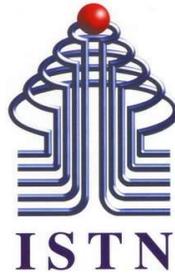


**ANALISA PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BETON
DENGAN MENGGUNAKAN PASIR PUTIH DAN PASIR
HITAM SEBAGAI AGGREGAT HALUS**

Nama : FARRELL ALLISTER FIDEL

NPM : 17110601

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
FEBRUARI 2019**



**ANALISA PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BETON
DENGAN MENGGUNAKAN PASIR PUTIH DAN PASIR
HITAM SEBAGAI AGGREGAT HALUS**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Nama : FARRELL ALLISTER FIDEL

NPM : 17110601

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**

JAKARTA

FEBRUARI 2019

ABSTRAK

ANALISA PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN MENGGUNAKAN PASIR PUTIH DAN PASIR HITAM SEBAGAI AGGREGAT HALUS

Indonesia memiliki garis pantai terpanjang no. 2 di dunia. Oleh karena itu Indonesia mempunyai pasir Putih yang melimpah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton dengan agregat halus pasir hitam dan pasir putih.

Beton dibuat dengan campuran semen, pasir hitam dan pasir putih, kerikil, dan air. Dengan kekuatan beton K-200, dan waktu perawatan : 7, 14 dan 28 hari.

Pengujian agregat halus dan kasar meliputi : analisa ayakan, penentuan kadar lumpur, kadar air, berat jenis dan penyerapan air. Beton segar diuji *workabilitas* melalui uji nilai slump. Parameter pengujian beton yang dilakukan meliputi : berat jenis dan kuat tekan.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa beton dengan agregat halus pasir putih memiliki kuat tekan lebih kuat daripada beton dengan agregat halus pasir hitam.

Kata kunci : Study kuat tekan beton, agergat halus pasir putih, agregat halus pasir hitam.

ABSTRACT

ANALYSIS COMPARISON OF CONCRETE CHARACTERISTICS WITH USING WHITE SAND AND BLACK SAND AS FINE AGGREGATE

The Rank Number 2 with the longest coastline of the world is Indonesia. Therefore, Indonesia has so much white sand. The purpose of this research to know the comparison compressive strength of concrete between fine aggregate black sand & white sand.

Concrete is made by a mixture of cement, black sand & white sand, gravel, and water. The strength of concrete varies is K-200, and curing times 7 day, 14 day, and 28 day.

Fine and coarse aggregate testing include: sieve analysis, determination of mud, density and water absorption. Fresh concrete was tested through trials workability slump value. Concrete testing parameters include: the density and compressive strength.

A conclusion of this research is the concrete with White sand as a fine aggregate has compressive strength is higher than the concrete with Black sand as a fine aggregate.

Keywords : Study compressive strength of concrete, White sand as a fine aggregate, black sand as a fine aggregate

SURAT PERNYATAAN PENGGANTI SUMPAAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Farrell Allister Fidel**
No. Pokok : **1 7 1 1 0 6 0 1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**
Program Studi : **Teknik Sipil S1**

Bahwa tugas akhir (skripsi) yang berjudul **“ANALISA PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN MENGGUNAKAN PASIR PUTIH DAN PASIR HITAM SEBAGAI AGREGAT HALUS”**, ini saya buat dan saya selesaikan sendiri dengan bimbingan dosen pembimbing saya.

Untuk menyelesaikan tugas akhir ini, saya menggunakan acuan yang didasarkan pada : materi kuliah, penelitian di laboratorium, analisa data yang didapat dari penelitian serta buku-buku referensi yang saya cantumkan dalam daftar pustaka.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang saya nyatakan, saya bersedia menerima sanksi yang diberlakukan di Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta.

Jakarta, **21** Februari 2019

Pembuat Pernyataan



(Farrell Allister Fidel)

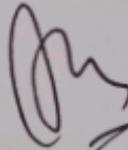
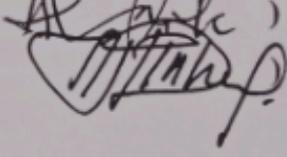
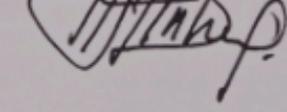
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :
Nama : Farrell Allister Fidel
NPM : 17110601
Program Study : Teknik Sipil S-1
Berjudul :

ANALISA PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN MENGUNAKAN PASIR PUTIH DAN PASIR HITAM SEBAGAI AGREGAT HALUS

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil S-1 Fakultas FTSP, Institut Sains Dan Teknologi Nasional

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Feizal Manaf, MSc ()
Penguji 1 : Ir. Marsiano, MSc ()
Penguji 2 : Dr. Ir. Mohammad Azhar, MSc ()
Ketua Sidang : Ir. Ari Mulyo Diah Utami, MSc ()

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 21 Februari 2019

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji dan Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, atas segala berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun laporan penelitian ini dengan baik. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak isi laporan ini yang merupakan aplikasi dari teori yang sudah didapatkan di proses perkuliahan. Meskipun demikian kendala dan kekurangan selalu ada baik dari segi penulisan, penyajian maupun pengolahan data yang ada.

Kritik dan saran yang sifatnya konstruktif atau membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan dari laporan ini dan juga dapat menambah pengetahuan dari penulis itu sendiri.

Dalam pelaksanaan penelitian ini penulis mendapatkan banyak pengarahan dan dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak, sehingga ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tak lupa penulis sampaikan kepada :

1. Keluarga Besar penulis yang selalu mendukung penulis baik dari segi materil, nasehat dan doanya.
2. Asmaa, Nadhilah Eka Nm dan Fransisca Aprilia Ivani yang selalu menyemangati dan mendoakan penulis.
3. Ir. Nasir Djalili, MT selaku Kaprodi Teknik Sipil S-1 ISTN (2016 – 2018)
4. Bapak Ir. Feizal Manaf, MSc selaku Dosen Pembimbing dan memberikan ide penulisan dan dukungan penuh kepada penulis.
5. Ir. Idrus, MSc selaku Kepala Laboratorium Beton ISTN, dan Bapak Ir. Wawan, MT selaku Mantan Kepala Laboratorium Beton ISTN.
6. Para Dosen dan Staff jurusan Teknik Sipil S-1 ISTN.
7. Bapak Agus serta Para staff dan asisten Laboratorium Beton ISTN.
8. Seluruh Pegawai PT. ERAS PUTRA MANDIRI (Erwin Simangunsong, Septevianus Purba, Om Pardede, Abednego Nababan, Eby, Balenov, Wahyudin, Darno, Maid, dll)

9. Seluruh kawan - kawan Sipil S-1 Angkatan 2008 (Irsyad, Afif, Dede, Vera, Samson, Sadam, Hafiz, Faruzy, Teguh, Mita, Wahyu, Karis, Galih dan Onky).
10. Kaka-kaka terkasih SMERLUP (Bung Vino, Kaka Engky, Bung Doe, Bung Andre, Kaka Ein, Kaka Ebyy, Kaka Anny, Tambon, Rency, Dolland, Marcell, Moen, dll)
11. Saudara-saudari tercinta dari keluarga besar IMMADA
12. Teman-teman dari Komunitas Bekasi One piece Addict
13. Serta seluruh pihak yang mendukung tidak penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak, atas segala dukungannya. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat, terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Sipil.

Jakarta, Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAN PENGGANTI SUMPAH.....	iv
SURAT PERNYATAAN DOSEN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Ruang Lingkup dan Batasan	3
1.4. Hipotesis	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	7
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Pengertian Umum Beton	9
2.2. Bahan Pembentuk Beton	11
2.2.1. Semen Portland	11
2.2.2. Air	15
2.2.3. Agregat	17
2.2.4. <i>Admixture Superplasticizer</i> (Deltamix SP)	24
2.3. <i>Workability</i>	25

2.4. Pemisahan Agregat (<i>segresi</i>)	26
2.5. Pemisahan Air (<i>bleeding</i>)	27
2.6. Faktor Air Semen	28
2.7. <i>Slump</i>	28
2.8. Kuat Tekan Beton	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum	32
3.2. Pemeriksaan Agregat	35
3.2.1. Penentuan Kadar Lumpur Agregat Halus	35
3.2.2. Penentuan Kadar Organik Agregat Halus	36
3.2.3. Penentuan Kadar Air Agregat Halus	38
3.2.4. Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus	39
3.2.5. Analisa Ayakan Agregat Halus	42
3.2.6. Analisa Ayakan & Kadar Lumpur Agregat Kasar	43
3.2.7. Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar	44
3.3. Metode <i>Departement of the Environment</i> (D.O.E)	46
3.4. Pembuatan Adukan Beton	51
3.4.1. Persiapan Peralatan	52
3.4.2. Pembuatan Campuran Adukan Beton	53
3.4.3. Pengujian Workabilitas	54
3.4.4. Pembuatan Benda Uji Kubus	55
3.4.5. Perawatan (<i>curing</i>)	55
3.4.6. Pengujian Berat Jenis & Kuat Tekan Sampel Beton	56

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1. Umum	58
4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Agregat Halus.....	58
4.2.1. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	59
4.2.2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	60
4.2.3. Hasil Pengujian Ayakan Agregat Halus	62
4.3 Hasil dan Pembahasan Pengujian Agregat Kasar	63
4.3.1. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasar	64
4.3.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	64
4.4. Hasil dan Pembahasan Pengujian Beton	66
4.4.1. Hasil Pengujian Slump	66
4.4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton	67
4.4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	70
4.5. Analisa Data Hasil Percobaan	72

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan	73
5.2. Saran-saran	74

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Grafik Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton	30
Gambar 3.1.	Bagan Pengerjaan Beton dengan agregat halus Pasir Putih.....	33
Gambar 3.2.	Bagan Pengerjaan Beton dengan agregat halus Pasir Putih.....	34
Gambar 3.3.	Grafik Nilai Faktor Air Semen Untuk Benda Uji Berbentuk Kubus Dan Jenis Semen Tipe I / II / V (Sumber : Grafik 2, SK.SNI.T-15-1990-03)	47
Gambar 3.4.	Grafik Berat Jenis Beton (Sumber : Grafik 13, SK.SNI.T-15-1990-03)	49
Gambar 3.5.	Tipikal Proporsi Agregat Halus Dalam Agregat Campuran (Sumber : Grafik 10-12, SK.SNI.T-15-1990-03)	50
Gambar 4.1.	Diagram Berat jenis Rata-rata Beton dengan agregat halus Pasir Hitam dan pasir putih K-200	69
Gambar 4.2.	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton dengan Pasir Hitam terhadap beton dengan Pasir Putih K-200.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Susunan oxida semen Portland	12
Tabel 2.2.	Empat senyawa Portland	13
Tabel 2.3.	Jenis-jenis semen portland menurut ASTM C.150	14
Tabel 2.4.	Gradasi Pasir	19
Tabel 2.5.	Gradasi Kerikil	24
Tabel 2.6.	Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur	29
Tabel 2.7.	Faktor korelasi kuat tekan 28 hari semend portland tipe 1	31
Tabel 3.1.	Mutu Pelaksanaan Diukur Dengan Deviasi Standart (Sumber : Tabel 2, Pedoman Praktikum Laboratorium Test Bahan Dan Struktur Sipil)	46
Tabel 3.1.	Mutu Pelaksanaan Diukur Dengan Deviasi Standart (Sumber : Tabel 2, Pedoman Praktikum Laboratorium Test Bahan Dan Struktur Sipil)	46
Tabel 3.2.	Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) (Sumber : Tabel 6, SK.SNI.T-15-1990-03)	48
Tabel 3.3.	Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Maksimum Pada Lingkungan Umum (Sumber : Tabel 3, SK.SNI.T-15-1990-03)	48
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Hitam Cara Volume	59
Tabel 4.2.	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Hitam Cara Menimbang	59

Tabel 4.3.	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Putih Cara Volume	59
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Putih Cara Menimbang.....	60
Tabel 4.5.	Hasil Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus Pasir Hitam.....	60
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus Pasir Putih	61
Tabel 4.7.	Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus Pasir Hitam (1500gr)	62
Tabel 4.8.	Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus Pasir Putih (1500gr)	62
Tabel 4.9.	Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasar (1500 gr)	64
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar..	64
Tabel 4.11.	Hasil Pengujian Slump	66
Tabel 4.12.	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Pasir Hitam	67
Tabel 4.13.	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Pasir Putih.....	67
Tabel 5.1.	Hasil Pengujian.....	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton bertulang merupakan salah satu komponen bangunan yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi karena merupakan material yang cukup ekonomis dan biaya pembuatannya relatif murah. Disamping itu material beton juga mudah didapat seperti pasir, kerikil, dan semen. Alasan lain mengapa banyak konstruksi bangunan menggunakan beton adalah karena mudah dibentuk sesuai permintaan konsumen.

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pengerjaan di lapangan. Dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi dan bangunan massal lainnya dibutuhkan beton kekuatan tinggi, beton mutu tinggi merupakan pilihan yang paling tepat.

Pada penelitian ini, penulis akan membahas mengenai Perbandingan kuat tekan dan absorbis beton dengan pasir putih sebagai agregat halusnya. Hal ini

karena di Indonesia memiliki garis pantai yang amat sangat panjang, sehingga pemanfaatan pasir putih sebagai agregat halusnya bisa menjadi alternative dalam pembuatan beton untuk pelaksanaan konstruksi.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Dengan memakai pasir putih ini ke dalam adukan beton diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton.
2. Mengetahui pengaruh yang terjadi pada beton dengan pasir putih sebagai agregat halusnya.
3. Mengetahui nilai *slump* beton normal dengan beton yang menggunakan pasir putih sebagai agregat halusnya.
4. Mengetahui nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan pasir putih sebagai agregat halusnya.

