen (semen dan air) sekitar 25 % - 40 %, dan agregat (agregat halus dan kasar) 60 % - 75 %. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari.

2.5.1. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen merupakan hasil industri yang kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir – butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga – rongga udara di antara butir – butir agregat. Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Kandungan senyawa yang terdapat dalam semen akan membentuk karakter dan jenis semen.

Semen Portland dibagi menjadi lima :

- 1) Tipe I, semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Dipergunakan untuk pekerjaan bangunan dan beton secara umum.

- 2) Tipe II, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus menerus berhubungan dengan air kotor dan air tanah
- 3) Tipe III, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Dipergunakan untuk pekerjaan beton di daerah yang bersuhu rendah (mempunyai musim dingin) terutama di daerah yang beriklim dingin.
- 4) Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Dipergunakan untuk pembuatan beton atau bangunan yang berukuran besar dengan tebal lebih dari 2.00 m dan massif.
- 5) Tipe V, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Dipergunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industry, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sifat alam persentase yang tinggi.

2.5.2. Agregat

Agregat yang banyak digunakan pada campuran beton sifatnya yang ekonomis adalah pasir dan kerikil. Pasir dan kerikil diperoleh dari lubang-lubang galian atau dikeruk dari dasar sungai atau dasar laut. Agregat ini menempati kira-kira 70% - 75 % volume beton. Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Batuan yang baik dipakai sebagai agregat adalah butiran-butiran yang keras, kompak, tidak pipih dan kekal (volume

tidak berubah karena pengaruh cuaca dan keadaan sekelilingnya). Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan, kuat, tahan lama dan ekonomis. Pengaruhnya bias dilihat di tabel berikut:

Tabel. 2.4. Pengaruh Sifat Agregat pada Beton

Sifat Agregat	Pengaruh pada	Sifat beton
Bentuk, Tekstur, gradasi	Beton cair	Kelecekan, pengikatan dan pengerasan
Sifat fisik, sifat kimia, mineral	Beton Keras	Kekuatan, kekerasan, ketahanan (durability)

Sumber: Andi - Teknologi Beton, 2007

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa sifat agregat sangat mempengaruhi sifat beton yang kan dibuat. Sehingga bentuk, tekstur dan gradasi agregat berpengaruh langsung terhadap sifat beton yang terjadi. Agregat adalah suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran, yang berupa butiran atau pecahan, yang termasuk didalamnya antara lain: pasir, kerikil, agregat pecah, terak dapur tinggi, abu (debu) agregat. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa alami dan buatan. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

1. Jenis – jenis Agregat

Agregat dapat diklasifikasikan menurut kriteria dibawah ini:

a) Kepadatan Agregat

Tidak ada batas yang jelas antara agregat biasa dengan agregat ringan atau agregat berat, pengelompokan umum dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.5. Jenis Agregat berdasarkan Kepadatannya

Jenis	Kepadatan (kg/m³)
Ringan	300 – 1800
Sedang	2400 – 3000
Berat	>4000

Sumber :Andi - Teknologi Beton, 2007

b) Ukuran dan produksi

Perbedaan antara agregat kasar dan agregat halus adalah ayakan 5 mm atau 3/16". Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 5 mm dan sebaliknya dengan agregat kasar. Agregat dapat diambil dari batuan alam yang ukuran kecil ataupun batu alam besar yang dipecah. Berdasarkan produksinya agregat dibagi menjadi:

a.1 Agregat Alam

Agregat alam diambil dari endapan alam tanpa merubah keadaan aslinya selama produksi, kecuali pemecahan, penyaringan, penentuan ukuran butir atau pencucian. Dalam kelompok ini batu pecah, kerikil dan pasir merupakan agregat alam yang bisa digunakan, sedangkan kerikil bentuknya tidak teratur atau bulat.

a.2 Agregat Buatan

Agregat buatan adalah agregat yang dihasilkan sebagai produk tambahan dari pembuatan produk lain adalah kerak dapur yaitu hasil sampingan pembakaran biji logam. Agregat jenis ini ringan dan tahan terhadap cuaca. Biasa digunakan untuk penutup geladak jembatan, penutup atap, dan sebagai

tulangan pada perkerasan aspal. Selain itu adalah hasil pembakaran tanah liat seperti batu bata yang dapat juga digunakan sebagai tulangan perkerasan jalan.

2. Susunan Agregat

a) Ukuran Butiran maksimum Agregat

Tabel 2.6. Ukuran Agregat

Ukuran sangat kecil (mm)	Ukuran Besar (mm)	Agregat Alami	Agregat dipecah
-	0,25	Halus	Halus
-	1	Sedang pasir	Pecah
1	4	Kasar	Kasar
4	32	Kerikil	Chip (batu jagung)
32	63	Kerikil kasar	Batu pecah

Sumber : Teknologi Bahan 2

Ukuran fraksi dari agregat kasar

- i. 40 mm – 20 mm
- ii. 20 mm – 10 mm
- iii. 10 mm – 5 mm

Dari tabel dapat dilihat ukuran butir agregat. Hal yang sering dipertanyakan dalam ukuran butir maksimum adalah mana yang terbaik untuk digunakan, ukuran maksimum yang kecil atau yang besar. Secara umum dipakai agregat yang

maksimum ukurannya karena biasanya yang paling ekonomis, juga susut karena pengeringan dapat dikurangi. Ada beberapa faktor yang ditinjau untuk menentukan diameter maksimum agregat, yaitu tebal elemen beton yang bersangkutan ($1/5$ dari dimensi minimum), jarak tulangan serta alat pengaduk dan alat penuang yang dipakai.

b) Bentuk Butiran

Selain ukuran gradasi, bentuk tekstur permukaan butir juga penting untuk dipelajari.

- ❖ Indeks Pipih : butir pipih mempunyai luas permukaan spesifik yang lebih besar daripada butir bulat. Ini akan menambah kebutuhan air untuk kelecakan tertentu. Mereka juga cenderung berorientasi dengan posisi horizontal selama pemadatan, mengakibatkan terjebaknya air dan buih udara dibawahnya, yang disebut water gain. Hal ini akan mengurangi ketahanan karena merupakan kelemahan.
- ❖ Indeks Panjang : butir disebut memanjang bila panjang nya (dimensi terbesar) lebih dari 1.8 kali ukuran nominal. Prinsip sama dengan indeks pipih. Penanganan diperlukan apalagi bila butirnya pipih dan memanjang.
- ❖ Angka angularitas : ditentukan dari proporsi ruang kosong agregat serta ukuran setelah dipadatkan dengan cara tertentu. Ini mengindikasi deviasi dari kebulatan butir.

3. Gradasi Agregat

Gradasi Agregat dibagi menjadi 2 (dua) macam yaitu agregat halus dan agregat kasar. Berikut penjabarannya:

❖ Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4.8 mm atau 4.75 mm atau 5.00 mm. agregat kasar adalah agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan 4.8 mm atau 4.75 mm atau 5 mm. Agregat yang digunakan dalam campuran beton harus memiliki gradasi butiran yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, agar dapat memiliki daya ikat antara butiran dan mengurangi semen. Butiran yang kecil akan mengisi pori-pori antara butiran besar, sehingga akan diperoleh bahan campuran yang padat dan volume pori sekecil mungkin. Pengukuran besar butir agregat didasarkan atas suatu pemeriksaan yang dilakukan dengan menggunakan alat yang berupa ayakan dengan besar lubang yang telah ditetapkan.

Agregat dikelompokkan dalam empat zone (daerah) seperti dalam Tabel 2.7 tabel tersebut dijelaskan dalam gambar 2.2.sampai 2.5.

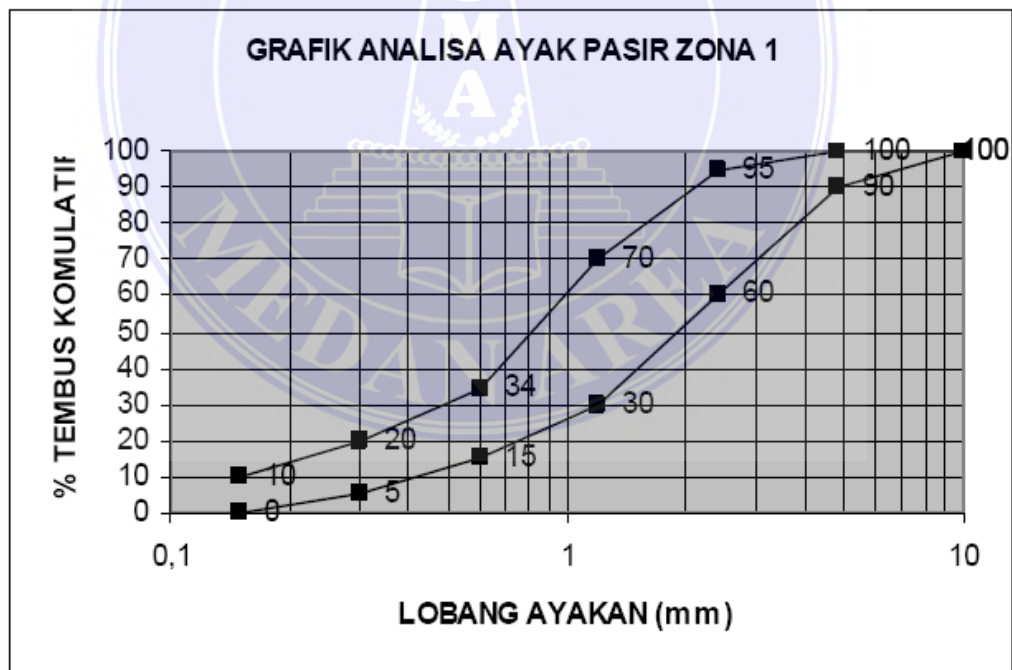
Tabel 2.7. Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Lewat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: SK.SNI. T-15-1990

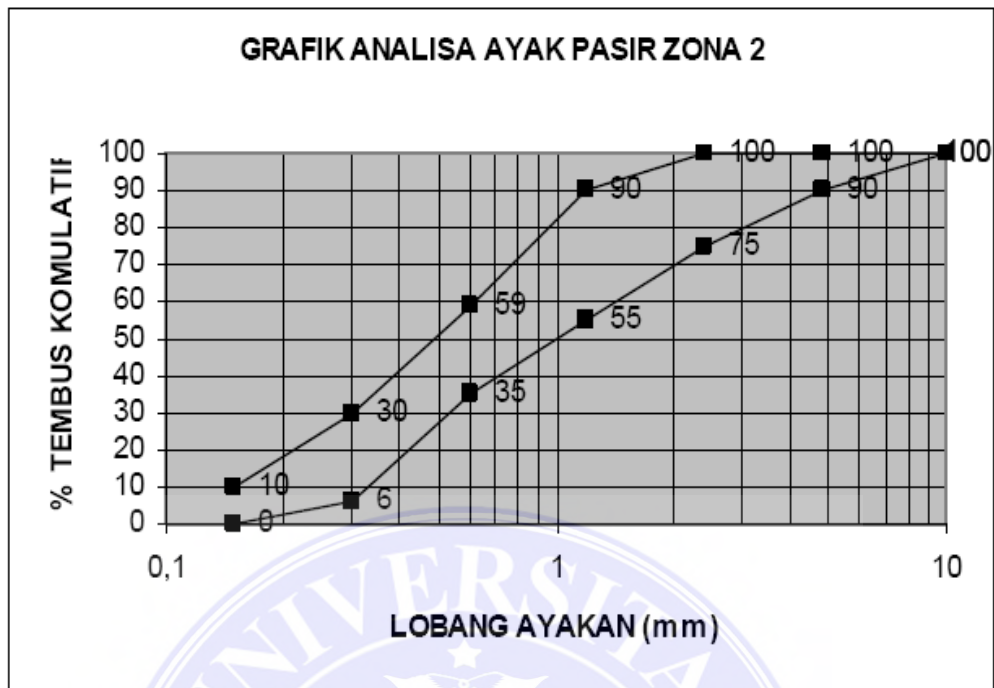
Keterangan :