1.3. Ruang Lingkup dan Batasan

Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Studi Kuat tekan beton dengan menggunakan agregat halus pasir putih dari Kepulauan Pahawang dengan pasir hitam dari Cimangkok
2. Pengujian agregat halus dan agregat kasar
3. Pembuatan benda uji dengan campuran beton yang menggunakan pasir putih sebagai agregat halusnya.
4. *Slump tes* (12 & 16) dan *Crushing test*
5. Material yang digunakan :
 - Semen portland Tipe I merk “TigaRoda” untuk semua benda uji
 - Pasir putih yang berasal dari pantai Kepulauan Pahawang (Lampung)
 - Pasir Hitam yang berasal dari Cimangkok.
 - Split yang berasal dari Rumpin
 - Air yang digunakan dari laboratorium konstruksi beton Institut Sains dan Teknologi Nasional
6. Menggunakan Mutu Beton K-200.

1.4. Hipotesis

Penggunaan agregat halus pasir putih (Pulau Pahawang) mendapatkan kuat tekan beton yang lebih tinggi daripada pasir hitam (Cimangkok).

1.5. Metodologi Penelitian

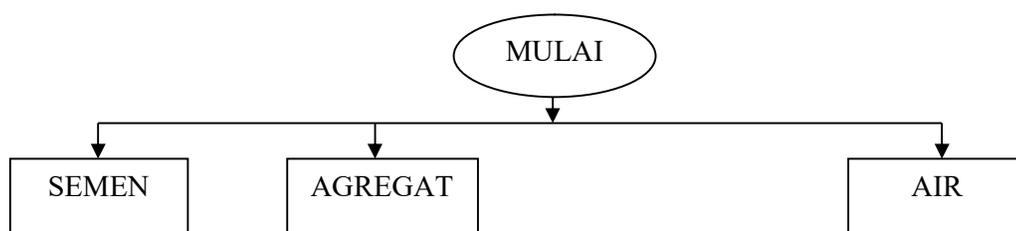
- 1 Metode Pendekatan Kepustakaan (*Library Research*)

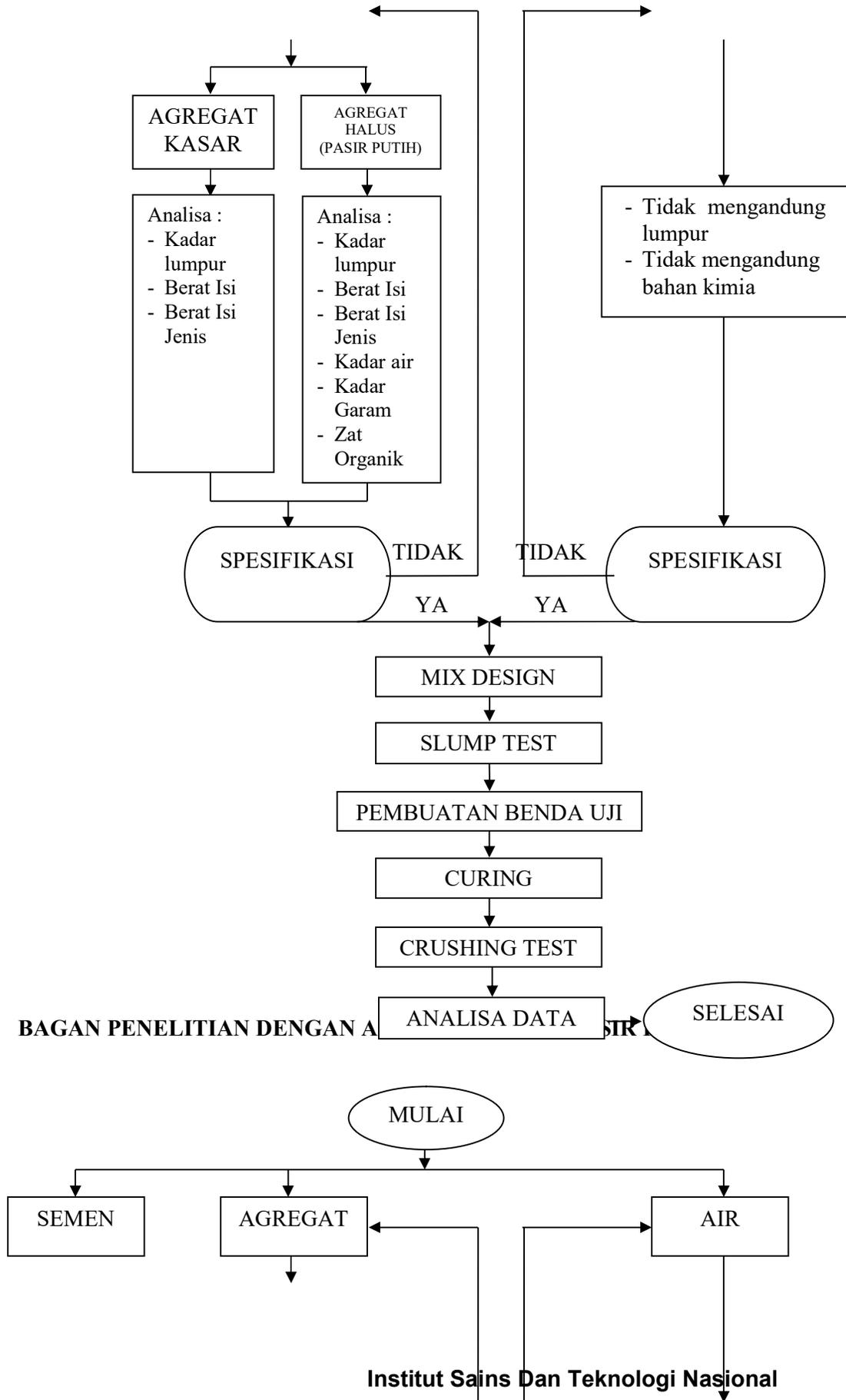
Dimana pengumpulan data berasal dari buku – buku teori, karya tulis dan bahan tertulis lainnya yang berhubungan dengan ruang lingkup permasalahan secara teoritis menjadi landasan deskripsi yang berkaitan dengan pokok permasalahan.

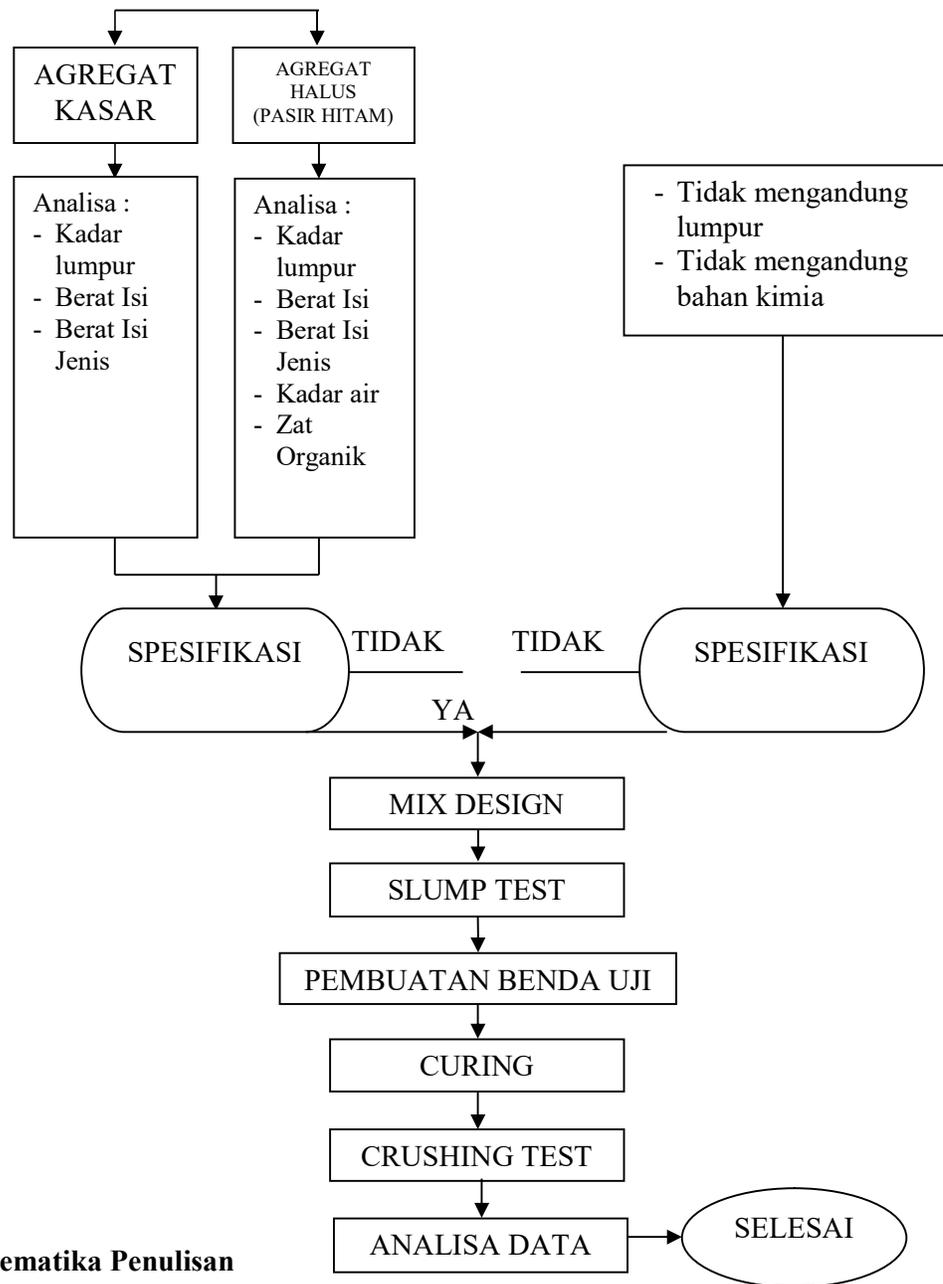
2 Metode Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan penelitian terhadap objek yang terkait dengan pembahasan.

BAGAN PEPNELITIAN DENGAN AGREGAT HALUS PASIR PUTIH







1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup, hipotesis, metodologi penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi uraian teori-teori yang menunjang penelitian yang mencakup pengertian dari beton , material-material utama dan beberapa standar yang digunakan pada penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi uraian tentang penelitian yang dilakukan meliputi penjelasan mengenai prosedur penelitian di laboratorium, pengujian bahan dan material yang akan digunakan, dan hasil pengujian yang dilakukan.

BAB IV ANALISA DATA DAN HASIL PENELITIAN

tentang uraian hasil analisa dari penelitian, membahas tentang pelaksanaan pencampuran Deltamix CR pada campuran beton, perhitungan, dan tahapan pengujian.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan hasil penelitian, yang ditarik dari hasil analisa penelitian pada bab sebelumnya serta saran yang diharapkan dapat memberikan masukan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Umum Beton

Beton didefinisikan sebagai bahan campuran antara semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) yang membentuk massa padat (SNI 03-1729-2002). Semua material pembentuk beton tersebut setelah dicampurkan akan bersifat plastis untuk sementara waktu dan kemudian akan berubah mengeras semakin padat yang dapat dipakai untuk kebutuhan teknis bangunan.

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.¹

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200-2500) kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah (SNI 03-2834-1993).²

Penggunaan beton normal umumnya pada industri konstruksi yang dapat dijumpai dalam pembuatan gedung-gedung, jalan, bendung, saluran, dan lainnya.

¹ Muhammad Ali dan Septiawan, *Pengaruh Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Dengan Perlakuan Tekanan Awal Pada Beton Segar* (Palembang: Politeknik Negri Sriwijaya, 2014), hlm. 8.p

² Suardi Bahar, Nur Al Fata, Rahman, Suhandi dan Enny Kurniawati, *Pedoman Pekerjaan Beton* (Jakarta: Biro Enjineering PT.Wijaya Karya, 2005), hlm. 1-2.

Agregat alam yang dipakai berupa agregat halus yaitu pasir dan agregat kasarnya yaitu krikil, keduanya merupakan hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dengan ukuran butir antara 5-40 mm. Agregat ini biasanya berasal dari granit, kuarsa, dan sebagainya. Beton normal yang dihasilkan mempunyai berat 2.200-2.500 kg/m³ dan kuat tekan sekitar 15-40 Mpa (150-400 kg/cm³).³

Karakteristik beton yang baik dapat ditinjau dari kepadatan, kekuatan, faktor air semen, dan tekstur. Berikut adalah parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas beton :

1. Kualitas semen.
2. Proporsi semen terhadap air dalam campurannya.
3. Kekuatan dan kebersihan agregat.
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dan agregat.
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton.
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan kompaksi beton segar.
7. Perawatan pada temperatur yang tidak lebih rendah dari 50°F pada saat beton hendak mencapai kekuatannya.

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat dibentuk dengan berbagai macam bentuk. Selain tahan terhadap serangan api, beton juga tahan terhadap

³ M. Agus Hariyana, *Studi Karakteristik Agregat Kasar Ringan Buatan Dari Limbah Botol Plastik High Density Polyethylene (HDPE) Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Beton Ringan* (Jakarta: FT UI, 2008), hlm. 8.

serangan korosi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut :

1. Kelebihan

- Beton menggunakan bahan-bahan dasar yang mudah didapat.
- Mempunyai kekuatan yang sangat tinggi terutama kuat tekan.
- Tahan terhadap temperatur tinggi.
- Biaya pemeliharaan yang kecil.
- Beton segar dapat dengan mudah diangkut dan dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran sebarang tergantung keinginan.

2. Kekurangan

- Beton mempunyai kuat tarik yang rendah yang akan membuat beton mudah retak, oleh karna itu diperlukan baja tulangan untuk mengatasinya.
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian tinggi.
- Beton mempunyai bobot yang berat.
- Panas hidrasi pada beton massa akan sangat tinggi, perkembangan panas ini dapat mengakibatkan masalah yakni timbulnya retak pada saat perndinginan.

2.2 Bahan Pembentuk Beton

2.2.1 Semen Portland

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran

yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksid besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis.

Pada umumnya semen berfungsi untuk :

1. Bercampur dengan untuk mengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton.
2. Mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat.

Untuk susunan oksida dari semen portland adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Susunan oksida semen Portland

Oksida	% Rata-rata
Kapur (CaO)	63
Silika (SiO ₂)	22
Alumunia (Al ₂ O ₃)	7
Besi (Fe ₂ O ₃)	3
Magnesia (MgO)	2
Sulfur (SO ₃)	2

Sifat-sifat kimia dari bahan pembentuk ini mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan, sebagaimana hasil susunan kimia yang terjadi diperoleh senyawa dari semen portland.

Tabel 2.2 Empat senyawa dari semen Portland

Nama Senyawa	Rumus Oksida	Notasi	Kadar rata-rata
Trikalsium Silikat	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	C3S	50
Dikalsium Silikat	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	C2S	25
Trikalsium Alumina	$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	12
Tetrakalsium Aluminoforit	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{FeO}_3$	C4Af	8

Senyawa-senyawa kimia dari semen portland adalah tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air. Untuk membentuk produk hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari setiap komponen adalah berbeda-beda, maka sifat-sifat hidrasi masing-masing komponen perlu dipelajari.⁴

1. *Trikalsium Silikat (C3S) = $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$*

Senyawa ini mengalami hidrasi yang sangat cepat yang menyebabkan pengerasan awal, menunjukkan desintegrasi (perpecahan) oleh sulfat air tanah, oleh perubahan volume kemungkinan mengalami retak-retak.

2. *Dikalsium Silikat (C2S) = $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$*

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dan dapat melepaskan panas, kualitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama pada 14 hari pertama.

⁴ Lilies Widodo, *Pengaruh Sifat Kimia Terhadap Untuk Kerja Mortar* (Bandar Lampung: FT UBL, 2010), hlm. 53.

3. *Tricalcium Alumate (C3A) = 3CaO.Al₂O₃*

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 hari sampai 28 hari, memiliki ketahanan agresi kimia yang relatif tinggi, penyusutan yang relatif rendah.

4. *Tetracalsium Aluminoforit (C4Af) = 4CaO.Al₂O₃ FeO₃*

Adanya senyawa Aluminoforit kurang penting karena tidak tampak banyak pengaruh terhadap kekuatan dan sifat semen.

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah prosentase empat komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa tipe semen yang sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (PUBI, 1982) dibagi menjadi 5 jenis sebagai berikut :

Tabel 2.3 Jenis-jenis semen portland menurut ASTM C.150

Jenis Semen	Sifat Pemakaian	Kadar Senyawa (%)				Panas Hidrasi 7 Hari (J/g)
		C3S	C2S	C3A	C4A	
I	Normal	50	24	11	8	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	250
III	Kekuatan awal tinggi	60	13	9	8	500
IV	Panas hidrasi rendah	26	50	5	12	210
V	Tahan sulfat	40	40	9	9	250

Keterangan:

1. Jenis I adalah semua semen portland untuk tujuan umum, biasa tidak memerlukan sifat-sifat khusus misalnya, gedung, trotoar, jembatan, dan lain-lain.
2. Jenis II semen portland yang tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang dan ketahanan terhadap sulfat lebih baik, penggunaannya pada pir (tembok dilaut dermaga), dinding tahan tanah tebal dan lain-lain.
3. Jenis III adalah semen portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan dicapai umumnya dalam satu minggu. Umumnya dipakai ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus cepat dipakai.
4. Jenis IV adalah semen portland dengan panas hidrasi rendah. Dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum. Misalnya pada bangunan masif seperti bendungan grafitasi yang besar. Pertumbuhan kekuatannya lebih lambat daripada kelas I.
5. Jenis V adalah semen portland tahan sulfat, dipakai untuk beton dimana menghadapi aksi sulfat yang panas. Umumnya dimana tanah atau air tanah mengandung kandungan sulfat yang tinggi.

2.2.2 Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton,

karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri.⁵ Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan yang lemah.

Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

1. Sifat workability adukan beton.
2. Besar kecilnya nilai susut beton
3. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan dan kekuatan selang beberapa waktu.
4. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik. Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, bila dihembuskan dengan udara tidak keruh dan lain-lain, tetapi tidak berarti air yang digunakan untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat sebagai air minum.

Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut ini :

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/ltr.

⁵ Irna Hendriyani, Reno Pratiwi dan Yepi Aprilianus, Pengaruh Jenis Air Pada Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton (Balikpapan: Fakultas tek. Sipil Univ. Balikpapan, 2012), hlm. 205.

2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr.
3. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

2.2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan.

Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm dan

40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm.⁶

Penggunaan bahan batuan dalam adukan beton berfungsi:

1. Menghemat Penggunaan semen portland.
2. Menghasilkan kekuatan yang besar pada betonnya.
3. Mengurangi susut pengerasan.
4. Mencapai susunan pampat beton dengan gradasi beton yang baik.
5. Mengontrol workability adukan beton dengan gradasi bahan batuan baik

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai butirbutir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar dari 4,8 mm. Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm.

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar.

Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut:

⁶ Nego Tobink, "Teknologi Bahan Konstruksi Beton", http://teknologibahankonstruksi.blogspot.co.id/2011_12_01_archive.html, pada tanggal 09 Desember 2011 pukul 10.01.

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka kaitan antar agregat akan lebih baik, sedangkan sifat keras untuk menghasilkan beton yang keras pula.
2. Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.
3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
5. Gradasinya harus memenuhi syarat seperti tabel 2.4 berikut ini :

Tabel 2.4 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah 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

Keterangan:

Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,8 mm. Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

1. Pasir galian.

Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Bentuk pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam walaupun biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci terlebih dahulu.

2. Pasir sungai.

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekatan antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat.

3. Pasir laut.

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. Selain dari garam ini mengakibatkan korosi terhadap struktur beton, oleh karena itu pasir laut sebaiknya tidak dipakai.

Agregat kasar berupa pecahan batu, pecahan kerikil atau kerikil alami dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukuran butiran maksimal 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa agregat tersebut harus dengan mudah dapat mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat di antara batang-batang baja tulangan. Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 (tiga) golongan yaitu:

1. Agregat normal.

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5-2,7 gr/cm^3 . Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3 gr/cm^3 .

2. Agregat berat.

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm^3 , misalnya magnetik (FeO_4) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi sampai 5 gr/cm^3 . Penggunaannya dipakai sebagai pelindung dari radiasi.

3. Agregat ringan.

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gr/cm^3 yang biasanya dibuat untuk beton non struktural atau dinding beton. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan pondasinya lebih ringan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butir agregat selalu dibatasi oleh ketentuan maksimal persyaratan agregat, ketentuan itu antara lain:

1. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih dari $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih antara baja tulangan atau antara tulangan dan cetakan.
2. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal pelat.
3. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

Agregat yang dapat dipakai harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Kerikil harus merupakan butir yang keras dan tidak berpori. Kerikil tidak boleh hancur adanya pengaruh cuaca. Sifat keras diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula. Sifat tidak berpori, untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.
2. Agregat harus bersih dari unsur organik.
3. Kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila lumpur melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu.

4. Kerikil mempunyai bentuk yang tajam. Dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik, selain itu dengan bentuk tajam akan memerlukan pasta semen maka akan mengikat agregat dengan lebih baik.

Besar ukuran maksimum agregat mempengaruhi kuat tekan betonnya. Pada pemakaian ukuran butir agregat maksimum lebih besar memerlukan jumlah pasta semen lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirannya, berarti sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar berada dalam pasta, tidak dalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi.⁷ Namun sebaliknya, karena butir-butir agregatnya besar maka luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan antara permukaan agregat dan pastanya kurang kuat.

Tabel 2.5 Gradasi Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan	
	Berat butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100

⁷ Fransiska Verent Supit, Ronny Pandaleke dan Servie O. Dapas, *Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara* (Manado: Fak. Tek. Sipil Univ. Sam Ratulangi, 2016), hlm. 480.

10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

2.2.4 Admixture Superplasticizer (Deltamix SP)

Superplasticizer (Deltamix SP) adalah bahan tambah kimia yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton dan juga menurunkan kadar air semen sampai pada tingkat yang cukup besar. Bahan ini digunakan dalam jumlah yang relatif sedikit karena sangat mudah mengakibatkan terjadinya *bleeding*.

Beton berkekuatan tinggi dapat dihasilkan dengan pengurangan kadar air, akibat pengurangan kadar air akan membuat campuran lebih padat sehingga pemakaian *Superplasticizer* sangat diperlukan untuk mempertahankan nilai slump yang tinggi. Keistimewaan penggunaan *superplasticizer* dalam campuran pasta semen maupun campuran beton antara lain:

1. Menjaga kandungan air dan semen tetap konstan sehingga didapatkan campuran dengan *workability* tinggi.
2. Mengurangi jumlah air dan menjaga kandungan semen dengan kemampuan kerjanya tetap sama serta menghasilkan faktor air semen yang lebih rendah dengan kekuatan yang lebih besar.
3. Tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan.

Secara umum, partikel semen dalam air cenderung untuk berkohesi satu sama lainnya dan partikel semen akan menggumpal. Dengan menambahkan *superplasticizer*, partikel semen ini akan saling melepaskan diri dan terdispersi. Dengan kata lain *superplasticizer* mempunyai dua fungsi yaitu, mendispersikan partikel semen dari gumpalan partikel dan mencegah kohesi antar semen. Fenomena dispersi partikel semen dengan penambahan *superplasticizer* dapat menurunkan *viskositas* pasta semen, sehingga pasta semen lebih fluid/alir. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air dapat diturunkan dengan penambahan *superplasticizer*.

2.3 *Workability*

Workability sulit untuk didefinisikan dengan tepat, namun sering diartikan sebagai tingkat kemudahan pengerjaan campuran beton untuk diaduk, dituang, diangkut dan dipadatkan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain :

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. makin banyak air yang dipakai, makin mudah beton segar itu dikerjakan. Tetapi pemakaian air juga tidak boleh terlalu berlebihan.
2. Penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan betonnya, karena pasti juga diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai faktor air semen tetap.

3. Gradasi campuran pasir dan kerikil, jika campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butiran yang bulat memudahkan cara pengerjaan.
5. Pemakaian butiran maksimum kerikil yang dipakai berpengaruh terhadap cara pengerjaan.
6. Cara pemadatan beton menentukan sifat pekerjaan yang berbeda.
7. Selain itu, beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan adalah jumlah kadar udara yang terdapat di dalam beton dan penggunaan bahan tambah dalam campuran beton.

2.4 Pemisahan Agregat (*segresi*)

Apabila agregat kasar terpisah dari campuran beton selama pengangkutan, pengecoran dan pemadatan campuran beton dikatakan mengalami pemisahan. Beton yang mengalami pemisahan sangat sukar dipadatkan dan juga hasilnya beton akan berongga-rongga. Pemisahan dibedakan menjadi dua macam :

1. Pemisahan setelah pemadatan (*Internal Segregation*)

Yaitu terkumpulnya agregat yang butirannya besar-besar didasar cetakan (bekisting). Karena kadar semen rendah dan permukaan air yang tinggi, bisa juga karena adanya gradasi.

2. Pemisahan sebelum pemadatan (*External Segregation*)

Yaitu pemisahan agregat kasar akibat karena pengerjaan, pengangkutan dan pemadatan, biasanya terjadi pada waktu

pengecoran dengan corong yang salah, mengecor beton yang jauh dari permukaan dan penggetaran terlalu lama.

2.5 Pemisahan Air (*bleeding*)

Pemisahan air (*bleeding*) adalah pemisahan air dari campuran beton yang merembes ke permukaan beton waktu beton diangkat, dipadatkan atau setelah selesai pemadatan. Bleeding biasanya terjadi pada campuran beton yang berkadar semen rendah dan pemakaian air yang tinggi (kelebihan air) sehingga agregat kasar karena gaya beratnya akan cenderung untuk turun dan air kelebihan beratnya dengan gaya kapiler akan naik pada waktu finishing beton, maka berakibat permukaan beton itu menjadi rusak dan apabila penguapan air lebih besar maka peristiwa bleeding bisa mengakibatkan beton mengalami retak.

2.6 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen kuat tekan beton semakin tinggi. Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin

tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65.

2.7 Slump

Slump merupakan tinggi dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kekenyalan maka semakin mudah pengerjaannya (nilai workability tinggi). Nilai slump berbagai macam struktur diperlihatkan pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur

Uraian	Nilai Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	80	25
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi di bawah tanah	80	25
Pelat, balok, kolom dan dinding	100	25

Perkerasan jalan	80	25
Pembetonan missal	50	25

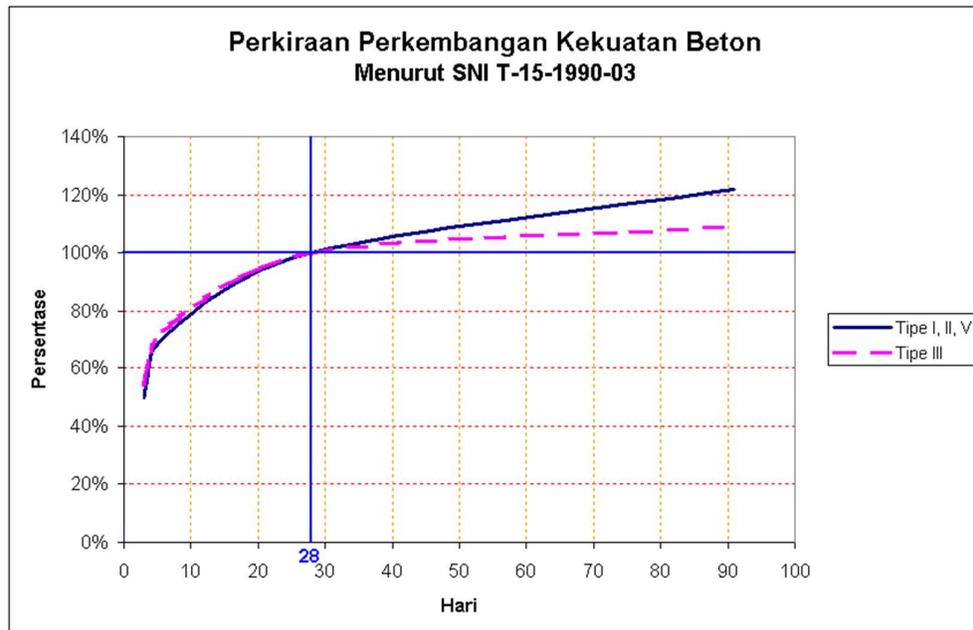
2.8 Kuat Tekan Beton

Mengetahui kekuatan tekan beton karakteristik ini penting, mengingat pada proyek konstruksi, uji tekan sample beton dilapangan terkadang dites tidak tepat pada umurnya (28 hari), sehingga perlu dilakukan pengkoreksian dengan menggunakan faktor kekuatan untuk kemudian diketahui apakah pada umur tersebut kekuatan karakteristiknya memenuhi atau tidak.⁸

Pengujian bisa dilakukan pada umur di bawah 28 hari bila dipandang perlu untuk mendapatkan perkiraan kekuatan beton secara dini. Untuk itu pengujian bisa dilakukan pada umur 3, 7, dan 14 hari.