- Daerah Gradasi I = Pasir kasar
- Daerah Gradasi II = Pasir agak kasar
- Daerah Gradasi III = Pasir halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir agak halus



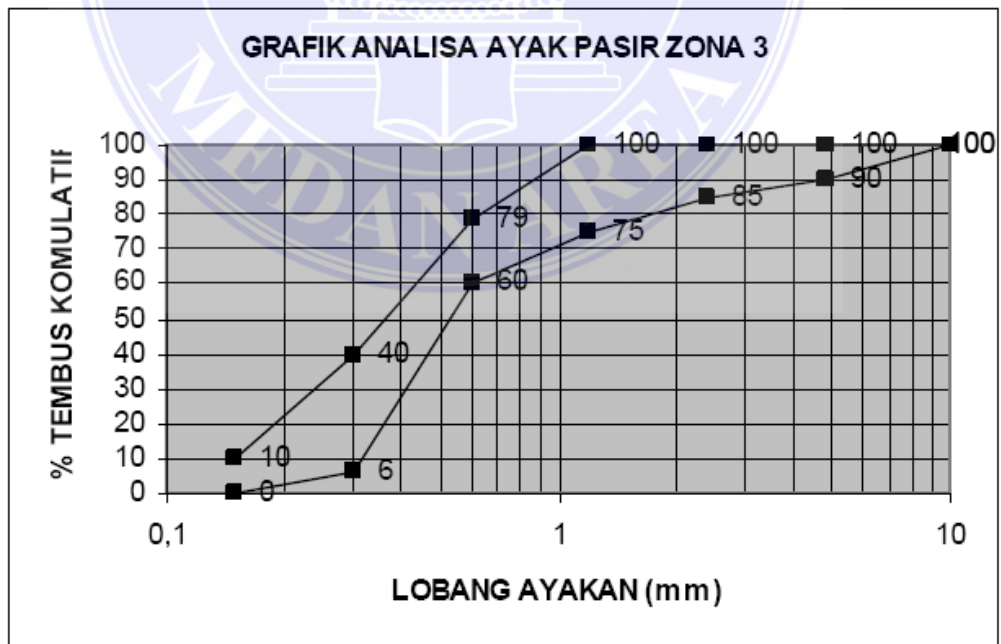
Gambar 2.2. Grafik Analisa Ayak Pasir Zona 1

Sumber: SK.SNI. T-15-1990



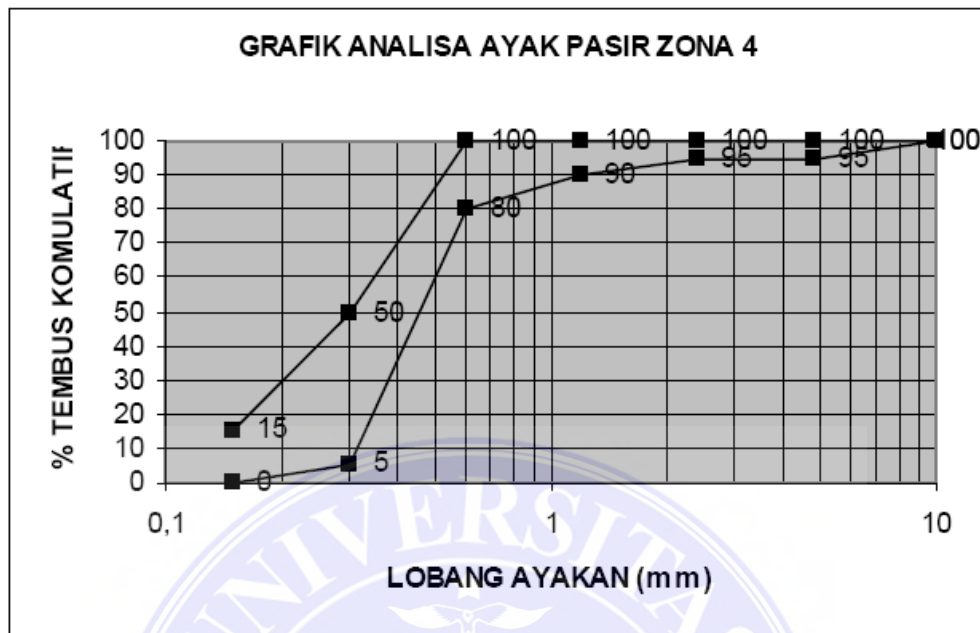
Gambar 2.3. Grafik Analisa Ayak Pasir Zona 2

Sumber: SK.SNI. T-15-1990



Gambar 2.4. Grafik Analisa Ayak Pasir Zona 3

Sumber: SK.SNI. T-15-1990



Gambar 2.5. Grafik Analisa Ayak Pasir Zona 4

Sumber: SK.SNI. T-15-1990

Ukuran butir agregat didefinisikan sebagai butiran yang dapat lolos pada suatu ukuran ayakan tertentu. Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan 4.8 mm. Agregat halus disebut juga pasir, pasir diperoleh langsung dari dasar sungai dan galian ataupun berasal dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 1.20 mm disebut pasir halus. Didalam beton, agregat halus dan agregat kasar mengisi sebagian volume beton, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat mempengaruhi sifat dan mutu beton. Penggunaan agregat dalam beton adalah :

- a. Untuk menghemat penggunaan semen Portland
- b. Untuk menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
- c. Untuk mengurangi susut pengerasan beton

- d. Untuk mencapai susunan yang padat pada beton, dengan gradasi agregat yang baik akan didapat beton yang padat pula
- b. Mengontrol sifat dapat dikerjakan (workability) adukan beton.

❖ Agregat Kasar

Gradasi agregat kasar Kerikil Berasal dari disintegrasikan alami dari batuan alam atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh alat pemecah batu (stone Crusher), dan mempunyai ukuran butiran antara 4.8 mm – 40 mm. agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah berasal dari Binjai dengan ukuran maksimum 40 mm

Agregat kasar adalah agregat dengan butiran-butiran yang tertinggal diatas ayakan 4.8 mm s/d 40 mm. Batu adalah agregat yang besar butirannya lebih dari 40 mm. Secara umum agregat kasar sering disebut sebagai kerikil (ukuran butiran antara 5 mm s/d 40 mm), kerikil dan batu pecah. Cara yang paling banyak dilakukan untuk membedakan jenis agregat adalah dengan analisa besar butirannya. Pada tabel 2.8 Dapat dilihat ukuran butiran agregat kasar.

Tabel.2.8 Susunan Besar Butiran Agregat Kasar

No. Ayakan	Ukuran Ayakan	% Berat melalui ayakan			
		Agregat Kasar		Agregat halus	
		Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas
1 in	25	95	100		
$\frac{3}{4}$ in	19				
$\frac{1}{2}$ in	12.5	25	60		
$\frac{3}{8}$ in	10			100	100
No. 4	5	0	10	95	100
No. 8	2.5	0	5	80	100
No. 16	1.2			50	85
No. 30	0.6			25	60
No. 50	0.3			10	30
No. 100	0.15			2	10
Pan					

Sumber : Andi - Teknologi Beton, 2007

Didalam beton, agregat halus dan agregat kasar mengisi sebagian volume beton, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat mempengaruhi sifat dan mutu beton. Penggunaan agregat dalam beton adalah :

- a. Untuk menghemat penggunaan semen Portland
- b. Untuk menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
- c. Untuk mengurangi susut pengerasan beton
- d. Untuk mencapai susunan yang dapat pada beton, dengan gradasi agregat yang baik akan didapat beton yang padat pula

1.6 Bahan Pengganti dan Bahan Tambah

Bahan pengganti dan bahan tambah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.6.1 Abu Vulkanik Gunung Sinabung

Abu vulkanik merupakan mineral batuan vulkanik termasuk material glass yang memiliki ukuran sebesar pasir dan kerikil dengan diameter kurang lebih 2 mm (1/2 inchi) yang merupakan hasil erupsi gunung berapi. Partikel abu sangat kecil tersebut dapat memiliki penampang lebih kecil dari 0,001 mm (1/25,000th of an inch). Abu vulkanik bukan merupakan produk pembakaran seperti abu terbang yang lunak dan halus seperti hasil pembakaran kayu, daun atau kertas. Abu vulkanik memiliki sifat sangat keras dan tidak larut didalam air sehingga seringkali sangat abrasive dan sedikit korosif serta mampu menghantarkan listrik ketika dalam keadaan basah.

Abu vulkanik terbentuk selama erupsi vulkanik secara eksplosif gunung berapi. Erupsi eksplosif terjadi ketika gas larut didalam batuan cair (magma) yang mengalami ekspansi dan melepaskan secara ledakan kedalam udara, dan juga ketika air dipanaskan oleh magma dan melepas secara tiba-tiba kedalam uap. Gaya pelepasan gas bersuara keras mematahkan batuan padat. Sementara gas yang

berekspansi juga mendesak magma dan meledak keudara, selanjutnya ketika dia membeku terbentuk kedalam pecahan-pecahan batuan kecil vulkanik dan gelas. Pada saat diudara angin akan menghembus butiran abu kecil tersebut sejauh beberapa kilometer dari pusat erupsi.

Telah bertahun-tahun dipahami bahwa campuran abu vulkanik dan batuan serbuk (*siliceous*) dengan kapur akan menghasilkan semen hidrolik. Sebuah penelitian pada struktur bangunan Romawi dan Mesir kuno memberikan bukti efektif dan ketahanan semen ini. Bukti lapisan semen hidrolik pada sebuah penampung air (*cistern*) di Kamiros, Rhodes (230 km selatan Santorini) pada abad ke 6 atau 7 sebelum masehi masih ada. Semen alami pozzolan merupakan bahan mellinium yang masih ada untuk lapisan tangki penampung air dan kanal sebagai pengikat batuan maupun struktur tahan air dan bangunan monumen.

Abu vulkanik saat ini masih digunakan diberbagai negara seperti Mesir, Itali, Jerman, Mexico dan China karena dapat menurunkan biaya dan meningkatkan kualitas dan ketahanan beton. Ketika abu vulkanik menimbulkan sementasi dalam, maka akan bertransformasi kedalam batuan lunak disebut (*Tuff*). Karena kualitasnya lebih rendah dibandingkan dengan batuan lain (kekuatan lebih rendah dan tahanan korosinya), tuff sering kali ditanam dan digunakan sebagai batuan gedung.

Kandungan yang terdapat dalam abu vulkanik banyak mengandung silika."Kandungan material dari abu yang dimuntahkan itu mengandung SiO₂ atau pasir kuarsa .

Abu vulkanik ini memiliki karakteristik yang tajam, sehingga dapat merusak paru-paru jika terhirup, berbeda dengan debu biasa. Saat meletus, gunung berapi memang umumnya menyemburkan uap air (H₂O), karbon dioksida (CO₂), sulfur dioksida (SO₂), asam klorida (HCl), asam fluorida (HF), dan abu vulkanik ke atmosfer. Abu vulkanik mengandung silika, mineral, dan bebatuan. Unsur yang paling umum adalah sulfat, klorida, natrium, kalsium, kalium, magnesium, dan fluoride. Ada juga unsur lain, seperti seng, kadmium, dan timah, tapi dalam konsentrasi yang lebih rendah (*id blog network*).

2.6.2 Air

Air digunakan untuk membuat adukan menjadi bubur kental dan juga sebagai bahan untuk menimbulkan reaksi pada bahan lain untuk dapat mengeras. Kekuatan dan mutu beton umumnya sangat dipengaruhi oleh air yang digunakan. Air yang digunakan disesuaikan pada batas yang memungkinkan untuk pelaksanaan pekerjaan campuran beton dengan baik. Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Sumber – sumber air yang dapat digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang terdapat di permukaan, air hujan, air tanah, air permukaan, dan air laut. Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air merupakan bahan yang digunakan untuk berlangsungnya proses bereaksinya hidrasi semen agar semen membentuk pasta yang bisa mengikat agregat dengan stabil.

1.7 Perancangan Campuran Beton

Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan–bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan–bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis dan ekonomis. Dalam menentukan proporsi campuran dapat digunakan beberapa metode yang dikenal antara lain: Metode *American Concrete Institute*, *Portland Cement Association*, *Road Note no.4*, *British standard* atau *Departement of Environment*, Departemen Pekerjaan Umum (*SK.SNI.T-15-1990-03*), dan cara coba – coba.

Perancangan cara Inggris atau dikenal dengan metode Departemen Pekerjaan Umum yang tertuang dalam *SK.SNI.T-15-1990-03* “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal” merupakan adopsi dari cara *Department of Environment (DoE)*, *Building Research Establishment*, *Britain*.

1.7.1 Standar Deviasi dan Kuat Tekan Rata – Rata.

Beton adalah suatu bahan konstruksi yang mempunyai sifat kekuatan tekan yang khas, yaitu apabila diperiksa dengan sejumlah besar benda – benda uji, nilainya akan menyebar sekitar suatu nilai rata – rata tertentu atau disebut juga ukuran dari mutu pelaksanaan. Penyebaran dari hasil – hasil pemeriksaan ini akan kecil atau besar bergantung pada tingkat kesempurnaan dari pelaksanaannya. Dengan menganggap nilai – nilai dari hasil pemeriksaan tersebut menyebar normal, yaitu mengikuti lengkung Gauss, maka ukuran dari besar kecilnya variasi

penyebaran dari nilai – nilai hasil pemeriksaan tersebut, jadi ukuran dari mutu pelaksanannya adalah deviasi standar (s) dengan rumus sebagai berikut:

$$s = \frac{\sqrt{\sum_1^N (\sigma b' - \sigma_{bm}')^2}}{N - 1}$$

Dimana:

s = deviasi standar (kg/cm)

σ_b' = kekuatan tekan beton yang didapat dari masing – masing benda uji (kg/cm)

σ_{bm}' = kekuatan tekan beton rata – rata (kg/cm)

Menurut rumus:

$$\sigma_{bm}' = \frac{\sum_1^N \sigma b'}{N}$$

Dimana: N = Jumlah seluruh hasil pemeriksaan

Dengan menganggap nilai-nilai dari hasil pemeriksaan benda uji menyebar normal maka kekuatan beton karakteristik, dengan 5 % kemungkinan adanya kekuatan yang tidak memenuhi syarat, ditentukan oleh rumus:

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

dengan demikian kekuatan tekan rata-rata rencana yang dibutuhkan untuk perencanaan suatu campuran beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sigma_{bk}' = \sigma_{bm}' + 1,64 s$$

Bila suatu penelitian tidak memenuhi hasil uji yang memenuhi syarat yaitu paling sedikit terdiri dari 30 benda uji yang berurutan pada masing-masing variabelnya, tetapi hanya ada 15 s/d 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai standard deviasi dikalikan dengan faktor pengali pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Faktor pengali Standar Deviasi

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Gunakan Tabel 5 (SNI 03-2847-2002)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1

Sumber : SNI 03-2834-1993

Catatan: Nilai yang berada diantaranya dilakukan Interpolasi.

Berbagai mutu pelaksanaan pada berbagai isi pekerjaan dicantumkan dalam tabel.

Tabel 2.10 Mutu pelaksanaan diukur dengan deviasi standar (s)

Sebutan	Jumlah Beton (m³)	Deviasi Standar (s) (kg / cm)		
		Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	/1000	45 / s / 55	55 / s / 65	65 / s / 85
Sedang	1000 – 3000	35 / s / 45	45 / s / 55	55 / s / 75
Besar	/3000	25 / s / 35	35 / s / 45	45 / s / 65

Sumber: PBI 1971

2.7.2 Pemilihan Faktor Air Semen

Perbandingan antara kadar air dan kadar semen yang disebut faktor air semen atau perbandingan air semen dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Faktor Air Semen} = \frac{\text{Kadar Agregat dalam Kg atau Kg/m}^3}{\text{Kadar Semen dalam Kg atau Kg/m}^3}$$

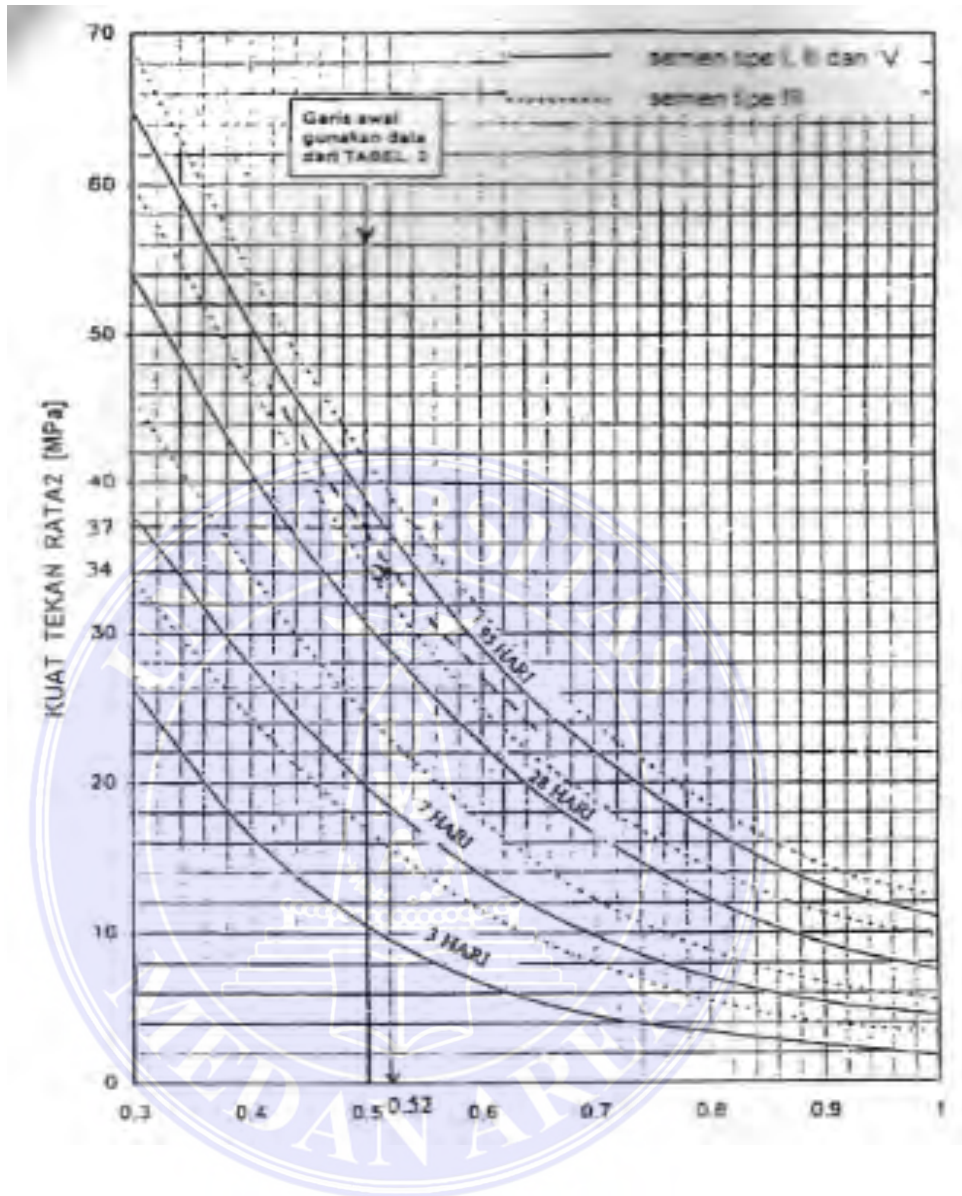
dengan demikian dalam kadar air termasuk pula air resapan dalam agregat kasar dan agregat halus disamping air yang diisikan ke dalam wadah pengaduk beton berdasarkan perhitungan sebelumnya. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak terlalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

Tabel 2.11. Perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0.5 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	Kekuatan Tekan (Mpa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I atau Semen tahan Sulfat Tipe II,IV	Batu tak dipecah (alami)	17	23	33	40	
	Batu Pecah	19	27	37	45	Silinder
	Batu tak dipecah (alami)	20	28	40	48	
	Batu Pecah	23	32	45	54	Kubus
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah (alami)	21	28	38	44	
	Batu Pecah	25	33	44	48	Silinder
	Batu tak dipecah (alami)	25	31	46	53	
	Batu Pecah	30	40	53	60	Kubus

Sumber : SNI 03-2834-1993

Dalam mempermudah pengerjaan pencampuran beton sering kali dibuat kesalahan dengan menambahkan air pada campuran beton di lapangan yang jumlahnya berlebihan, sekedar untuk memperoleh kemudahan dalam pengerjaan serta pemadatan beton, cara ini akan menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. Penambahan air harus selalu diikuti dengan penambahan kadar semen yang sesuai sehingga faktor air semen tetap sama nilainya dengan yang disyaratkan.



Gambar 2.6. Grafik hubungan antara Kuat tekan dan Faktor Air Semen

Sumber SNI 03-2834-1993

Tabel 2.12. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembeconan dalam lingkungan khusus

Deskripsi	Jumlah Semen	FAS
	Minimum dalam 1 m³	
	beton (kg)	
Beton di dalam ruangan		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uang uang korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. Terlindung dari terik hujan dan matahari langsung	275	0,6
Beton yang terus menerus berhubungan dengan air		
a. Air Tawar	275	0,57
b. Air Laut	325	Tabel II
Beton yang masuk kedalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah kering berganti-ganti	325	Tabel II
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	375	

Sumber :SNI 03-2834-1993

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan pada:

- Hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari hasil penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman, dapat digunakan Tabel 2.11 dan Gambar 2.9
- Untuk lingkungan khusus, faktor air semen minimum harus memenuhi ketentuan SK SNI untuk beton tahan sulfat dan beton kedap air (PB,1982:21-23).
- Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak terlalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas – batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

2.7.3 Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan atau dapat memenuhi syarat workability. Jika tidak ada data yang lalu, nilai slump dapat diambil dari Tabel 2.13.

Tabel 2.13. Nilai-nilai slump dalam berbagai pekerjaan beton

Uraian	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
a. Dinding, pelat pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
b. Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	9,0	2,5 7,5
c. Pelat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
d. Perkerasan Jalan	7,5	5,0
e. Pembetonan Massal	7,5	2,5

Sumber PBI-1971

2.7.4 Besar Butir Agregat Maksimum

Untuk struktur beton bertulang SK SNI memberikan batasan untuk butir agregat maksimum yang digunakan sebesar 40 mm dan dihitung berdasarkan ketentuan-ketentuan berikut:

1. $\frac{1}{5}$ (Seperlima) jarak terkecil bidang-bidang samping cetakan
2. $\frac{1}{3}$ (Sepertiga) dari tebal pelat
3. $\frac{3}{4}$ (Tiga perempat) dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

2.7.5 Kadar Air Bebas

Kadar air bebas ditentukan dengan menggunakan daftar berikut :

Tabel 2.14 Perkiraan kadar air bebas (kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan.