Grafik di bawah ini menunjukkan perkiraan perkembangan kekuatan beton dari 3 sampai 91 hari menurut SNI-T-15-1990-03 *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* yang dinyatakan sebagai persentase terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari.

⁸ Saga Hayyu, "Faktor Kuat Tekan Beton (Interpolasi)", <https://sagabangget.wordpress.com/2009/07/28/faktor-kuat-tekan-beton-interpolasi/>, pada tanggal 28 Juli 2009 pukul 10.39.



Gambar 2.1. Grafik Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton

Tabel 2.7 Faktor korelasi kuat tekan 28 hari semen portland tipe 1

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28
Faktor Korelasi	0,40	0,70	0,88	0,95	1

Rata-rata, beton mencapai kekuatan tekan karakteristik rencananya pada umur 28 hari. Pada umur tersebut kuat tekan karakteristik beton mencapai kekuatan rencananya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton dapat diklasifikasikan dalam 4 kategori sebagai berikut :

1. Bahan – bahan campuran adukan yang dikandung.
2. Metode penyiapan/pengolahan dari beton.
3. Metode perawatan dari beton.
4. Kondisi pengujian.

Tetapi faktor yang paling banyak berperan dalam mempengaruhi kekuatan beton adalah W/C ratio.

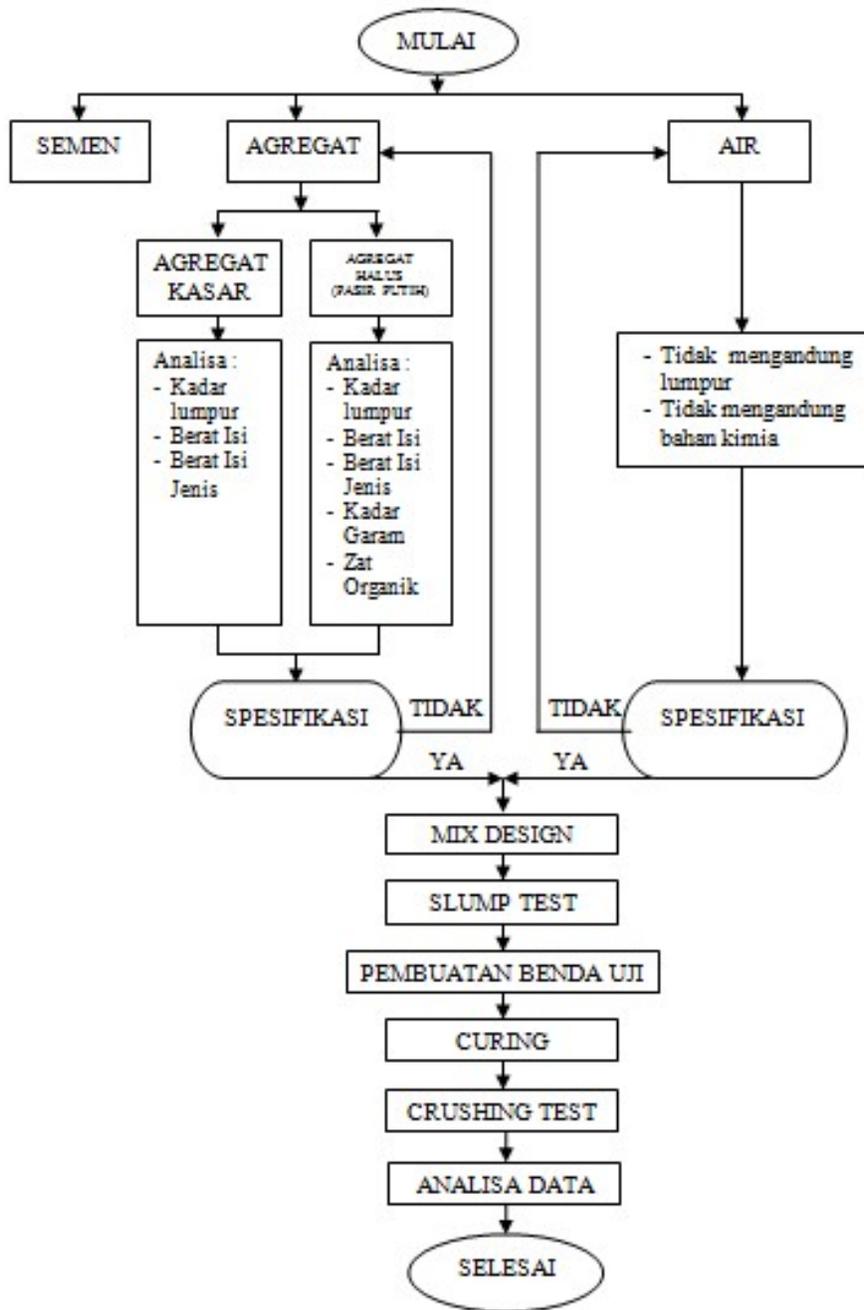
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

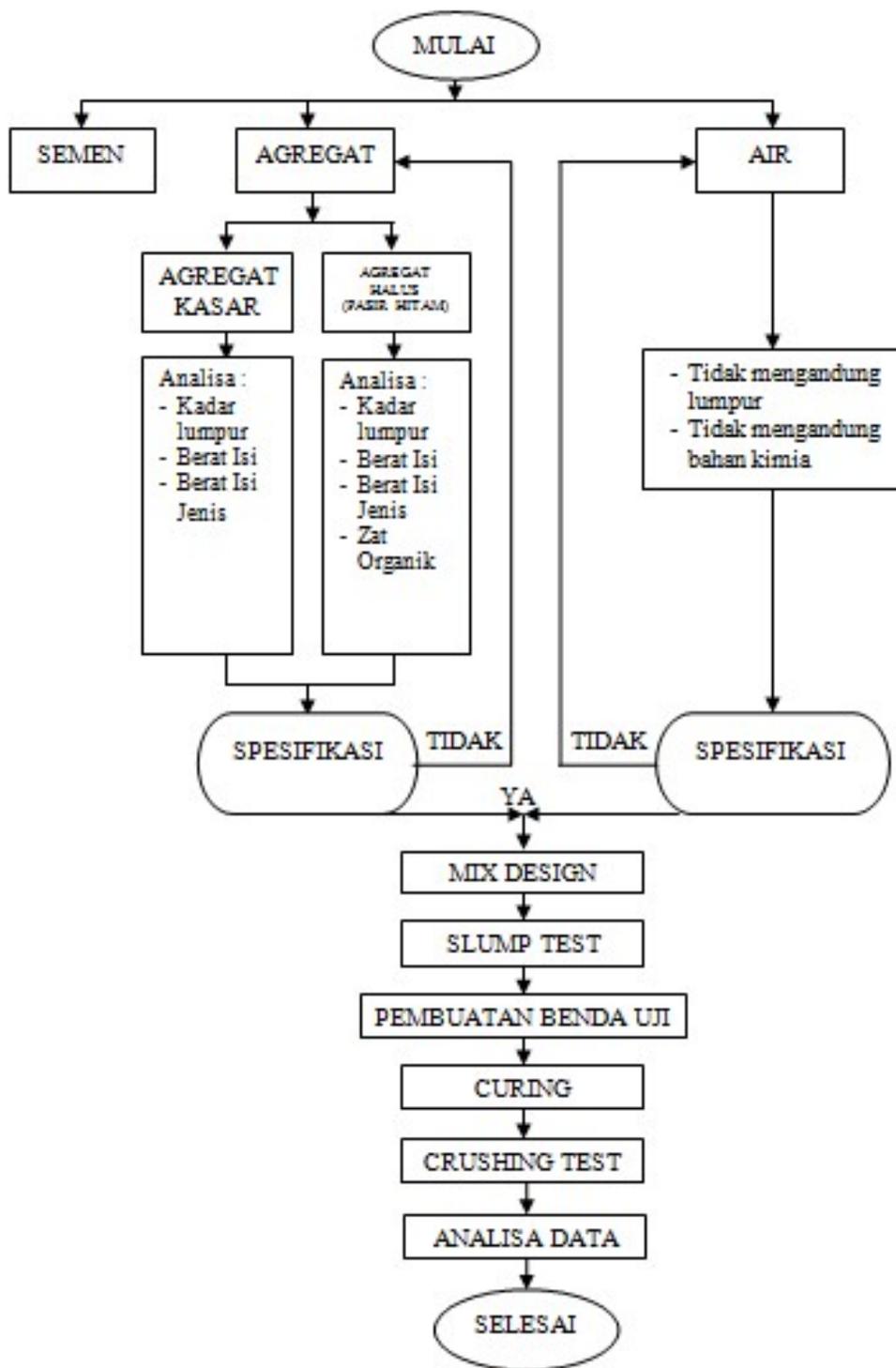
3.1 Umum

Beton dibentuk dari pencampuran bahan batuan yang diikat dengan bahan perekat semen. Bahan batuan yang digunakan untuk menyusun beton umumnya dibedakan menjadi agregat kasar (krikil/batu pecah) dan agregat halus (pasir). Agregat halus dan agregat kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran dan merupakan komponen utama beton. Umumnya penggunaan bahan agregat dalam adukan beton mencapai jumlah $\pm 70\%$ - 75% dari seluruh beton.

Dalam merencanakan adukan beton penulis menggunakan metode D.O.E (*Department of the Environment*). Metode ini pertama kali diperkenalkan di Inggris tahun 1975. Perhitungan adukan beton dengan metode ini berdasarkan pada perbandingan berat dan penggunaan agregat dalam keadaan kering permukaan dan jenuh dibagian dalamnya (*Saturated surface dry*) yang lebih dikenal dalam keadaan SSD.



Gambar 3.1 Bagan Pengerjaan Beton dengan agregat Halus Pasir Putih



Gambar 3.2 Bagan Pengerjaan Beton dengan Agregat Halus Pasir Hitam

3.2 Pemeriksaan Agregat

3.2.1 Penentuan Kadar Lumpur Agregat Halus

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui banyak lumpur yang dikandung oleh agregat halus yang akan dipergunakan sebagai bahan pengisi beton.

Kadar Lempung dapat menyusut atau mengembang akibat desorpsi atau absorpsi air. Lempung dan lanau menambah kebutuhan air dalam suatu campuran beton sehingga kekuatan beton serta keawetannya akan menurun. Ikatan yang baik sangat diperlukan untuk menjamin kekuatan tekan serta keawetan beton yang memadai. Lempung dan lanau mengurangi modulus elastisitas sehingga akan menambah penyusutan dan rangkakan dalam beton.⁹ Oleh karena itu, kadar lumpur pada agregat halus berdasarkan syarat SK.SNI. S-04-1989 F tidak boleh lebih dari 5 %, apabila lebih dari 5 % maka agregat halus tersebut harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai agregat untuk campuran beton.

Pengujian ini dilakukan dengan 2 cara yaitu, membandingkan berat kering sampel setelah dioven dan sampel yang telah dicuci bersih. Untuk mendapatkan kadar lumpur, dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = [(A-B) / A] \times 100 \%$$

⁹ Reswa, "Bagaimana Beton Dengan Kandungan Lumpur?", <http://reswa.blogdetik.com/2008/11/07/bagaimana-beton-dengan-kandungan-lumpur/>, pada tanggal 07 November 2008 pukul 08.55.

Dimana ;

A = berat sampel kering oven (sebelum dicuci)

B = berat sampel kering oven (sesudah dicuci)

Sedangkan cara kedua adalah cara merendam agregat halus dengan air biasa dan didiamkan selama 24 jam, dan dilihat tinggi lumpurnya.

Untuk mendapatkan kadar lumpur, dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = [(A-B) / A] \times 100 \%$$

Dimana ;

A = tinggi lumpur akhir

B = tinggi pasir akhir

3.2.2 Penentuan Kadar Organik Agregat Halus

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan apakah terdapat senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam agregat halus yang merugikan beton.

Lapisan-lapisan senyawa organik yang terdapat pada agregat halus dapat memperlambat proses pengikatan beton, karena substansi ini biasanya mengandung asam yang dapat mencegah berlangsungnya

hidrasi dari semen.¹⁰ Banyaknya senyawa organik yang terkandung pada agregat halus dapat dikontrol dengan larutan Na(OH) 3 %. Warna dari larutan Na(OH) ini akan berubah tergantung banyaknya senyawa organik yang terdapat pada agregat halus tersebut. Jika perubahan warna hanya sedikit atau lebih muda dari warna standart, maka agregat halus ini dapat langsung dipergunakan, namun jika warnanya lebih tua dari warna standart, maka agregat halus tersebut harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai campuran beton.

Dari hasil penelitian setelah pendiaman selama 24 jam warna berubah menjadi lebih tua dari warna standart yaitu warna hitam, maka agregat halus tersebut harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai campuran beton.