Slump (mm)	0-10	10-30	30-60	60-180	
V.B (detik)	12	6-12	3-6	0-3	
Ukuran maksimum dari agregat (mm)	Jenis Agregat Kadar air bebas (kg/m³)				
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	190
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber :SNI 03-2834-1993

Catatan:

1. Koreksi suhu diatas 20 C, setiap kenaikan 5 C harus ditambah air sebanyak 5 liter per meter kubik adukan beton
2. Untuk permukaan agregat yang kasar, harus ditambahkan air kira-kira 10 liter per meter kubik adukan beton.

Kadar air bebas yang ditentukan dengan menggunakan tabel diatas bergantung pada jenis ukuran maksimum agregat dan dapat menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang dikehendaki. Bilamana digunakan agregat kasar dan agregat halus yang jenisnya berbeda, misalnya batu pecah digabungkan dengan

pasir alami maka nilai kadar air bebas yang diperoleh dai daftar diatas, dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Kadar\ Air\ Bebas = \frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk$$

Dimana :

Wh : Kadar air bebas sesuai dengan jenis agregat halus yang bersangkutan

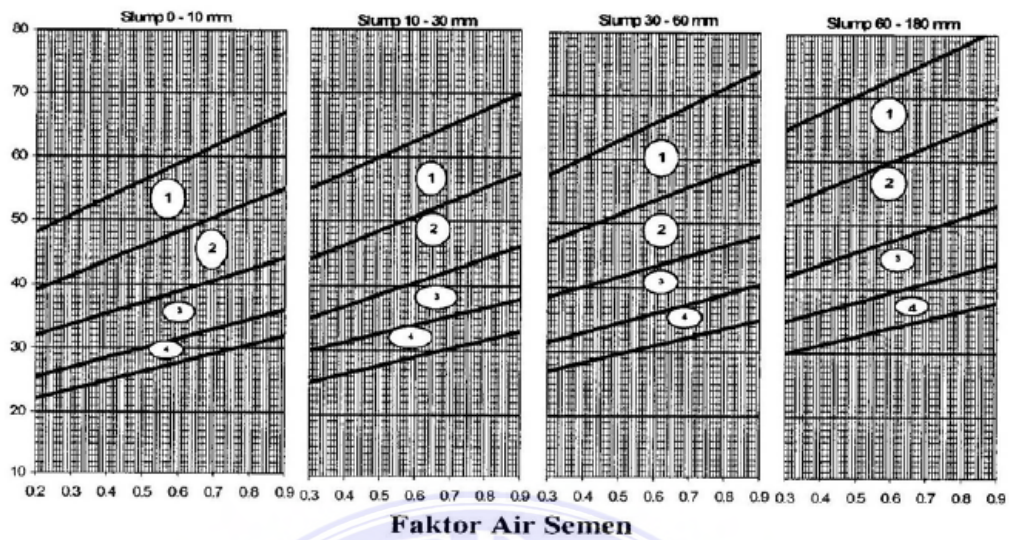
Wk : Kadar air bebas sesuai dengan jenis agregat kasar yang bersangkutan

2.7.6 Susunan Gradasi Agregat Halus

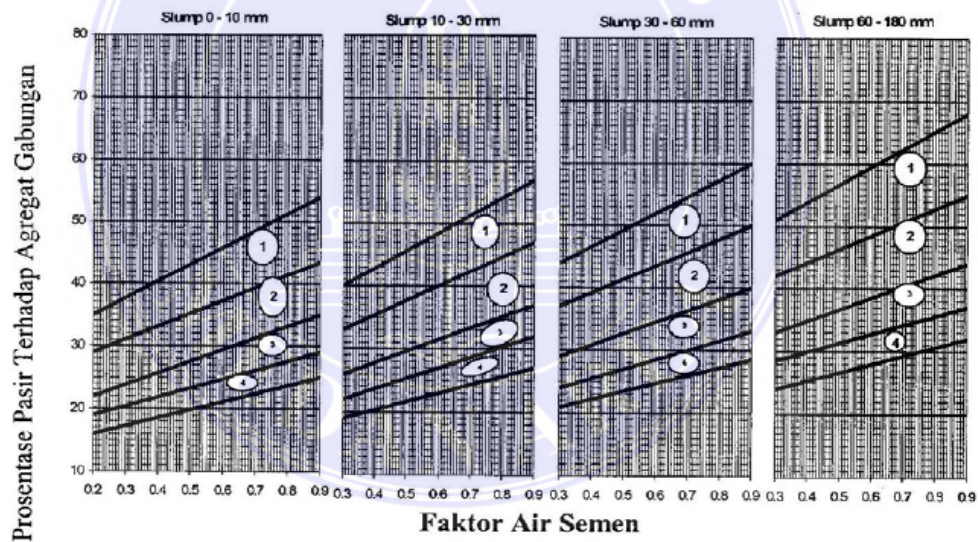
Susunan Gradasi agregat halus yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi syarat gradasi. Dalam syarat gradasi menurut SK SNI.T-15-1990-03 dibagi menjadi 4 zona yaitu zona 1,2,3 dan 4 (lihat gambar 2.2 s/d 2.5)

2.7.7 Proporsi Agregat Halus

Proporsi Agregat halus ditentukan oleh nilai ukurab butir maksimum yang dipakai, faktor air semen, dan nilai slump yang digunakan serta zona gradasi agregat halus.Nilai-nilai tersebut kemudian diplotkan dalam gambar berikut.



Gambar 2.7. Grafik Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm

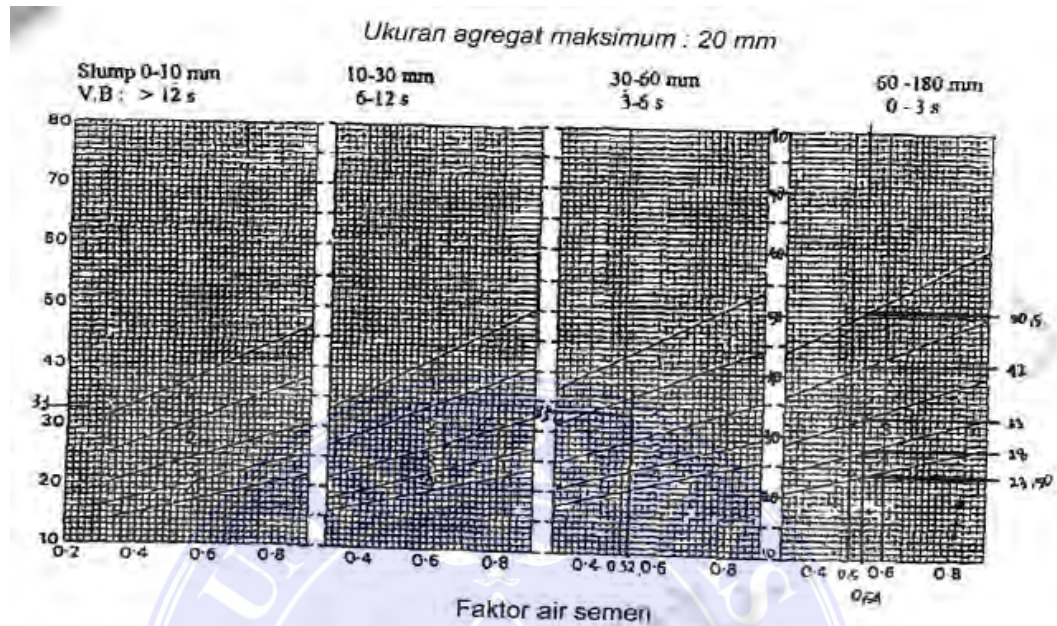


Gambar 2.8. Grafik Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

2.7.8 Proporsi Agregat Kasar

Proporsi agregat kasar ditentukan berdasarkan nilai ukuran butir maksimum yang dipakai, faktor air semen, dan nilai slump yang digunakan serta

zona gradasi agregat halus. Nilai-nilai tersebut kemudian diplotkan dalam gambar yang ada dibawah ini.



Gambar 2.9. Grafik Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

2.7.9 Berat Jenis Relatif Agregat

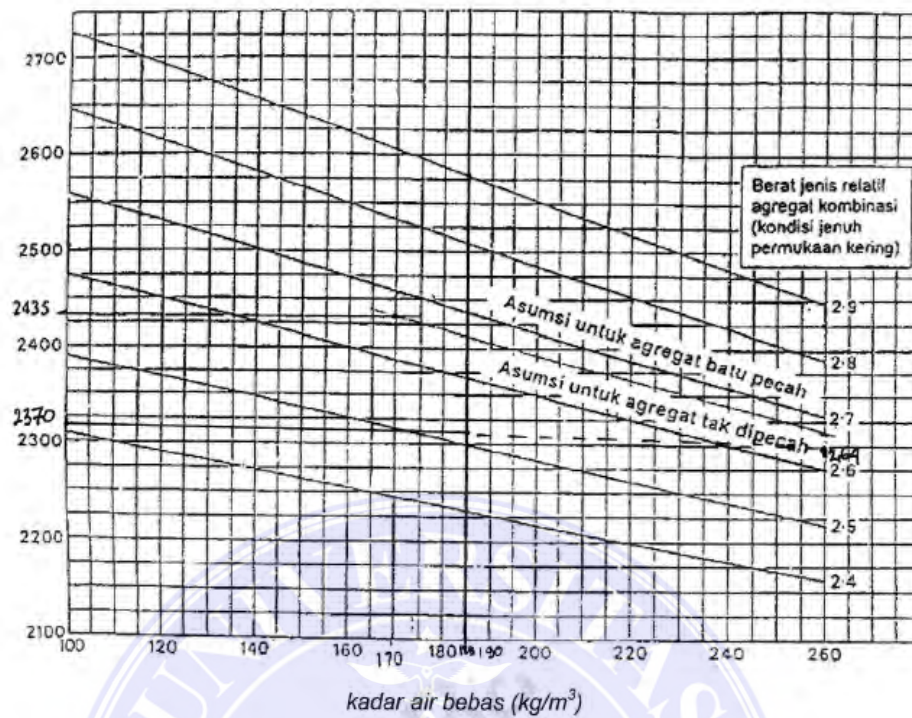
Berat jenis relatif agregat ditentukan sebagai berikut:

1. Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:

- Agregat Pecah : 2.6 atau 2.7

2. Berat jenis agregat gabungan (Bj gab) dihitung sebagai berikut:

$$(Bj Ag) = (\% \text{ Agregat halus}) \times (Bj \text{ agr. Halus}) + (\% \text{ Agregat kasar}) \times (Bj \text{ agr. Kasar})$$



Gambar 2.10 Grafik Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai dipadatkan

2.7.9.1 Koreksi Kadar Agregat Terhadap Kadar Air Lapangan

Untuk mendapatkan proporsi agregat dan air dapat dihitung dengan menggunakan rumus.:

Agregat halus : $\text{Kadar Ag. Halus} + (\text{KAh-DSH}) \times \text{Kadar Ag. Halus}$

Agregat Kasar : $\text{Kadar Ag. Halus} + (\text{KAk-DSk}) \times \text{Kadar Ag. Kasar}$

Air : $\text{Kadar Air Bebas} - ((\text{KAh-DSH}) \times \text{Kadar Ag. Halus}) - (\text{KAk-DSk}) \times \text{Kadar Ag. Kasar}$

Dimana:

KAh : Kadar air agregat halus (%)

KAk : Kadar air gregat kasar (%)

DSH : Daya serap dari agregat halus (%)

DSk : Daya serap dari agregat kasar (%)

2.8 Pengerjaan Beton

Pencampuran bahan – bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan – bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi. Adapun tahap dalam pelaksanaan di lapangan meliputi:

2.8.1. Persiapan

Hal – hal yang diperhatikan dalam persiapan yaitu:

- a. Peralatan Bersih
- b. Ruang tempat pengisian beton bersih
- c. Permukaan acuan jika perlu diberikan bahan khusus untuk memudahkan pembongkaran

2.8.2. Penakaran

Hal –hal yang diperhatikan adalah:

- a. beton dengan kekuatan lebih besar atau sama dengan 20 MPa proporsi penakarannya didasarkan atas penakaran berat
- b. beton dengan kekuatan lebih kecil dari 20 MPa proporsi penakarannya didasarkan atas penakaran volume

2.8.3. Pengadukan

Selama proses pengadukan dilakukan pendataan rinci mengenai:

- a. Jumlah batch aduk yang dihasilkan
- b. Proporsi material
- c. Perkiraan lokasi dari tempat penuangan
- d. Waktu dan tanggal pengadukan serta penuangan

2.8.4. Penuangan

Hal – hal yang diperhatikan adalah:

- a. ditempatkan sedekat mungkin dengan lokasi setakan akhir
- b. Dilakukan dengan kecepatan yang diatur
- c. Campuran beton harus bersih
- d. Setelah penuangan campuran dilakukan, pelaksanaan dilakukan tanpa henti
- e. Permukaan acuan rata dengan campuran beton

2.8.5. Pemasatan

Hal – hal yang perlu diperhatikan:

- a. Pada jarak yang berdekatan, pemasatan dengan alat getar dilaksanakan dalam waktu yang pendek
- b. Pemasatan dilakukan secara vertical dan jatuh dengan beratnya sendiri
- c. Tidak menyebabkan Bleeding
- d. Pemasatan merata
- e. Tidak terjadi kontak antara alat getar dengan bekisting
- f. Alat getar tidak berfungsi untuk mengalirkan, mengangkat atau memindahkan beton

2.8.6. Penyelesaian Akhir

Pekerjaan finishing dimaksudkan untuk mendapatkan sebuah permukaan beton yang rata dan mulus. Pekerjaan ini biasa dilakukan pada

saat beton belum mencapai *final setting*, karena pada saat ini beton masih dapat dibentuk. Alat yang digunakan biasanya ruskam, jidar, dan alat – alat perata lainnya.

2.8.7. Perawatan

Perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal itu terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal 7 (tujuh) hari dan berkekuatan awal tinggi minimum selama 3 (tiga) hari serta dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan dipercepat.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedap terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

2.8.8. Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah beton mengeras dan berumur 28 hari, uji tekan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton tersebut. Jika pengujian tersebut tidak dilakukan, dapat dilakukan tindakan lain sesuai dengan syarat evakuasi beton keras. Pengujian dapat dilakukan dengan core drill dan load test. Setelah data uji tekan diperoleh, maka kuat tekan beton dihitung dengan menggunakan rumus:

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

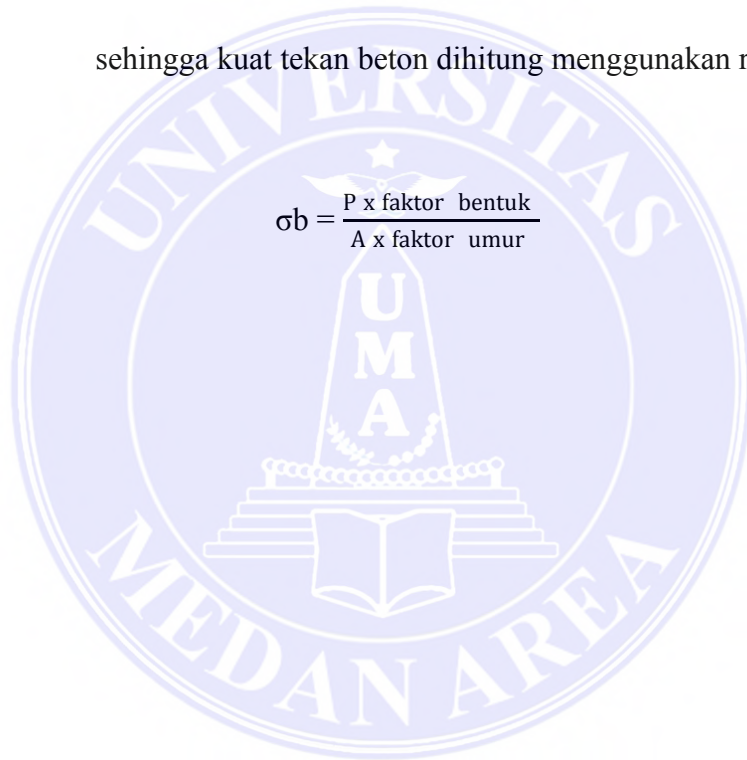
Dimana : σ_b : kuat tekan (kg/cm²)

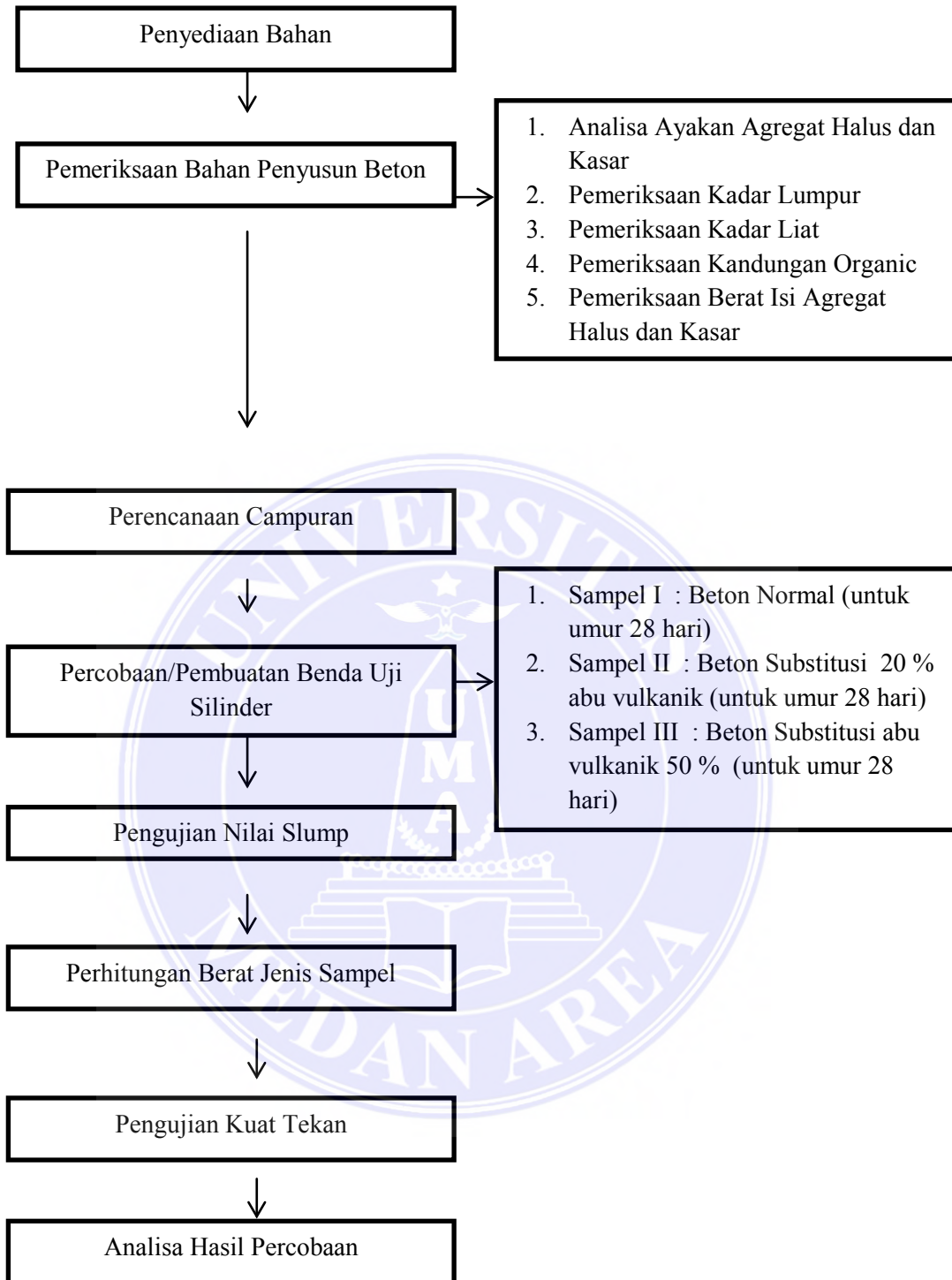
P : beban tekan (kg)

A : luas permukaan benda uji (cm²)

Untuk mendapat nilai kuat tekan yang akurat, maka faktor bentuk dan umur tidak boleh dihiraukan dalam perhitungan, sehingga kuat tekan beton dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma_b = \frac{P \times \text{faktor bentuk}}{A \times \text{faktor umur}}$$





Gambar 2.11 Diagram Pelaksanaan Pekerjaan Beton

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Persiapan Bahan

3.1.1 Spesifikasi Rencana

1. Bahan Rencana

Spesifikasi yang direncanakan yaitu beton dengan Mutu K 175 dan slump Rencana 60 – 180 cm

2. Bahan Dasar

Spesifikasi yang direncanakan dari bahan dasar yaitu

Beton Normal : Semen Portlan Type I, Pasir (alami), Batu Kerikil (pecah), air berasal dari sumur bor

Beton Substitusi Abu Vulkanik terhadap Semen dengan variasi 20% dan 50 % : Semen Portlan Type I, Pasir (alami), Batu Kerikil (pecah), Abu Vulkanik berasal dari Gunung Sinabung, air berasal dari sumur bor

3. Jenis Pemeriksaan

a. Agregat halus

- MKB (Modulus Kehalusan Butir)
- Kadar Lumpur
- BJ SSD

b. Agregat Kasar

- MKB (Modulus Kehalusan Butir)
- Kadar Lumpur

- BJ SSD

3.1.2 Pengadaan Bahan

Material yang digunakan pada penelitian ini diambil langsung dari produsen material yang materialnya berasal dari kota Binjai. Material tersebut berupa pasir, kerikil dan semen merk Holcim, sedangkan abu vulkanik berasal dari gunung sinabung kabupaten Karo. Keseluruhan bahan tersebut kemudian dibawa ke laboratorium untuk kemudian di teliti.