3.2.3 Penentuan Kadar Air Agregat Halus

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat air terhadap berat kering agregat halus. Dalam campuran beton jika agregatnya tidak jenuh air, maka agregat akan menyerap

¹⁰ Digilib, "Bagaimana Beton Dengan Kandungan Lumpur?", <file:///C:/Users/hp/Downloads/Documents/Isi3321542328295.pdf>, pada tanggal 28 Desember 2016 pukul 07.15.

air campuran beton, sebaliknya air bebas pada permukaan agregat akan menjadi bagian dari campuran beton, oleh karena itu dalam perhitungan, keadaan kering permukaan jenuh (SSD) dipakai sebagai dasar.¹¹ Dengan mengetahui kadar air dari agregat dapat ditaksir penambahan air dalam suatu adukan sehingga kadar air total adukan tersebut tidak terlalu sedikit atau tidak terlalu banyak (optimum). Ada berbagai cara untuk menentukan kadar air, salah satunya ialah dengan mencari kehilangan berat air pada agregat akibat pemanasan. Untuk mendapatkan kadar air, dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air} = [(A-B) / B] \times 100 \%$$

Dimana ;

A = berat sampel sebelum dioven

B = berat sampel kering oven

Yang dimaksud kering oven adalah kering sepenuhnya untuk tujuan praktis.

3.2.4 Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus

Tujuan dari penelitian berat jenis (*specific gravity*) adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat halus dalam keadaan

¹¹ Reswa, op. Cit.

jenuh pada suhu tertentu.¹² Sedangkan tujuan dari penelitian penyerapan (*absorption*) adalah untuk mengetahui persentase berat air yang dapat terserap oleh pori-pori agregat halus hingga dicapai keadaan kering permukaan jenuh (SSD), terhadap berat agregat halus kering. Agregat halus berpori-pori dan menyerap air berat jenis (*specific gravity*) dapat dihitung dengan mempergunakan berat termasuk atau tidak berat air yang diserap dan volume bulk bersih. Didalam perhitungan campuran beton untuk menetapkan volume padat dari bagian-bagian yang terpilih perlu kiranya untuk mengetahui ruangan-ruangan yang dipakai oleh partikel-partikel agregat, terlepas dari ada atau tidaknya pori-pori dalam partikel. Yang dimaksud berat jenis (*specific gravity*) disini adalah berat jenis dalam keadaan kering permukaan jenuh (SSD), bagian yang sulit didalam menentukan berat jenis (*specific gravity*) ialah penentuan agregat halus yang sudah jenuh air dan kering permukaan. Yang dimaksud jenuh air dan permukaan jenuh adalah merupakan suatu keadaan yang ideal, agregat dapat menyerap air lagi tanpa suatu lapis air terbentuk pada permukaannya. Pada keadaan ini agregat tidak member maupun menyerap air dari beton. Kemudian yang dimaksud dengan berat adalah agregat dalam keadaan jenuh air dan membawa air yang berlebihan sehingga terbentuk lapisan pada permukaan partikel.

¹² Afret Nobel, "Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus", <https://laporantekniksipil.wordpress.com/2012/06/23/pemeriksaan-berat-jenis-agregat-halus/>, pada tanggal 23 Juni 2012 pukul 20.08.

Penyerapan (*absorption*) untuk artikel dan berbagai ukuran pada agregat yang mungkin berubah-ubah. Penyerapan (*absorption*) dari suatu kekedapan air dan daya tahan terhadap pembekuan pada musim dingin dari beton yang menggunakan agregat ini. Lapisan air yang menyelubungi butir-butir agregat halus menyatukan butiran tersebut karena adanya tegangan permukaan dari lapisan itu, sesudah air pada permukaan butir menguap. Kohesi antar butir-butir itu hilang pada saat itu air diserap tidak akan menguap sebelum air permukaan hilang, masih tetap ada dalam agregat dan dapat diukur. Penyerapan (*absorption*) dapat dibandingkan dengan kadar air-nya, bila lebih kecil penyerapan berarti agregat kelebihan air dan demikian juga sebaliknya. Yang dimaksud dengan kering udara adalah kering pada permukaan meskipun didalamnya basah, tapi kurang dari jumlah yang dibutuhkan untuk membuat partikel itu jenuh air. Dalam keadaan ini agregat dapat menyerap air lebih banyak dan masih tampak kering pada permukaan.

Berat jenis kering / butir (*bulk dry specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu, dengan rumus :

$$\text{Bulk Sp. Gr.} = [\text{Bk} / (\text{B} + 500\text{-Bt})]$$

Berat jenis kering permukaan jenuh (*bulk SSD specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu, dengan rumus :

$$\text{Bulk SSD Sp. Gr.} = [500 / (B + 500-Bt)]$$

Berat jenis semu (*Apparent specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu, dengan rumus :

$$\text{App Sp. Gr.} = [Bk / (B + Bk-Bt)]$$

Penyerapan (*absorption*) adalah persentase berat air yang dapat diserap oleh pori-pori terhadap berat agregat kering, dengan rumus :

$$\text{Penyerapan} = [(500-Bk) / (Bk) \times 100 \%]$$

Dimana ;

Bt = berat kering permukaan dalam air

Bk = berat kering oven

B = berat kering permukaan jenuh

3.2.5 Analisa Ayakan Agregat Halus

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan susunan besar butir serta angka kehausan (*Finenes Modulus*) dari agregat halus. Gradasi dan keseragaman ukuran dari agregat halus jauh lebih penting dibandingkan dengan keseragaman ukuran dari agregat kasar. Hal ini karena adukan merupakan campuran agregat halus, semen dan air

berfungsi sebagai pelumas atau pelicin untuk campuran beton segar dan menentukan pula sifat pengerjaan (*workability*) serta sifat kohesi dari campuran beton. Seperti kita ketahui gradasi agregat juga mempengaruhi pemakaian semen dan air yang mempengaruhi juga biaya pembuatan beton. Cara yang paling mudah dan ekonomis untuk menyesuaikan gradasi ialah dengan menambahkan agregat halus yang lebih halus jika semula terlalu kasar dan sebaliknya.

Jika agregat halus yang digunakan mempunyai butiran kasar dalam jumlah yang besar, maka agregat kasar harus mengandung sedikit partikel dengan ukuran yang sama, tujuannya untuk menghindari terjadinya beton yang berbutir-butir dan tentunya sulit untuk dipadatkan. Kesulitan partikel-partikel yang sama ukurannya, meskipun penambahan mortar dapat mengembalikan kemudahan pengerjaan, hal ini membutuhkan semen dan air dalam jumlah yang besar.

Dianjurkan menggunakan agregat terbesar yang diizinkan, sebab ini akan mengurangi kebutuhan akan air dan semen, hanya untuk beton dengan kekuatan tinggi harus ditentukan dengan sejumlah agregat yang optimum. Gradasi agregat dapat diketahui dengan meletakkan sejumlah agregat pada satu set saringan dan digetarkan. Berat agregat yang tertahan pada tiap saringan ditimbang kemudian persentase yang tertinggi pada tiap saringan, dan persentase kumulatif yang lolos dihitung. *Grain size distribution curve* yang

dapat dibandingkan dengan batas-batas spesifikasi agregat yang dapat diterima. dengan rumus :

$$\text{Finenes Modulus} = (\sum \text{Komulatif}) / 100)$$

3.2.6 Analisa Ayakan & Kadar Lumpur Agregat Kasar

Tujuan dari penelitian analisa ayakan adalah menentukan pembagian butir agregat kasar dengan menggunakan satu set saringan. Untuk mendapatkan kekuatan beton maksimum harus dengan agregat kasar yang heterogen. Dan untuk itu perlu diadakan pemisahan besar butir. Sedangkan Tujuan dari penelitian kadar lumpur adalah untuk mengetahui banyak lumpur yang dikandung oleh agregat kasar yang akan dipergunakan sebagai bahan pengisi beton. Dengan cara pencucian setelah disaring dengan saringan no. 200. Kadar lumpur yang diizinkan pada agregat kasar adalah tidak lebih dari 1 % berat keringnya menurut SK.SNI. S-04-1989.F. Rumus kadar lumpur adalah :

$$\text{Kadar Lumpur} = [(W_0 - W_1) / W_0] \times 100 \%$$

Dimana ;

W_0 = berat sampel kering oven (tanpa dicuci)

W_1 = berat sampel kering oven (sesudah dicuci)

3.2.7 Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar

Tujuan dari penelitian berat jenis (*specific gravity*) adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat kasar dan air suling dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.¹³ Sedangkan tujuan dari penelitian penyerapan (*absorption*) adalah untuk mengetahui persentase berat air yang dapat terserap oleh pori-pori agregat kasar hingga dicapai keadaan kering permukaan jenuh (SSD), terhadap berat agregat halus kering.¹⁴

Berat jenis kering / butir (*bulk dry specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu, dengan rumus :

$$\text{Bulk Sp. Gr.} = [Bk / (B_j - B_a)]$$

Berat jenis kering permukaan jenuh (*bulk SSD specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu, dengan rumus :

$$\text{Bulk SSD Sp. Gr.} = [B_j / (B_j - B_a)]$$

Berat jenis semu (*Apparent specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dengan berat air suling yang isinya sama

¹³ Pisang Donat, "Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar", <https://ikanbodoh.wordpress.com/2014/04/16/pemeriksaan-berat-jenis-dan-penyerapan-agregat-kasar-2/>, pada tanggal 16 April 2014 pukul 21.04.

¹⁴ Ibid.

dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu, dengan rumus :

$$\text{App Sp. Gr.} = [\text{Bk} / (\text{Bk}-\text{Ba})]$$

Penyerapan (*absorption*) adalah persentase berat air yang dapat diserap oleh pori-pori terhadap berat agregat kering, dengan rumus :

$$\text{Penyerapan} = [(\text{Bj}-\text{Bk}) / (\text{Bk}) \times 100 \%]$$

Dimana ;

Ba = berat kering permukaan dalam air

Bk = berat kering oven

Bj = berat kering permukaan jenuh

3.3 Metode *Department of the Environment* (D.O.E)

Perencanaan campuran beton dengan perbandingan berat material dilakukan untuk menentukan kekuatan beton yang diinginkan. Dalam penelitian ini digunakan metode *Department of the Environment* (D.O.E). Adapun langkah-langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode *Department of the Environment* (D.O.E) adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton pada usia 28 hari

Kekuatan karakteristik ketentuan 350 kg/cm² 28 hari Proporsi cacat 5 %

Penulis merencanakan kekuatan tekan beton pada usia 28 hari adalah 350 kg/cm².

2. Menentukan deviasi standar

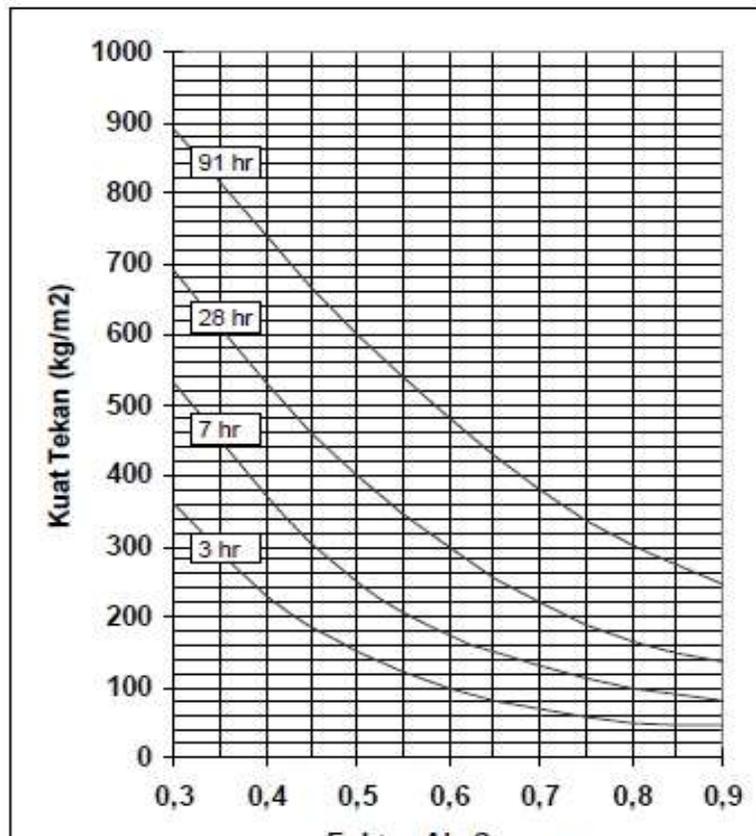
Tabel 3.1. Mutu Pelaksanaan Diukur Dengan Deviasi Standart

(Sumber : Tabel 2, Pedoman Praktikum Laboratorium Test Bahan Dan Struktur Sipil)

Isi pekerjaan		Deviasi standar (kg/cm ²)		
Sebutan	Jumlah beton	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

3. Menghitung nilai faktor air semen

Faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat kadar air bebas dan berat kadar semen dalam beton. Faktor air semen diperlukan untuk mencapai kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan.