3.1.3 Perencanaan Kebutuhan Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini disediakan oleh laboratorium sipil, berikut beberapa alat yang digunakan dalam penelitian:

Tabel 3.1. Daftar Peralatan

No	Nama Alat	Jumlah	Keterangan
1	Shieve Shaker	1 bh	Lab. T. Sipil USU
2	Ayakan ASTM	1 set	Lab. T. Sipil USU
3	Oven	1 bh	Lab. T. Sipil USU
4	Duragan Test	1 set	Lab. T. Sipil USU
5	Mould dan Perojok	1 set	Lab. T. Sipil USU
6	Piknometer	1 bh	Lab. T. Sipil USU
7	Kerucut ABRAMS	1 set	Lab. T. Sipil USU
8	Talam	1 bh	Lab. T. Sipil USU
9	Mistar	1 bh	Lab. T. Sipil USU
10	Sendok Semen	3 bh	Lab. T. Sipil USU

11	Compressive Machine	1 set	Lab. T. Sipil USU
12	Timbangan digital	1 bh	Lab. T. Sipil USU
13	Cetakan Benda Uji	20 bh	Lab. T. Sipil USU
14	Sekop	2 bh	Lab. T. Sipil USU
15	Palu karet	1 bh	Lab. T. Sipil USU
16	Ember	10 bh	Lab. T. Sipil USU
17	Stop Watch	1 bh	Lab. T. Sipil USU
18	Kereta Sorong	1 bh	Lab. T. Sipil USU
19	Molen	1 bh	Lab. T. Sipil USU

3.1.4 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain :

- i. Semen
 1. Jenis : Type I
 2. Merk : HOLCIM
- ii. Abu Vulkanik/Terbang
 1. Jenis : Abu Terbang/Vulkanik Gunung Merapi
 2. Asal : Gunung Sinabung Kab. Karo
- iii. Agregat Halus
 1. Jenis : Pasir Alam
 2. Asal : Binjai
- iv. Agregat Kasar (Beton Normal)

1. Jenis : Batu pecah
 2. Asal : Binjai
- v. Air
1. Jenis : Air Sumur Bor
 2. Asal : Lab. Beton Teknik Sipil USU

3.1.5 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan adalah Laboratorium Beton, Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

3.2 Metodologi Pemeriksaan Bahan

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa pemeriksaan bahan pembentuk beton di laboratorium sebagai syarat untuk mengetahui tingkat kelayakan bahan yang akan digunakan untuk campuran beton yang direncanakan:

Adapun proses yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Analisa ayakan agregat halus
2. Analisa ayakan agregat kasar
3. Pemeriksaan berat jenis dan Absorpsi agregat halus
4. Pemeriksaan berat jenis dan Absorpsi agregat kasar
5. Pengujian kadar lumpur agregat halus
6. Pengujian kadar lumpur agregat kasar
7. Pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar
8. Perencanaan Campuran beton (Mix Design)
9. Pembuatan benda uji (sampel)
10. Pemeriksaan slump beton

11. Bobot Isi
12. Uji kuat tekan

Berikut dijelaskan prosedur pelaksanaan pemeriksaan bahan pembentuk beton yang akan digunakan

3.2.1 Analisa ayakan agregat halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya lolos dari ayakan diameter 5 mm dan tertahan diayakan 0,15 mm yang merupakan pasir alam sebagai disintegasi alam dari batu-batuan.

Pasir alam dapat dijumpai sebagai gundukan-gundukan di sepanjang sungai, sering disebut sebagai pasir sungai dan memiliki bentuk butiran bulat. Selain itu pasir alam juga dapat berupa bahan galian dari gunung, disebut sebagai pasir gunung dan memiliki butiran yang tajam.

Agregat halus yang digunakan sebagai bahan pengisi beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

Susunan butiran (gradasi)

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi gradasi yang baik, karena akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan beton yang padat disamping untuk mengurangi penyusutan. Agregat halus harus mempunyai susunan besar butiran dalam batas-batas seperti yang diperlihatkan pada table 3.2.

Agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos 45% pada suatu ayakan dan tertahan pada ayakan berikutnya. Modulus kehalusan tidak boleh kurang dari 2,2 dan tidak lebih 3,2. Batasan-batasan modulus kehalusan agregat halus sebagai berikut:

- Pasir halus : $2,20 < FM \leq 2,60$
- Pasir sedang : $2,60 < FM \leq 2,90$
- Pasir kasar : $2,90 < FM \leq 3,20$

Kadar MKB (Modulus Kehalusan Butir)

$$\frac{\text{Jumlah Persen Tertahan Kumulatif}}{100}$$

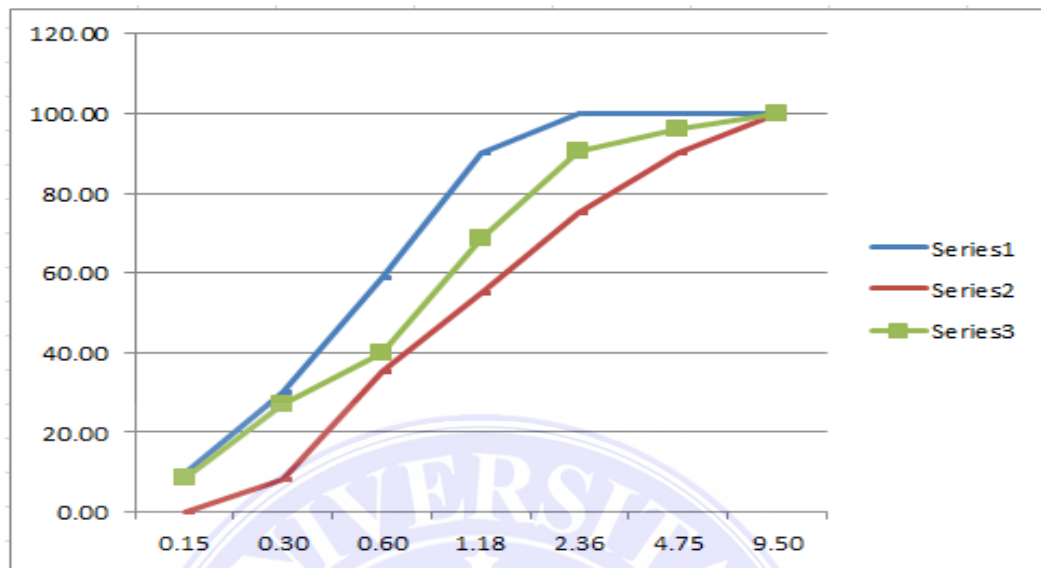
Tabel 3.2. Data pemeriksaan hasil Analisa Agregat Halus

No. Ayakan	Berat tertahan	Kumulatif Berat tertahan	% Tertahan	% Lolos
9,5	0	0	0	100
4,75	40	40	4	96
2,36	55	95	9,5	90,5
1,18	220	315	31,5	68,5
0,6	225	540	54	46
0,3	188	728	72,8	27,2
1,15	187	915	91,5	8,5
Pan	85	1000	100	0
Jumlah	0		263,3	

Sumber Pengujian Laboratorium

$$\begin{aligned} \text{Kadar MKB} &= \frac{\text{Total Jumlah \% tertahan}}{100} \\ &= \frac{263,3}{100} \end{aligned}$$

= 2.633



Gambar 3.1. Grafik Hasil Analisa saringan agregat halus masuk Zona 2

Kesimpulan:

Kadar MKB yang dihasilkan adalah sebesar 3.633 berarti pasir ini memenuhi standard ditinjau dari angka kehalusan (ASTM angka kehalusan 1,5 – 3,8). Pasir ini berada pada lengkung gradasi zone 2.

3.2.2 Analisa ayakan agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan untuk beton merupakan kerikil hasil disintegrasi dari batu-batuan atau berupa pecah (split) yang diperoleh dari alat pemecah batu, dengan syarat ukuran butirannya lolos ayakan 38,1 mm dan tertahan di ayakan 4,76 mm.

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

Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga akan mengurangi penggunaan semen atau penggunaan semen yang minimal. Agregat kasar harus mempunyai susunan butiran dalam batas-batas seperti yang terlihat dalam Tabel 3.3

Kadar MKB (Modulus Kehalusan Butir)

$$\frac{\text{Jumlah Persen Tertahan Kumulatif}}{100}$$

100

Tabel 3.3. Data pemeriksaan hasil Analisa Agregat Kasar

No. Ayakan	Berat tertahan	Persentase	
		Berat tertahan	Kumulatif % Tertahan
			% Lolos
37,5	0	0	100
19	276	13,8	86,2
9,5	531	26,55	59,65
4,75	1164	58,2	1,45
2	0	0	1,45
1	0	0	1,45
0,5	0	0	1,45
0,25	0	0	1,45
0,125	0	0	1,45
Pan	29	1,45	0
Jumlah	2000		

$$\text{Kadar MKB} = \frac{\text{Total Jumlah \% tertahan}}{100}$$

$$= \frac{645.45}{100}$$

$$= 6.45$$

Kesimpulan:

Kadar MKB yang dihasilkan adalah sebesar 6.45 berarti agregat kasar ini memenuhi standard ditinjau dari angka kehalusan (ASTM angka kehalusan 6.5-7.5).

Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori atau tidak akan pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.

Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 1 % (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat harus dicuci. Kekerasan butiran agregat kasar jika diperiksa dengan mesin Los Angeles dimana tingkat kehilangan berat lebih kecil dari 50%.

3.2.3. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat halus

- a. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah :
 - 1) Menentukan berat jenis pasir dalam keadaan kering.
 - 2) Menentukan berat jenis pasir dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD).
 - 3) Menentukan daya serap pasir dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD).
- b. Pedoman pemeriksaan

Dari hasil pemeriksaan diketahui bahwa berat isi pasir dengan cara merojok lebih besar daripada berat isi pasir dengan cara menyiram, hal ini berarti bahwa pasir akan lebih padat bila dirojok daripada disiram. Dengan mengetahui berat isi pasir maka kita dapat mengetahui berat pasir dengan hanya mengetahui volumenya saja.

b. Perhitungan

1. Berat jenis kering oven (Bulk)
$$\frac{B4}{B3+B1-B2}$$

2. Berat Jenis SSD
$$\frac{B1}{B3+B1-B2}$$

3. Berat Jenis Semu
$$\frac{B4}{B3+B4-B2}$$

1. Berat Jenis Efektif
$$\frac{Bulk + Apparent}{2}$$

2. Penyerapan
$$\frac{(B1-B4)}{B4} \times 100\%$$

Dimana : B1 : Berat kerikil SSD

B2 : Berat piknometer + benda uji + air

B3 : Berat piknometer + air

B4 : Berat benda uji kering oven

Tabel 3.4. Data pemeriksaan berat jenis dan daya serap agregat halus

Berat Sampel : 500 gr		A	B	Rata - rata
Berat benda uji SSD	B1	500	500	500
Berat piknometer + benda uji + Air	B2	981	978	979,5
Berat piknometer + Air	B3	670	676	676
Berat benda uji kering oven	B4	492	494	493
PERHITUNGAN				
Berat Jenis Kering oven (bulk)	$B4 / (B3+B1-B2)$	2,523	2,495	2,509
Berat Jenis SSD	$B1 / (B3+B1-B2)$	2,5641	2,525	2,545
Berat Jenis Semu	$B4 / (B3+B4-B2)$	2,631	2,573	2,602
Berat Jenis Efektif	Bulk + Apparent / 2	2,577	2,533	2,555
% Absorpsi	$(B1-B4)/B4 \times 100\%$	1,626	1,215	1,42

BJ SSD rata – rata 2.545 syarat (2.5 – 2.8) memnuhi.

BJkering	< BJ SSD	< BJ semu
2.509	< 2.545	< 2.602

3.2.4. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar

a. Tujuan

- 1) Menentukan berat jenis agregat kasar dalam keadaan kering oven
- 2) Menentukan berat jenis agregat kasar kering permukaan
- 3) Menentukan kadar air agregat kasar kekring permukaan jenuh air (SSD)
- 4) Menerangkan kegunaan pemeriksaan ini dalam kaitannya denagn perhitungan rancangan susunan campuran beton

b. Perhitungan

a. Berat jenis kering oven (Bulk) $= \frac{B3}{B1-B2}$

b. Berat Jenis SSD $= \frac{B1}{B1-B2}$

c. Berat Jenis Semu $= \frac{B3}{B3-B2}$

d. Penyerapan $= \frac{(B1-B3)}{B3} \times 100\%$

Dimana :
 B1 : Berat kerikil SSD
 B2 : Berat kerikil dalam air
 B3 : Berat kerikil kering

Tabel 3.5. Data pemeriksaan berat jenis dan daya serap agregat kasar

Berat Sampel : 1250 gr		A
Berat benda uji SSD	B1	1250
Berat kerikil dalam air	B2	765,5
berat kerikil kering	B3	1242
PERHITUNGAN		
Berat Jenis Kering oven (bulk) : B3/(B1-B2)		2,563
Berat Jenis SSD : B1 / (B1-B2)		2,58
Berat Jenis Semu : B3 / (B3-B2)		2,556
% Absorpsi : (B1-B3) / B3 x 100 %		0,644

3.2.5. Pengujian Kadar Lumpur agregat halus

a. Tujuan

Tujuan umum dari pemeriksaan ini adalah untuk dapat menentukan kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus

b. Perhitungan

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \%$$

Tabel 3.6. Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Berat benda kering oven semula (sebelum dicuci) W1	500 gr
Berat benda uji kering oven tertahan Saringan no. 200 (setelah dicuci) W2	484.85 gr
Kadar lumpur $\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$	3.12

Kesimpulan dari hasil pemeriksaan bahwa material ini dapat digunakan karena memenuhi syarat kadar lumpur $3.12 \% < 5 \%$ (OK)

3.2.6. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

1. Tujuan

Tujuan umum dari pemeriksaan ini adalah untuk dapat menentukan kadar lumpur yang dikandung oleh agregat kasar

2. Perhitungan

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \%$$

Tabel 3.7 Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Berat benda kering oven semula (sebelum dicuci) W1	1000 gr
Berat benda uji kering oven tertahan Saringan no. 200 (setelah dicuci) W2	992 gr
	0.18
Kadar lumpur	$\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$

Kesimpulan dari hasil pemeriksaan bahwa material ini dapat digunakan karena memenuhi syarat kadar lumpur 0.18 % < 1 % (OK)

3.2.7. Pemeriksaan Kadar air agregat halus

a. Tujuan:

- 1) Menentukan kadar air pasir pada saat akan dilakukan pengecoran.
- 2) Menerangkan kegunaan pemeriksaan ini dalam kaitannya dengan perhitungan rancangan susunan campuran beton.

b. Perhitungan:

$$\text{Kadar air} : \frac{A-B}{B} \times 100 \%$$

Tabel 3.8. Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Berat benda kering oven semula (sebelum dicuci) A	1000 gr
Berat benda uji kering oven tertahan Saringan no. 200 (setelah dicuci) B	987 gr
Kadar lumpur $\frac{A-B}{B} \times 100\%$	1.317

3.2.8. Pemeriksaan Kadar air agregat kasar

a. Tujuan:

- 1) Menentukan kadar air pasir pada saat akan dilakukan pengecoran.
- 2) Menerangkan kegunaan pemeriksaan ini dalam kaitannya dengan perhitungan rancangan susunan campuran beton.

b. Perhitungan:

$$\text{Kadar air} : \frac{A-B}{B} \times 100 \%$$

Tabel 3.9. Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Berat benda kering oven semula (sebelum dicuci) A	1000 gr
Berat benda uji kering oven tertahan Saringan no. 200 (setelah dicuci) B	997 gr
Kadar lumpur $\frac{A-B}{B} \times 100\%$	0.301

3.2.9. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran benda uji

Adapun langkahnya sebagai berikut :

1. Tentukan kuat tekan beton yang direncanakan sesuai dengan syarat teknik
2. Hitung deviasi standar (s) berdasarkan data yang lalu atau menggunakan tabel 2.10
3. Hitung nilai tambah / margin (m) dimana $m = 1,64 s$
4. Hitung kuat tekan rata-rata yang ditargetkan $\sigma_{bk}' = \sigma_{bm}' + 1,64 s$ yaitu langkah (1+3)
5. Tetapkan jenis semen yang digunakan.
6. Tentukan agregat yang digunakan, untuk agregat halus dan agregat kasar Jenis agregat: Kasar = Kerikil alami, Halus = Pasir
7. Tentukan FAS, jika menggunakan gambar 2.8
 - a. Tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari berdasarkan jenis semen dan agregat kasar serta rencana pengujian kuat tekan, menggunakan Tabel 2.11 untuk FAS 0,5, sesuai dengan jenis semen dan agregat yang digunakan.
 - b. Lihat (Gambar 2.8).
 - c. Tarik garis tegak lurus pada FAS 0,50 sampai memotong kurva kuat tekan dasar yang ditentukan. Titik potong merupakan bagian dari kurva yang harus dipakai untuk menentukan faktor air semen yang akan digunakan.

- d. Tarik garis mendatar untuk kuat tekan rata – rata yang ditargetkan langkah (4) sampai memotong kurva tersebut. Kemudian tarik ke bawah hingga didapatkan nilai FAS.
8. Tetapkan FAS maksimum menurut Tabel 2.12 Dari langkah (7) dan (8) pilih yang terendah (minimum).
 9. Tetapkan nilai slump. Jika tidak ada yang lalu, ambil dari tabel 2.13
 10. Tetapkan ukuran butir nominal agregat maksimum.
 11. Tentukan nilai kadar air bebas dari Tabel 2.14 berdasarkan ukuran agregat maksimum, jenis agregat dan nilai slump yang digunakan.
 12. Hitung jumlah semen yang besarnya dihitung dari kadar air bebas dibagi Faktor Air Semen (FAS), yaitu langkah (11) / (8).
 13. Jumlah Semen maksimum diabaikan jika tidak ditetapkan.
 14. Tentukan jumlah semen minimum dari Tabel 2.1
 15. Tentukan FAS yang disesuaikan. Jika jumlah semen berubah karena jumlahnya lebih kecil dari jumlah semen maksimum, maka FAS harus dihitung kembali. Jika jumlah semen yang dihitung dari langkah 12 berada diantara maksimum dan minimum, atau lebih besar dari minimum namun tidak melebihi jumlah maksimum kita bebas memilih jumlah semen yang akan digunakan.
 16. Tentukan jumlah susunan butir agregat halus, sesuai dengan syarat SK.SNI.T-03-2834-1993 (Lihat syarat zona gradasi agregat halus di gambar 2.2 s/d gambar 2.5).

17. Tentukan persentase agregat halus terhadap campuran berdasarkan nilai slump, FAS, zone gradasi agregat halus dan besar nominal agregat maksimum. (Gambar 2.9 ,2.10 dan 2.11)
18. Hitung berat jenis relatif agregat.
Misal persentase agregat halus = A (dari langkah (17)); maka persentase agregat kasar = 100-A ;
Berat jenis relatif agregat = $[A \times \text{Berat jenis agregat halus}] + [(100-A) \times \text{Berat jenis agregat kasar}]$
19. Tentukan berat jenis beton menurut Gambar 2.12, berdasarkan nilai berat jenis agregat gabungan dan kadar air bebas (langkah 11),
20. Hitung kadar agregat gabungan yaitu berat jenis beton dikurangi dengan kadar semen dan kadar air bebas. Langkah (19) – [(15) + (11)].
21. Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikalikan persentase agregat halus dalm campuran. Langkah (20) x (16).
22. Hitung kadar agregat kasar, yaitu agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus. Langkah (20) – (21).

Koreksi proporsi campuran

Jika kondisi bahan di lapangan tidak lagi sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan koreksi proporsi campuran. Banyaknya bahan tiap m³ campuran beton:

1. Semen = kadar semen

2. Agregat halus = kadar agregat halus + jumlah air yang terdapat pada agregat halus.

$$\text{Agregat Halus} = \text{Kadar Ag. Halus} + [(\text{KA}_h - \text{DS}_h) \times \text{Kadar Ag. Halus}]$$

3. Agregat kasar = kadar agregat kasar + jumlah air yang terdapat pada agregat kasar.

$$\text{Agregat Kasar} = \text{Kadar Ag. Kasar} + [(\text{KA}_k - \text{DS}_k) \times \text{Kadar Ag. Kasar}]$$

4. Air = kadar air bebas + koreksi suhu + (jumlah air yang terdapat pada pasir + jumlah air yang terdapat kerikil).

$$\text{Air} = \text{Kadar Air Bebas} - [(\text{KA}_h - \text{DS}_h) \times \text{Kadar Ag. Halus}] -$$

$$[(\text{KA}_k - \text{DS}_k) \times \text{Kadar Ag. Kasar}] + \text{Koreksi Suhu}$$

Dimana:

KA_h = Kadar air agregat halus (%)

KA_k = Kadar air agregat kasar (%)

DS_h = Daya serap air dari agregat halus (%)

DS_k = Daya serap air dari agregat kasar (%)

Koreksi suhu = Suhu diatas 18° C, setiap kenaikan 1° C penambahan air

1 Liter

Data Hasil Pemeriksaan Bahan

1. Agregat Halus (Pasir)

- a. Termasuk daerah gradasi zone 2
- b. Modulus kehalusan butir (MKB) = 2,63
- c. Berat jenis pasir (SSD) = 2,58
- d. Daya serap pasir = 1,41 %

- e. Kadar air I = 1.317 %
2. Agregat Kasar (Kerikil Alami)
- a. Besar butir maksimum = 40 mm
 - b. Modulus kehalusan butir = 7,43
 - c. Berat jenis kerikil (SSD) = 2,58
 - d. Daya serap kerikil = 0,64 %
 - e. Kadar air kerikil = 0,302 %
 - f. Kadar air III = 0,40 %
 - g. Kadar air IV = 0,40 %

Parameter yang Digunakan

- 1) Standar deviasi = 60 kg/cm² (mutu pelaksanaan = baik)
- 2) Jenis semen = Semen Portland Type I dan Abu Vulkanik
- 3) Jenis agregat kasar = Kerikil alami
- 4) Jenis agregat halus = Pasir
- 5) Jenis pembeconan = Pelat, balok, kolom, dinding
- 6) Kondisi lingkungan = Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung

Tabel 3.10 .FORM MIX DESIGN K – 175 Beton Normal

FORM MIX DESIGN K – 175 Beton Normal				
No	Uraian	Tabael/Grafik	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Karakteristik	Ditetapkan	175	Kg/cm ²
			Umur 28 hari	
2	Stadar Deviasi Rencana	Ditetapkan/PBI	60	Kg/cm ²
3	Nilai Tambah	1,64xSDr	98.4	Kg/cm ²
4	Kuat rata ² yang hendak dicapai	(1+3)	273.4	Kg/cm ²
5	Jenis Semen	Ditetapkan	Tipe I	SSD 50
6	Jenis Agregat Halus	Diketahui	Alami	
	Jenis Agregat Kasar	Diketahui	Alami	
7	Faktor Air Semen	Tabel 2.11 atau Grafik 2.8	0.50	
8	Faktor Air Semen Maks.	Ditetapkan/PBI	0.60	
9	Slump	Ditetapkan/PBI	75 – 150	Mm
10	Ukuran Agregat Maks.	Ditetapkan/PBI	40	mm
11	Kadar Air Bebas	Tabel 2.14	185	Kg/m ³
12	Kadar Semen	(11:8)	308.3	Kg/m ³
13	Kadar Semen Minimum	Ditetapkan/PBI	275	Kg/m ³
14	FAS yang disesuaikan	(11:3) bila kadar Semen min. yang dipakai	0.58	

15	Gradasi Agregat Halus	Grafik 2.2 s/d 2.5	Zona 2	
16	Persen Agregat Halus	Grafik 2.3	36 %	
17	Persen Agregat Kasar	100 % - (16)	64 %	
18	BJAgregatGab(SSD)	Ditetapkan	2.643	
19	BJ Beton Basah	Grafik	2370	Kg/m ³
20	Kadar Agregat Gabungan	(19-12-11)	1863.33	Kg/cm ³
21	Kadar Agregat Halus	(16 x 20)	670.80	Kg
22	Kadar Agregat Kasar	(17 x 20)	1192.53	Kg

3.2.10. Teknik Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

Adapun teknik pelaksanaan dari pembuatan benda uji yaitu:

3. Persiapan alat-alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam pengolahan pembuatan beton antara lain adalah: Molen, ember, alat pengujian slump, alat pengujian bobot isi, timbangan, wadah besar tempat penuangan beton segar. Sebelum penuangan beton, hal – hal yang perlu diperhatikan terlebih dahulu yaitu:

- 1) Semua peralatan untuk pengadukan pengangkutan beton harus bersih
- 2) Ruang yang diisi dengan beton harus bebas dari kotoran-kotoran yang mengganggu
- 3) Untuk memudahkan pembukaan acuan boleh dilapisi dengan bahan khusus, antara lain lapisan minyak mineral, lapisan bahan kimia (form release agent) atau lembaran polyurethane.