Gambar 3.3. Grafik Nilai Faktor Air Semen Untuk Benda Uji Berbentuk Kubus Dan Jenis Semen Tipe I / II / V (Sumber : Grafik 2, SK.SNI.T-15-1990-03)

4. Menghitung kadar semen yang dibutuhkan

Tabel 3.2. Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3)

(Sumber : Tabel 6, SK.SNI.T-15-1990-03)

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat				
10 mm	Alamia	150	180	205	225
	Pecah	180	205	230	250
20 mm	Alamia	135	160	180	195
	Pecah	170	190	210	225
40 mm	Alamia	115	140	160	175
	Pecah	155	175	190	205

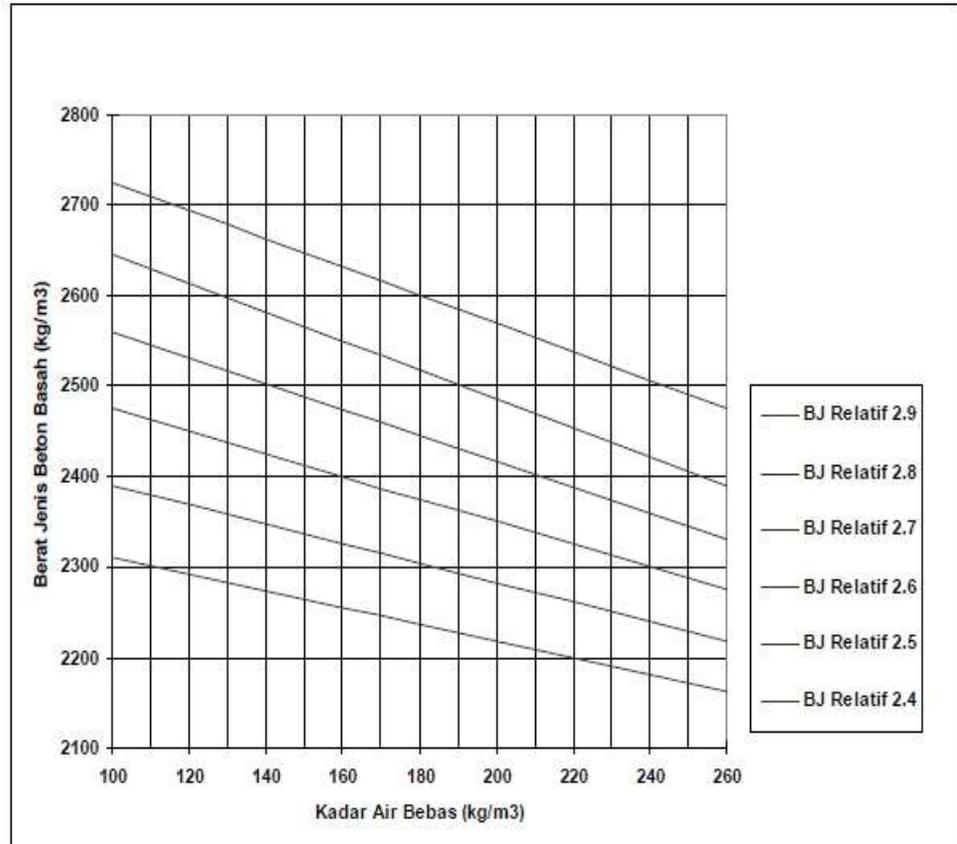
Tabel 3.3. Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Maksimum Pada Lingkungan Umum (Sumber : Tabel 3, SK.SNI.T-15-1990-03)

Kondisi lingkungan	Jumlah semen minimum per m^3 beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton didalam ruang		

bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif	225	0.6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif	325	0.52
Beton diluar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0.6

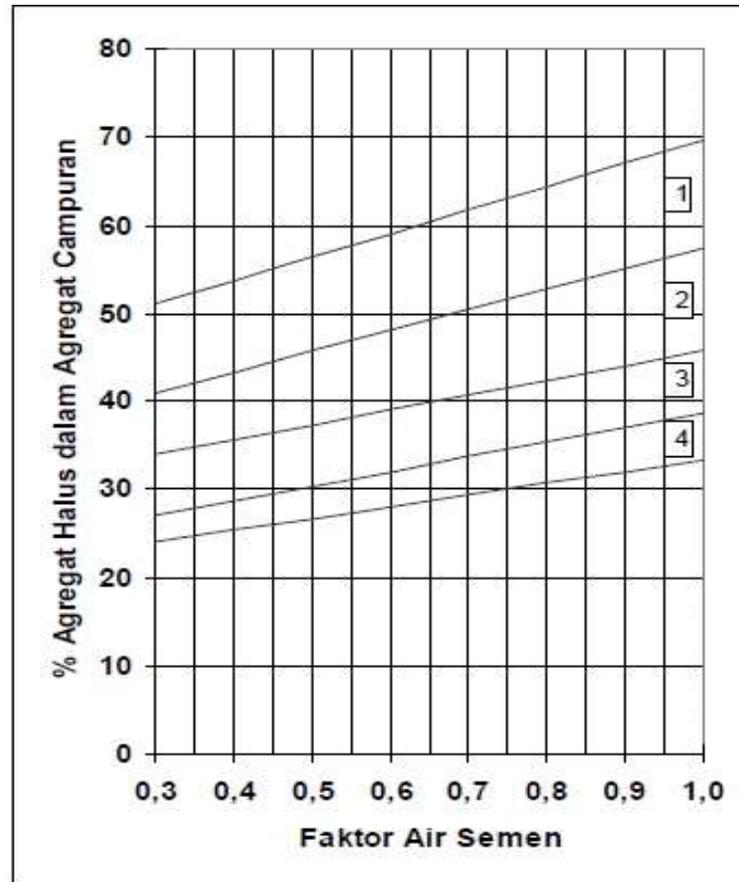
Kondisi lingkungan	Jumlah semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton yang masuk kedalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0.55

5. Menghitung prosentase agregat gabungan



Gambar 3.4. Grafik Berat Jenis Beton (Sumber : Grafik 13, SK.SNI.T-15-1990-03)

6. Mencari jumlah agregat yang dipakai



Gambar 3.5. Tipikal Proporsi Agregat Halus Dalam Agregat Campuran

(Sumber : Grafik 10-12, SK.SNI.T-15-1990-03)

7. Mencari perbandingan bahan untuk 1 m³ beton dalam keadaan agregat berkadar air sesuai kondisi lapangan

Dalam penelitian ini terdapat 4 jenis adukan semua direncanakan dalam kuat tekan beton 350 kg/cm², yaitu adukan beton normal, adukan yang menggunakan 0.7 % , 1.1 % dan 1.5 % campuran Deltamix SP. Masing-masing adukan dibuat 9 benda uji, yaitu Masing-masing 3 sampel untuk dilakukan uji tekan pada hari ke-3, ke-14 dan ke-28.

3.4 Pembuatan Adukan Beton

Pengujian yang dilakukan menitik beratkan pada saat beton masih segar (*fresh concrete*) yaitu berkenaan dengan tingkat kemudahan kerja (*workabilitas*) adukan beton. Adapun sampel benda uji yang akan diuji kuat tekannya dengan menggunakan 36 buah sampel kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Adukan beton dibuat berdasarkan hasil perencanaan adukan. Dimana dilakukan 3 jenis perencanaan adukan. Agar penelitian berjalan dengan baik, maka pembuatan adukan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Memastikan apakah mesin untuk memutar molen dalam kondisi yang cukup baik dan sudah terisi cukup bahan bakar.
2. Pembuatan adukan beton dilakukan berdasarkan perhitungan mix design yang telah dilakukan. Proporsi takaran campuran beton agar seteliti mungkin dan dipisahkan antara air, agregat kasar, agregat halus dan semen.
3. Menyiapkan alat sesuai kebutuhan, karena tiap adukan diharapkan mendapatkan data yang valid, maka perlu disiapkan dengan matang. Dalam hal ini alat juga memperhatikan persyaratan yang ditetapkan. Sebagai contoh untuk alat Kerucut Abrams, menggunakan alas , kerucut dan penumbuk (*tamping rod*).
4. Pada saat penuangan bahan ke dalam molen dapat dibiasakan dengan urutan agregat halus, semen dan agregat kasar (ukuran 1-2) dapat dimasukkan semua terlebih dahulu, kemudian dengan perlahan diaduk ketiga bahan tersebut sampai terlihat kental dan homogen, ketika nampak menyatu, kemudian disiram dengan air sambil tetap memutar molen

sedikit demi sedikit, sehingga jumlah air yang sesuai dengan perhitungan perencanaan adukan habis.

5. Pada saat penuangan beton segar ke media alat uji , sebagai contoh molen ke kerucut, diharapkan tidak terlalu banyak dilakukan campur tangan, maksudnya supaya kondisi beton segar dapat disimulasikan seperti pada saat pelaksanaan sesungguhnya dilapangan.
6. Untuk cetakan benda uji kubus , perlu diperhatikan kekencangan baut-bautnya dan harus diolesi dengan pelumas terlebih dahulu.

3.4.1 Persiapan Peralatan

Peralatan yang diperlukan harus dalam keadaan bersih pada saat sebelum digunakan, kemudian diatur dengan rapi sesuai dengan rencana posisinya. Peralatan yang dibutuhkan antara lain :

- a. Timbangan
- b. Molen dan mesinnya
- c. Sendok semen
- d. Besi penumbuk
- e. Kerucut Abrams
- f. Ember bulat
- g. Oli dan kuas
- h. Loyang pengaduk / bak pencampur
- i. Cetakan kubus beton ukuran sisi 15cm

3.4.2 Pembuatan Campuran Adukan Beton

- a. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan, baik semen, agregat halus, agregat kasar dan air sesuai dengan perencanaan adukan yang dibuat.
- b. Memasukkan bahan-bahan tersebut kedalam molen dengan urutan sebagai berikut :
 1. Memasukkan agregat halus, agregat kasar & semen terlebih dahulu
 2. Memutar molen dengan manual tangan hingga terlihat campuran tersebut homogen
 3. Memasukkan air sedikit demi sedikit, kurang lebih 60 % dari seluruh air yang akan dituangkan. Putar dengan tenaga mesin
 4. Memutar molen selama 10 menit agar campuran merata. Untuk memastikan sudah merata, molen dibolak-balik kekanan-kekiri dengan kemiringan tertentu, namun jangan sampai menumpahkan isi molen
 5. Menuangkan campuran diatas loyang, atau ember atau silinder sebanyak separuh dari isi molen
 6. Lakukanlah pengujian workabilitas yaitu menggunakan kerucut Abrams
 7. Setelah pengujian selesai maka separuh terakhir campuran beton tersebut dituangkan pula ketempat yang sama

3.4.3 Pengujian Workabilitas

Pengujian workabilitas merupakan hal yang berpengaruh dalam penelitian ini, karena dari sinilah akan didapatkan pengaruhnya terhadap kuat tekan beton. Adapun langkah-langkah pengujian workabilitas tersebut adalah:

1. Campuran beton tersebut sesegera mungkin dimasukkan kedalam kerucut secara bertahap, sebanyak 3 lapisan dengan ketinggian yang sama. Setiap lapis dipadatkan dengan cara ditusuk dengan menjatuhkan secara bebas tongkat baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm. Dilakukan sebanyak 25 kali untuk tiap lapis.
2. Meratakan adukan pada bidang atas kerucut Abrams dan didiamkan selama 30 detik.
3. Mengangkat kerucut Abrams secara perlahan dengan arah vertical keatas, diusahakan jangan sampai terjadi singgungan terhadap campuran beton.
4. Pengukuran slump dilakukan dengan membalikkan posisi kerucut Abrams di sebelah adukan. Kemudian dilakukan pengukuran ketinggian penurunan.
5. Catat hasil tersebut sebagai nilai hasil slump test.

3.4.4 Pembuatan Benda Uji Kubus

Untuk setiap adukan beton dibuat 3 buah benda uji. Di mana setiap penuangan beton dilakukan pengujian workabilitas. Adapun cara pembuatan benda uji kubus adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan cetakan kubus yang telah diolesi dengan oli.
- b. Memasukkan campuran beton tadi kedalam cetakan kubus dalam 3 lapis.
- c. Masing-masing lapis ditumbuk sebanyak 25 kali dengan alat penumbuk.
- d. Kemudian diketuk-ketuk dengan palu pada bagian luar cetakan dengan tujuan untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang ada dalam cetakan.
- e. Meratakan bagian samping dengan cetok , agar rata dan padat.
- f. Setelah penuh, meratakan dan memadatkan bagian atas cetakan dengan cetok, dengan jalan agak ditekan kebawah.
- g. Memberi label pada cetakan untuk mengetahui spesifikasi benda uji.

3.4.5 Perawatan (*Curing*)

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman. Perawatan beton ini bertujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai. Selain itu kelembaban permukaan beton juga dapat menambah ketahanan beton terhadap pengaruh cuaca dan lebih kedap air. Adapun cara perendamannya adalah sebagai berikut:

- a. Setelah 24 jam maka cetakan beton kubus dibuka, lalu dilakukan perendaman terhadap sampel beton tersebut.

- b. Perendaman dilakukan sampai umur beton 3, 14 dan 28 hari.
- c. Sebelum beton direndam terlebih dahulu diberi nama pada permukaannya.

3.4.6 Pengujian Berat Jenis & Kuat Tekan Sampel Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 3, 14 dan 28 hari. Langkah-langkah pengujiannya adalah :

- a. Kubus beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
- b. Menimbang dan mencatat berat sampel beton , kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
- c. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton.
- d. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton.
- e. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.

BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1 Umum

Pada bab ini penulis akan memuat hasil pengujian dan analisa dari pembuatan, pengujian material yang dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus pasir hitam/pasir putih dan pengujian slump, berat jenis beton dan pengujian kuat tekan terhadap beton yang menggunakan agregat halus pasir hitam dan pasir putih. Metode rancang campur beton yang digunakan adalah metode standar metode rancang campur untuk beton normal menggunakan metode DOE (*Department of Environment*) yang dimuat dalam SK.SNI T-15-1990-03 "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*". Disini juga penulis memperlihatkan hasil dari pengujian agregat kasar, pengujian slump, pengujian berat jenis beton.

Pengujian kuat tekan yang dilakukan terhadap beton meliputi pengujian pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

4.2. Hasil dan Pembahasan Pengujian Agregat Halus

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dilaboratorium dengan mengambil pasir hitam dan pasir putih sebagai agregat halusnya, kemudian dilakukan penelitian sesuai dengan standar ASTM C 33-02A, "*Standard for Concrete Aggregates*", dan SII. 0052-80, "*Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*", maka telah didapatkan hasil sebagai berikut :

4.2.1. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Hitam Cara Volume

Tinggi Sample Awal (ml)	250
Tinggi Air Awal (ml)	500
Tinggi Lumpur Akhir (ml) = A	250
Tinggi Pasir Akhir (ml) = B	240,7
Kadar Lumpur (%)	3,70

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Hitam Cara Menimbang

Berat Container (gr)	115
Berat Contoh Alami(gr)	1081
Berat Sample Kering Oven (sebelum dicuci) = A	1032
Berat Sample Kering Oven (setelah dicuci) = B	951
Kadar Lumpur (%)	7,84

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Putih Cara Volume

Tinggi Sample Awal (ml)	250
Tinggi Air Awal (ml)	500
Tinggi Lumpur Akhir (ml) = A	195
Tinggi Pasir Akhir (ml) = B	195
Kadar Lumpur (%)	0

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Putih Cara Menimbang

Berat Container (gr)	169
Berat Contoh Alami(gr)	1081
Berat Sample Kering Oven (sebelum dicuci) = A	1087
Berat Sample Kering Oven (setelah dicuci) = B	1017
Kadar Lumpur (%)	6.439742

4.2.2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus Pasir Hitam

Berat Benda Uji Kering /SSD	500 gr
Berat Benda Uji Kering Oven (Bk)	484 gr

Berat Piktometer dan Isi Air (B)	658 gr
Berat Piktometer + Benda Uji Air (Bt)	949 gr
Berat Layang	170

Berat Jenis Curah (*Bulk Specific Gravity*)

$$= \frac{Bk}{B+500-Bt} = \frac{484}{658+500-949} = 2,32$$

Berat Jenis Kering – Permukaan Jenuh (*Saturated Surface Dry*)

$$= \frac{500}{B+500-Bt} = \frac{500}{658+500-94} = 2,39$$

Berat Jenis Semu (*Apparent Specific Gravity*) = $\frac{Bk}{B+Bk-Bt}$

$$= \frac{484}{658+484-949} = 2,51$$

$$\text{Penyerapan (Absortion)} = \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100 = \frac{500-4}{484} = 3,31 \%$$

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat

Halus Pasir Putih

Berat Benda Uji Kering /SSD	500 gr
Berat Benda Uji Kering Oven (Bk)	461 gr
Berat Piktometer dan Isi Air (B)	688 gr
Berat Piktometer + Benda Uji Air (Bt)	996 gr
Berat Layang	170

Berat Jenis Curah (*Bulk Specific Gravity*)

$$= \frac{Bk}{B+500-Bt} = \frac{461}{688+500-996} = 2,40$$

Berat Jenis Kering – Permukaan Jenuh (*Saturated Surface Dry*)

$$= \frac{500}{B+500-Bt} = \frac{500}{688+500-99} = 2,60$$

Berat Jenis Semu (*Apparent Specific Gravity*)

$$\frac{Bk}{B+Bk-Bt} = \frac{461}{688+461-996} = 3,01$$

$$\text{Penyerapan (Absortion)} = \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100 = \frac{500-461}{461} = 8,46 \%$$

4.2.3. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus Pasir Hitam
(1500gr)

Ayakan		Percobaan I	Percobaan II	Yang tertinggal		Yang lolos		% Kumulatif yang tertinggal
No./mm	Berat (kg)	gr	Gr	gr	%	gr	%	
4/4.75	0.418	479	489	66	4.4	1434	95.6	4.4
8/2.36	0.34	345	340	2.5	0.166667	1431.5	95.433333	4.566666667
16/200	0.332	358	370	32	2.133333	1399.5	93.3	6.7
30/0.425	0.336	860	871	529.5	35.3	870	58	42
50/0.250	0.299	642	634	339	22.6	531	35.4	64.6
100/0.106	0.292	495	484	197.5	13.16667	333.5	22.233333	77.76666667
Container	0.351	682	666	323	21.533333	10.5	0.7	99.3
Jumlah	2.368	3861	3854	1489.5	99.3			299.3333333

Modulus kehalusan (FM) =2,993

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus Pasir Putih
(1500gr)

Ayakan		Percobaan I	Percobaan II	Yang tertinggal		Yang lolos		% Kumulatif yang tertinggal
No./mm	Berat (kg)	gr	Gr	gr	%	gr	%	
4/4.75	0.479	480	488	5	0.333333	1495	99.66667	0.333333333
8/2.36	0.329	334	328	2	0.133333	1493	99.533333	0.466666667
16/200	0.325	323	329	1	0.066667	1492	99.46667	0.533333333
30/0.425	0.31	463	472	157.5	10.5	1334.5	88.96667	11.03333333
50/0.250	0.305	930	915	617.5	41.16667	717	47.8	52.2
100/0.106	0.286	944	940	656	43.73333	61	4.066667	95.93333333
Container	0.27	312	315	43.5	2.9	17.5	1.166667	98.83333333
Jumlah	2.304	3786	3787	1482.5	98.83333			259.3333333

Modulus kehalusan (FM) = 2,593

Dari tabel-tabel diatas maka dapat disimpulkan, berdasarkan pada standar mutu dan syarat pengujian ASTM C 33-02A, "Standard for Concrete

Aggregates”, dan SII 0052-80, *”Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”* yang dilakukan terhadap agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut :

- Kadar lumpur pasir hitam yang dihasilkan adalah sebesar 20,34% pada pengujian ketiga, namun setelah pengujian kesekian kali mendapatkan hasil 2,85% dan masuk dalam syarat dimana syaratnya maksimal sebesar 5%. Sedangkan kadar lumpur pasir putih yang dihasilkan adalah sebesar 0% masuk dalam syarat dimana syaratnya maksimal sebesar 5%.
- Fine Modulus yang dihasilkan Pasir hitam 2,993 % masih masuk batas syarat, dimana syaratnya yaitu 1,5 sampai 3,8 %. Sedangkan pasir Putih 2.593% masih masuk batas syarat dimana syaratnya yaitu 1,5 sampai 3,8%.

4.3 Hasil dan Pembahasan Pengujian Agregat Kasar

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dilaboratorium dengan mengambil sampel bahan baku yang akan diteliti secara acak dan kemudian dilakukan penelitian sesuai dengan standar SII 0052-80, *”Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”* maka telah diperoleh hasil untuk agregat kasar normal dapat dilihat pada lampiran C, sedangkan hasil untuk agregat kasar adalah sebagai berikut:

4.3.1. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasar

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasar (1500 gr)

Ayakan		Percobaan I	Percobaan II	Yang tertinggal		Yang lolos		% Komulatif yang
No./mm	Berat	gr	Gr	gr	%	gr	%	

	(kg)							tertinggal
1,5/38.1	0.514	0	0	0	0	2462.5	98.5	1.5
1/25.0	0.492	547	443	495	19.8	1967.5	78.7	21.3
3/4/19.0	0.489	539	386	462.5	18.5	1505	60.2	39.8
1/2/12.5	0.463	426	489	457.5	18.3	1047.5	41.9	58.1
3/8/9.5	0.468	83	137	110	4.4	937.5	37.5	62.5
4/4.75	0.483	729	947	838	33.52	99.5	3.98	96.02
Container	0.353	96	103	99.5	3.98	0	0	100
Jumlah	3.262			2462.5	98.5			

4.3.2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar

Berat Tempat (Keranjang)	768 gr
Berat Sampel Kering (Bk)	5000 gr
Berat Sampel Kering Permukaan Jenuh + Tempat	5870 gr
Berat Sampel Kering Permukaan Jenuh (Bj)	5102 gr
Berat Sampel Kering Permukaan Jenuh dalam Air (Ba)	3128 gr
Berat Keranjang dalam Air	658 gr

Berat Jenis Curah (*Bulk Specific Gravity*)

$$\frac{Bk}{Bj - Ba} = \frac{5000}{5102 - 3128} = 2.53$$

Berat Jenis Kering – Permukaan Jenuh (*Saturated Surface Dry*)

$$\frac{Bj}{Bk} = \frac{5102}{5000} = 2.58$$

Berat Jenis Semu (*Apparent Specific Gravity*)

$$\frac{Bk}{Bk - Ba} = \frac{5000}{5000 - 3128} = 2.67$$

$$\text{Penyerapan (Absortion)} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{5102 - 5000}{5000} \times 100\% = 2.04\%$$

Dari tabel-tabel diatas maka dapat disimpulkan, berdasarkan pada standar mutu dan syarat pengujian dengan standar SII 0052-80, "Mutu dan Cara Uji Agregat Beton" yang dilakukan terhadap agregat kasar didapatkan hasil sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil pengujian agregat kasar memiliki berat jenis Curah sebesar 2.53 , hasil ini sesuai dengan persyaratan yang ada dimana berat jenis agregat harus memiliki berat jenis MIN 2,5
- Berdasarkan hasil pengujian agregat kasar memiliki penyerapan air 2.04%, hasil ini sesuai dengan persyaratan yang ada dimana penyerapan air agregat ringan dengan maksimum penyerapan air sebesar 20%.

4.4. Hasil dan Pembahasan Pengujian Beton

Pengujian beton dilakukan terhadap beton normal dan beton ringan PET. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian slump, berat jenis beton dan kuat tekan beton.

4.4.1. Hasil Pengujian Slump

Tabel 4.11 *Hasil Pengujian Slump*

Kekuatan Beton	Beton Pasir Hitam	Beton Pasir Putih
K-200	13,5	8,5

Berdasarkan tabel 4.11 dapat dilihat hasil pengujian slump pada beton Pasir hitam memiliki nilai slump 13,5 dengan menggunakan proporsi campuran beton yang sama, sedangkan pada pengujian slump beton Pasir Putih memiliki nilai slump 8,5 cm dengan menggunakan proporsi campuran beton yang sama. Dengan melihat nilai slump yang didapatkan pada beton

Pasir Putih sudah memiliki tingkat kelecakan (*workability*) yang cukup baik untuk beton yang bertujuan untuk konstruksi.

4.4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton

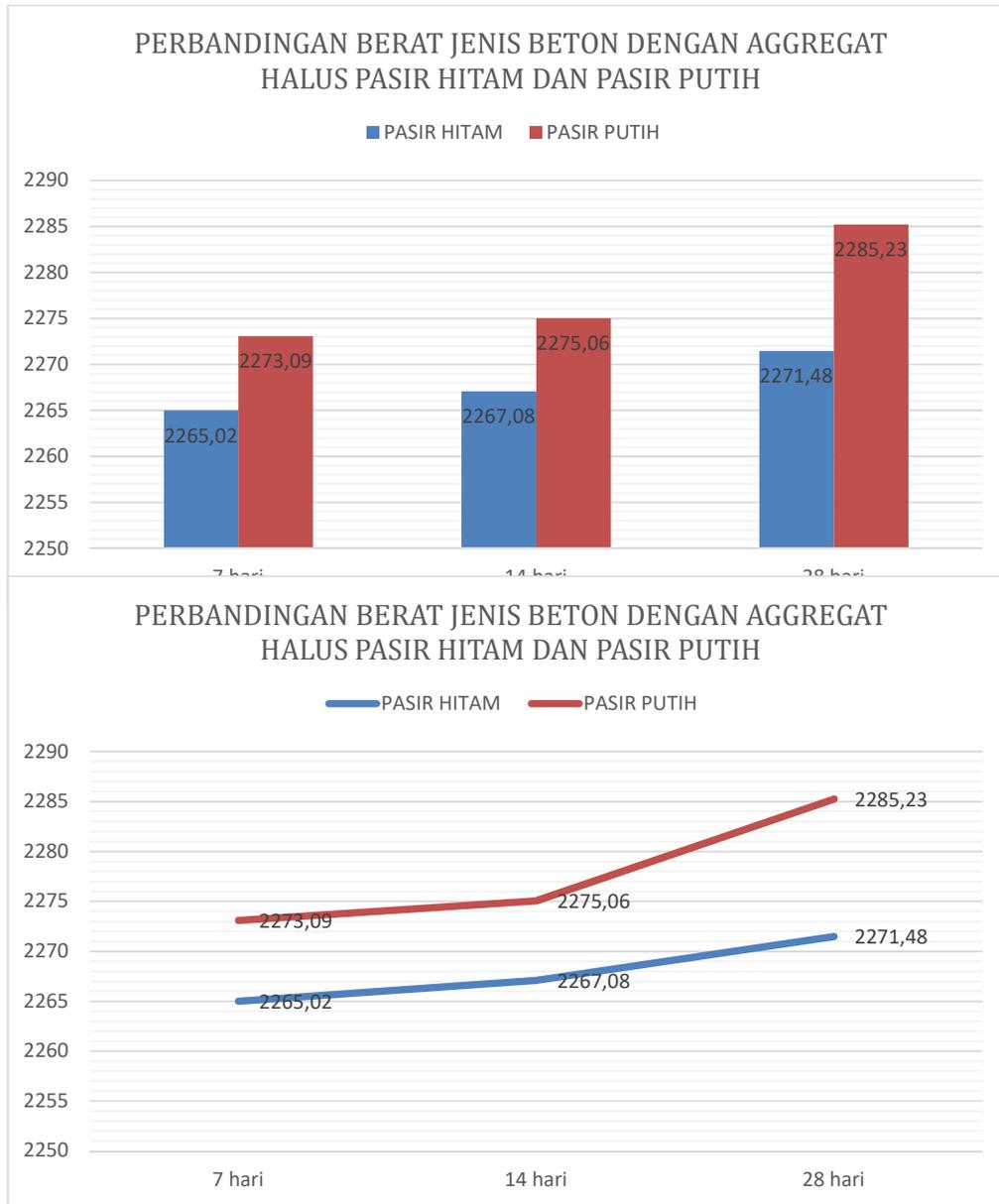
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Pasir Hitam

no	Kekuatan	Umur (Hari)	Berat (kg)	Dimensi (cm)	Volume (m ³)	Berat Jenis Beton (kg/m ³)	Berat Jenis Rata-Rata (kg/cm ³)
1	K-200	7	7668	15x15x15	0.003375	2265.00	2265.02
2	K-200	7	7652	15x15x15	0.003375	2267.26	
3	K-200	7	7637	15x15x15	0.003375	2262.81	
10	K-200	14	7635	15x15x15	0.003375	2266.22	2267.08
11	K-200	14	7648	15x15x15	0.003375	2268.07	
12	K-200	14	7651	15x15x15	0.003375	2266.96	
19	K-200	28	7625	15x15x15	0.003375	2271.26	2271.48
20	K-200	28	7642	15x15x15	0.003375	2269.30	
21	K-200	28	7698	15x15x15	0.003375	2273.89	