4. Ukuran Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil USU. Pembuatan benda uji akan dilakukan dengan menggunakan cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 60 buah dengan usia 28 hari (20 buah untuk setiap variasi).

5. Tipe Cetakan

Tipe cetakan yang digunakan mempunyai pengaruh yang penting pada pengukuran kekuatan tekan. Pada umumnya benda uji yang dicetak dengan menggunakan bahan baja menghasilkan kekuatan tekan yang lebih konsisten dari pada benda uji yang dicetak dengan menggunakan bahan plastik. Cetakan yang dibuat dari material kardus tidak dianjurkan untuk beton mutu tinggi.

3.10.11. Pembuatan Campuran Beton

Setelah didapatkan komposisi yang direncanakan untuk pengecoran maka proses selanjutnya adalah pencampuran bahan. Selama proses pecampuran harus dilakukan pendataan rinci mengenai:

- 1) Jumlah Batch – aduk yang dihasilkan
 - 2) Proporsi material
 - 3) Perkiraan lokasi dari penuangan akhir
 - 4) Waktu pengadukan serta penuangan
- c. Persiapan bahan-bahan pembentuk beton

Bahan-bahan pembentuk beton yang disiapkan adalah pasir, air, batu kerikil, Abu Vulkanik dan semen yang telah ditimbang menurut ukuran komposisi perencanaan.

- b. Perencanaan komposisi bahan-bahan pembentuk beton.
- c. Pencampuran bahan-bahan pembentuk beton ke dalam mesin pengaduk

Masukkan semen, Abu Vulkanik, pasir, kerikil dan biarkan mesin pengaduk itu mengaduk campuran kering tersebut secara merata. Setelah merata, tambahkan air sedikit demi sedikit ke dalam campuran. Lihat campuran beton yang berada dalam mesin pengaduk tersebut, secara visual jika adukan kelihatan masih kering maka secara sedikit-sedikit adukan ditambah lagi dengan air hingga adukan kelihatan sudah lacak. Tuang adukan tersebut kedalam wadah yang tidak menyerap air, lalu dalam wadah tersebut aduk kembali campuran itu. Untuk adukan beton normal (tanpa bahan substitusi) dicampur seperti biasa yaitu pengadukan secara basah.

- d. Pemeriksaan slump dan bobot isinya

Beton segar yang telah dituang kedalam wadah diambil dan diperiksa slump dan bobot isinya. Catat hasilnya.

- e. Memasukkan beton segar tersebut ke dalam cetakan

Beton yang telah diperiksa slump dan bobot isinya dimasukkan kedalam cetakan.

- f. Pemadatan beton segar yang telah ada dalam cetakan

Beton yang telah dimasukkan kedalam cetakan dibawa menuju mesin penggetar.

g. Perataan permukaan beton segar yang telah berada dalam cetakan

Beton yang telah digetarkan kemudian bagian permukaannya diratakan dengan menggunakan sendok spesi.

h. Pemeliharaan beton

Sehari setelah beton mengeras, cetakan dibuka kemudian tandai benda uji tersebut menurut kekuatan yang direncanakan. Lalu masukkan kedalam bak yang berisi air dengan tujuan untuk memelihara dalam menjaga kelembaban dan temperatur beton tersebut sebelum diuji kuat tekannya selama waktu yang ditentukan. Dalam hal ini masa pemeliharaannya selama 28 hari.

3.10.12. Pemeriksaan Beton

Pemeriksaan-pemeriksaan yang dilakukan terhadap beton segar yaitu:

1. Slump beton

a. Tujuan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk membuktikan hasil penentuan slump beton dalam pembuatan rancangan adukan beton, sehingga jika ada ketidaksesuaian dengan kenyataan yang sebenarnya maka kadar air bebas dapat diubah sesuai dengan slump yang diijinkan.

b. Peralatan

- Alat slump, lengkap dengan plat dasar ukuran kerucut terpancung

- Tongkat pemadat, terbuat dari baja dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm, salah satu ujungnya berbentuk bulat
- Sendok spesi
- Mistar

c. Bahan

Bahan adalah beton yang diambil langsung dari mesin pengaduk dengan menggunakan peralatan yang tidak menyerap air. Kemudian diaduk lagi sebelum dimasukkan ke dalam cetakan slump.

d. Langkah-langkah kerja

Adapun langkah-langkah dari pemeriksaan ini yaitu:

- 1) Beton yang telah dituang dan diaduk kembali, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan slump sepertiga bagian kemudian dirojok sebanyak ± 25 kali
- 2) Masukkan kembali beton segar tersebut ke dalam cetakan hingga menjadi dua pertiga bagian cetakan, lalu dirojok sebanyak ± 25 kali
- 3) Masukkan kembali beton tersebut hingga memenuhi bagian dari cetakan tersebut, lalu dirojok kembali sebanyak ± 25 kali
- 4) Ratakan permukaan dari beton yang ada di dalam cetakan tersebut
- 5) Biarkan beton tersebut berada dalam cetakan selama ± 30 detik
- 6) Angkat cetakan perlahan-lahan secara vertikal.
- 7) Amati perubahan yang terjadi. Ukur berapa penurunan yang terjadi sebanyak tiga bagian yang berbeda dari penurunan tersebut. Pengukuran dilakukan dengan cara mendekatkan cetakan

dengan beton tersebut yang bagian atas cetakan diberi tongkat rojokan tadi, lalu diukur dengan menggunakan mistar

- 8) Catat hasil pengukuran penurunan slump dari 3 bagian lalu diambil rata – ratanya.

3.10.13. Bobot isi

a. Tujuan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk membuktikan hasil penentuan Bobot isi beton dalam pembuatan rancangan adukan beton, sehingga jika ada ketidaksesuaian dengan kenyataan yang sebenarnya maka bobot isi tersebut dapat dikontrol.

b. Peralatan

- 1) Timbangan
- 2) Tongkat pemadat yang terbuat dari bajatahan karat, dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya bulat
- 3) Takaran
- 4) Palu karet
- 5) Raskam

c. Bahan

Bahan adalah beton yang diambil langsung dari mesin pengaduk dengan menggunakan peralatan yang tidak menyerap air. Kemudian diaduk lagi sebelum dimasukkan ke dalam takaran.

d. Langkah kerja

Adapun langkah-langkah dari pemeriksaan ini yaitu:

1. Timbang berat takaran kosong
2. Ukur berapa volume dari takaran itu dengan mengisi air kedalam takaran tersebut dalam satuan liter. Kemudian catat berapa volume yang didapat.
3. Masukkan adukan beton kedalam takaran, dalam tiga lapis. Tiap-tiap lapis dipadatkan dengan merojok menggunakan tongkat pemadat sebanyak ± 25 kali secara merata. Dalam merojok, tongkat penusuk hanya diperbolehkan masuk sampai 2.5 cm di bawah lapisan beton
4. Sisi takaran diketuk-ketuk dengan perlahan menggunakan palu karet sampai tidak terlihat gelembung udara pada permukaan beton serta rongga-rongga bekas rojokan tertutup
5. Ratakan permukaan beton
6. Timbang berat takaran yang telah diisi beton
7. Catat hasil penimbangan

3.10.14. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah masa pemeliharaan beton telah mencapai umur yang ditentukan.

a. Tujuan

Pengujian ini bermaksud untuk mencari kekuatan karakteristik beton itu sehingga beton itu dapat diketahui apakah beton tersebut sesuai dengan rencana yang telah direncanakan.

b. Peralatan

- 1) Mesin penekan
- 2) Timbangan

c. Bahan

Beton yang telah melewati masa pemeliharaan pada umur yang telah ditentukan.

d. Langkah kerja

- 1) Ambil benda uji dari dalam bak perendaman, lalu benda uji dikeringkan
- 2) Timbang benda uji tersebut dengan menggunakan timbangan dan ukur benda uji tersebut dengan menggunakan mistar
- 3) Catat ukuran dan berat benda uji
- 4) Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris
- 5) Jalankan mesin dengan penambahan beban berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm³ /detik. Pembebanan dilakukan sampai batas maksimum (benda uji retak)
- 6) Catat hasil yang didapat dari hasil uji tekan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, “ *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*”, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB, Bandung, 1971

Dipohusodo, Istimawan, “*Struktur Beton Bertulang*”, Edisi Pertama, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1999

Murdock, L. J Dan Brook, K.M., “*Bahan Dan Praktek Beton*”, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991.

Nugraha, Paul dan Antoni, “*Teknologi Beton*”, Penerbit Andi, Jakarta, 2007

Paryanto. *Mencegah Retak dan Meningkatkan Mutu Beton*. Majalah Konstruksi. Juli.1997. Edisi 255B.

Proyek Pengembangan Pendidikan Politeknik.1983. *Teknologi bahan 2*. Bandung: PEDC Bandung

Segel, R. 1997. *Pedoman Pekerjaan Beton*. Jakarta: CUR

SNI-03-2847-2002 “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*”, Departemen Pekerjaan Umum

Standart SK SNI 03-2834-1993 “*Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*”, Departemen Pekerjaan Umum

Tjokrodimuljo, Kardiyono, “*Bahan Bangunan*” Yogyakarta, 1992

Tjokrodimuljo, Kardiyono, “*Teknologi Beton*” Yogyakarta, 1996.

Yayasan Dana Normalisasi Indonesia. 1977. *Peraturan beton Bertulang Indonesia*. 1971. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan

LAMPIRAN 2



Gambar 1. Persiapan dan Pengayakan Material



Gambar 2. Penimbangan Material Sesuai Hitungan Mix Design



Gambar 3. Material Selesai Ditimbang



Gambar 4. Material Dengan Variasi Substitusi Abu Vulkanik 20 %



Gambar 5. Material Dengan Variasi Substitusi Abu Vulkanik 50%



Gambar 6. Pengadukan Beton Pada Molen



Gambar 7. Pengujian Slump Beton



Gambar 8. Pengisian Benda Uji Silinder



Gambar 9. Pemasangan Dengan Vibrator





Gambar 10. Pembukaan Material Dari Cetakan Setelah itu Perendaman Beton Dalam bak Perendaman



Gambar 11. Pengangkatan Benda uji dari dalam Bak Perendalam setelah umur Beton 28 hari dan pengeringan Benda Uji Sebelum dilakukan uji Kuat Tekan



Gambar 12. Benda Uji Di Capping Permukaan Sebelum Dilaksanakan Test Kuat Tekan (Diberi Belerang Cair yaitu Belerang yang dipanaskan sampai mencair untuk Meratakan Permukaan Benda Uji Silinder)



Gambar 13. Berat Benda Uji Ditimbang Menggunakan Timbangan Digital



Gambar 14. Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Setiap Benda Uji