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Pasir Putih

no		Umur (Hari)	Berat (kg)	Dimensi (cm)	Volume (m ³)	Berat Jenis Beton (kg/m ³)	Berat Jenis Rata-Rata (kg/cm ³)
1	K-200	7	7680	15x15x15	0.003375	2275.56	2273.09
2	K-200	7	7665	15x15x15	0.003375	2271.11	
3	K-200	7	7670	15x15x15	0.003375	2272.59	
10	K-200	14	7655	15x15x15	0.003375	2268.15	2275.06
11	K-200	14	7695	15x15x15	0.003375	2280.00	
12	K-200	14	7685	15x15x15	0.003375	2277.04	
19	K-200	28	7705	15x15x15	0.003375	2282.96	2285.23
20	K-200	28	7708	15x15x15	0.003375	2283.85	
21	K-200	28	7725	15x15x15	0.003375	2288.89	

Berdasarkan tabel 4.12 dapat dilihat hasil pengujian berat jenis beton Pasir Hitam memiliki berat jenis rata-rata 2265-2281 kg/m³, berat jenis yang dimiliki beton ini tergolong dalam kategori beton normal yang disyaratkan pada SNI 03-2834-1993 “ *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*” dimana beton normal adalah beton yang memiliki berat jenis 2200-2500kg/m³. Pada tabel 4.13 dapat pula dilihat hasil pengujian dari berat jenis beton dengan agregat halus pasir putih dimana memiliki berat jenis rata-rata 2259-2285 kg/m³, berat jenis yang dimiliki beton ini tergolong dalam kategori beton normal yang disyaratkan pada SNI 03-2834-1993 “ *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*” dimana beton normal adalah beton yang memiliki berat jenis 2200-2500kg/m³.



Gambar 4.1 *Diagram Berat Jenis Rata-Rata Beton dengan agregat halus Pasir Hitam dan Beton Pasir Putih K-200*

4.4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis, ada 3 jenis umur beton ringan yang direncanakan untuk dilakukan tes kuat tekan beton yaitu pada umur 7, 14 dan 28 hari.

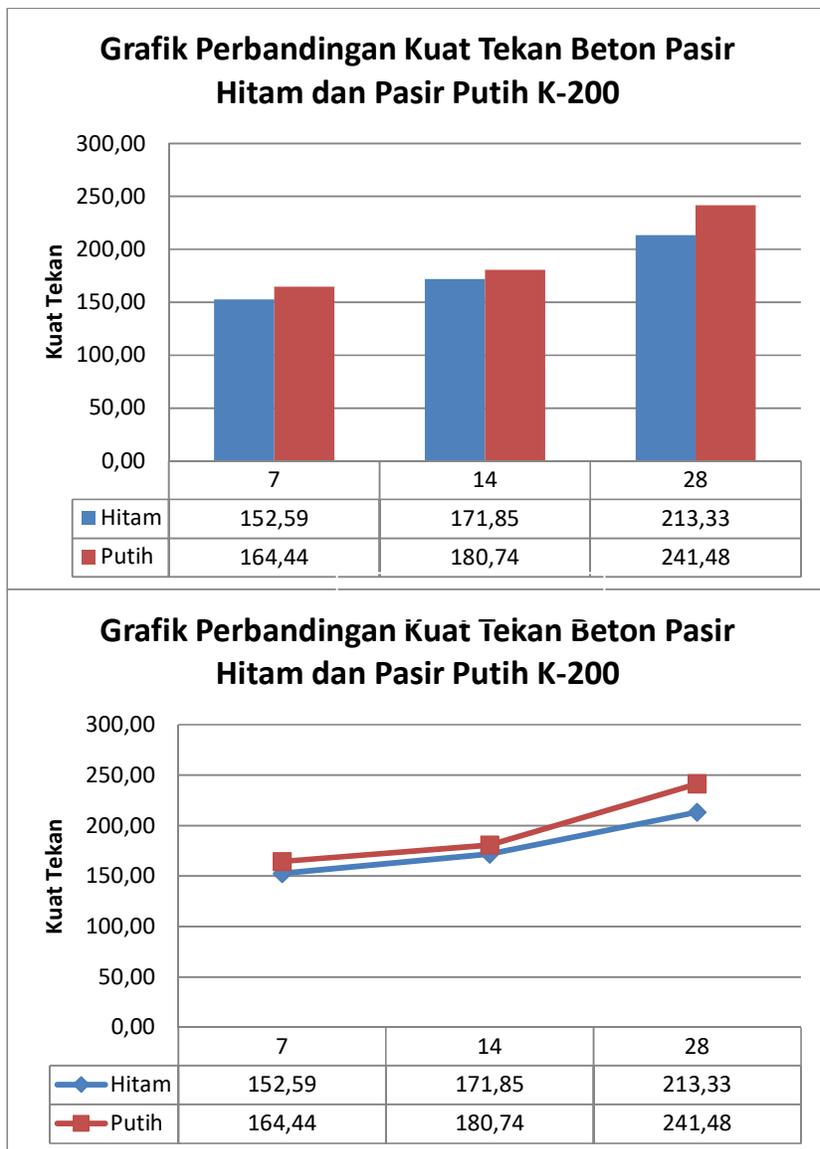
Berikut ini adalah tabel hasil uji kuat tekan dari semua sampel penelitian yang dibuat.

Tabel 4.14. Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Agregat Halus Pasir Putih & Pasir Hitam

No.	Tanggal		Umur (Hari)	Code	Ukuran	Berat (Kg)	Kekuatan Hancur (Ton)	Tegangan Tekan (Kg/cm ²)
	Cor	Test						
1	24-08-2016	31-09-2016	7	PTH K200 I	15x15	7680	36	160
2	24-08-2016	31-09-2016	7	PTH K200 II	15x15	7665	38	168.8888889
3	24-08-2016	31-09-2016	7	PTH K200 III	15x15	7670	37	164.4444444
4	24-08-2016	07-09-2016	14	PTH K200 I	15x15	7633	40	177.7777778
5	24-08-2016	07-09-2016	14	PTH K200 II	15x15	7690	41	182.2222222
6	24-08-2016	07-09-2016	14	PTH K200 III	15x15	7675	41	182.2222222
7	24-08-2016	21-09-2016	28	PTH K200 I	15x15	7567	50	222.2222222
8	24-08-2016	21-09-2016	28	PTH K200 II	15x15	7661	58	257.7777778
9	24-08-2016	21-09-2016	28	PTH K200 III	15x15	7658	55	244.4444444
28	13-09-2016	20-09-2016	7	HTM K200 I	15x15	7668	34	151.1111111
29	13-09-2016	20-09-2016	7	HTM K200 III	15x15	7652	33	146.6666667
30	13-09-2016	20-09-2016	7	HTM K200 III	15x15	7637	36	160
31	13-09-2016	27-09-2016	14	HTM K200 I	15x15	7641	39	173.3333333
32	13-09-2016	27-09-2016	14	HTM K200 III	15x15	7609	37	164.4444444
33	13-09-	27-09-	14	HTM K200	15x15	7645	40	177.7777778

	2016	2016		III				
34	13-09-2016	11-10-2016	28	HTM K200 I	15x15	7605	48	213.3333333
35	13-09-2016	11-10-2016	28	HTM K200 III	15x15	7686	47	208.8888889
36	13-09-2016	11-10-2016	28	HTM K200 III	15x15	7652	49	217.7777778

Dari data hasil pengujian kuat tekan pada tabel 4.14 maka dibuat grafik kuat tekan beton terhadap hari pada beton pasir hitam dan beton pasir putih sebagai berikut :



Gambar 4.2 *Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Pasir Hitam Terhadap Beton Pasir Putih K-200*

Berdasarkan data yang dipaparkan diatas, kuat tekan beton dengan agregat halus pasir hitam lebih rendah dari kuat tekan beton dengan agregat halus pasir putih. Pada umur 7 hari beton dengan agregat halus pasir hitam K-200 memiliki kuat tekan sebesar $152,59 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan beton dengan agregat halus pasir putih K-200 memiliki kuat tekan sebesar $164,44 \text{ kg/cm}^2$.

Pada umur 14 hari beton dengan agregat halus pasir hitam K-200 memiliki kuat tekan sebesar $171,85 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan beton dengan agregat halus pasir putih K-200 memiliki kuat tekan sebesar $180,74 \text{ kg/cm}^2$. Pada umur 28 hari beton dengan agregat halus pasir hitam K-200 memiliki kuat tekan sebesar $213,33 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan beton dengan agregat halus pasir putih K-200 memiliki kuat tekan sebesar $241,48 \text{ kg/cm}^2$.

4.5 Analisa Data Hasil Percobaan

Berdasarkan Data Hasil Percobaan dan grafik yang ada, maka dapat diketahui :

- a. Beton K-200 dengan agregat halus pasir putih memiliki kekuatan tekan lebih kuat daripada beton dengan agregat halus pasir Hitam.
- b. Berat Jenis Beton K-200 dengan agregat halus Pasir putih lebih besar daripada beton K-200 dengan agregat halus pasir Hitam.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil pengujian-pengujian, didapatlah hasil karakteristik Bahan maupun Beton dengan Mutu K-200, menggunakan Pasir Putih dari Pesisir Pulau Pahawang (lampung) sebagai Agregat Halus lebih dibandingkan dengan menggunakan Pasir Hitam (Daerah Cimangkok).

Adapun hasil pengujian-pengujian, sebagai berikut :

Berdasarkan hasil-hasil pengujian diatas maka disimpulkan :

1. Dengan memakai Pasir putih dari Pesisir Pulau Pahawang sebagai agregat halus untuk pembuatan beton, berhasil meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan dengan memakai pasir hitam dari Cimangkok
2. Dengan pengujian agregat halus yang dilakukan, Pasir putih memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan pasir hitam. Mungkin karena faktor pasir yang tidak bagus. Dapat dilihat dari proses pencucian pasir untuk mengurangi kadar lumpur yang dilakukan berkali-kali.
3. Nilai slump beton dengan agregat halus pasir putih memiliki nilai lebih baik daripada beton dengan agregat halus pasir hitam.
4. Kuat tekan beton normal dengan agregat halus pasir putih dengan Mutu Beton K-200 dan umur 28 hari mendapatkan nilai rata-rata $241,48 \text{ kg/cm}^3$.

5.2 Saran-saran

Dalam melakukan penelitian beton harus lebih teliti dalam perhitungan data juga teliti dalam penyimpanan dan perlakuan terhadap bahan / material dan sampel beton bahkan alat / mesin uji, agar kualitas beton tetap terjaga.

Diharapkan bagi peneliti berikutnya dapat memperluas dan memperdalam penelitian ini dengan material yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Scieny For Testing And Material, Concrete Ans Material Aggregates, American Scieny For Testing And Material, New York, 1984
- Fransiska Verent Supit, Ronny Pandelege dan Servie O. Dapas, *Pemeriksa Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara* (Manado: Fak. Tek. Sipil Univ. Sam Ratulangi, 2016)
- <https://ikanbodoh.wordpress.com/2014/04/16/pemeriksaan-berat-jenis-dan-penyerapan-agregat-kasar-2/>, pada tanggal 16 April 2014 pukul 21.04.
- <https://laporantekniksipil.wordpress.com/2012/06/23/pemeriksaan-berat-jenis-agregat-halus/>, pada tanggal 23 Juni 2012 pukul 20.08
- <http://reswa.blogdetik.com/2008/11/07/bagaimana-beton-dengan-kandungan-lumpur/>, pada tanggal 07 November 2008 pukul 08.55.
- Irna Hendriyani, Reno Pratiwi dan Yepi Aprilianus, Pengaruh Jenis Air Pada Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton (Balikpapan; Fakultas tek. Sipil Univ. Balikpapan, 2012)
- Lilies Widodojoko, *Pengaruh Sifat Kimia Terhadap Untuk Kerja Mortar* (Bandar Lampung: FT UBL, 2010),
- M. Agus Hariyana, *Studi Karakteristik Agregat Kasar Ringan Buatan Dari Limbah Botol Plastik High Density Polyethylene (HDPE) Dan pengaruhnya Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Beton Ringan* (Jakarta: FT UI, 2008),
- Marsiano, Ir. M.Sc., Ir. Edi Santosa, Ir. Firmansyah . Y., *Pedoman Praktikum Laboratorium Test Bahan Dan Struktur Sipil*, ISTN, Jakarta, 1995
- Murdock, L.,J., (el al) *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga edisi keempat, Jakarta, 1991
- Nego Tobink, “Teknologi Bahan Konstruksi Beton” , https://teknologibahankonstruksi.blogspot.co.id/2011_12_01_archive.html, pada tanggal 09 Desember 2011 pukul 10.01.
- Saga Hayyu, “Faktor Kuat Tekan Beton (Interpolasi)” , <https://sagabangget.wordpress.com/2009/07/28/faktor-kuat-tekan-beton-interpolasi/>, pada tanggal 28 Juli 2009 pukul 10.39
- Sagel, R., P. Kole, Gideon Kusuma, *Pedoman pengerjaan Beton Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, Seri Beton 2* Erlangga, Jakarta, 1991
- Suardi Bahar, Nur Al Fata, Rahman, Suhanda dan Enny Kurniawati, *Pedoman Pekerjaan Beton* (Jakarta: Biro Enjineering PT. Wijaya Karya, 2005).
- Supranto, J., *Statistik Teori dan Aplikasi Jilid II*, Erlangga, Jakarta 1987
- Tim Ahli Depertemen Pekerjaan Umum., SK SNI -1989-F, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1989

