

**SERBUK BESI SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN UNTUK
MUTU KUAT TEKAN BETON
(STUDY PENELITIAN)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Sidang Ujian Sarjana Teknik Sipil Universitas Medan Area**

Oleh

SUHENDRA
97.811.0032



**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2001**

ABSTRAK

SUHENDRA, “Serbuk Besi sebagai bahan tambahan untuk mutu kuat tekan Beton”, dengan dosen pembimbing I Ir. H Edi Hermanto dan dosen pembimbing II Ir. Nuril Mahda Rangkuti.

Beton sebagai bahan konstruksi adalah merupakan campuran yang terdiri dari pasir, kerikil serta bahan pengikatnya semen dan air dengan nilai perbandingan tertentu. Beton mempunyai kuat tekan yang tinggi namun sebaliknya mempunyai kuat tarik yang rendah.

Serbuk Besi sebagai bahan tambahan campuran beton pada penelitian ini dimaksudkan untuk meningkatkan mutu kuat tekan beton. Persentase bahan tambahan ini diambil dari berat pasir setelah perhitungan disain komposisi. Kandungan serbuk besi yang dimasukkan ke dalam campuran beton dibuat yaitu 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%

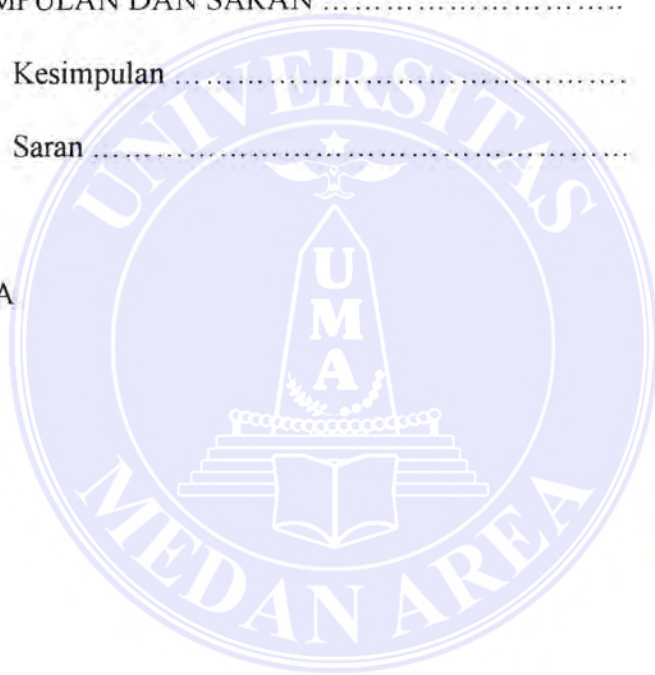
Pengujian dilakukan pada beton segar dan beton yang telah mengeras. Untuk beton segar pengujian memperoleh nilai slump 8, 7,6, 7,4, 8,2, 7 dan 8,1 cm dari setiap variasi persentase kandungan Serbuk Besi dengan Faktor Air Semennya (FAS) 0,54. Ini menunjukkan peningkatan 2,5% dari nilai slump beton normal, peningkatan tersebut terjadi pada persentase 30%. Untuk beton mengeras pengujian dilakukan dengan variasi hari 7, 14 dan 28. Pada umur 28 hari kuat tekan beton naik pada persentase 30% yaitu 347,83 kg/cm² dari kuat tekan beton normal yaitu 328,75 kg/cm² kenaikan tersebut berkisar 6% sedangkan pada persentase 10%, 20%, 40%, dan 50% didapat 333,43 kg/cm², 339,02 kg/cm², 345,43 kg/cm² dan 344,20 kg/cm².

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAKSI.....	i
KATA PENGHANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tujuan Penelitian	I-2
1.3 Pembatasan Masalah.....	I-2
1.4 Metodologi Penelitian	I-3
1.5 Lokasi Penelitian	I-3
1.6 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Campuran Beton	II-1
2.1.1 Semen	II-1
2.1.2 Agregat.....	II-4
2.1.2.1 Agregat Halus	II-5

2.1.2.2	Agregat Kasar	II-8
2.1.2.3	Agregat Gabungan.....	II-11
2.1.3	Air	II-14
2.1.4	Serbuk Besi.....	II-16
2.1.5	Kuat Tekan.....	II-17
BAB III	PELAKSANAAN PENELITIAN DI LABORATORIUM	III-1
3.1	Pemilihan Metode Desain Campuran	III-1
3.2	Pemeriksaan Dan Pengujian Material.....	III-1
3.2.1	Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir.....	III-1
3.2.2	Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil.....	III-3
3.2.3	Pemeriksaan Bj dan Absorpsi Pasir.....	III-5
3.2.4	Pemeriksaan Bj dan Absorpsi Kerikil....	III-9
3.2.5	Pemeriksaan Kandungan Bahan Organik Pasir	III-12
3.2.6	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar (Los Angeles),.....	III-13
3.2.7	Pemeriksaan Kadar Air dan Kerikil.....	III-15
3.2.7	Analisa Ayakan Pasir.....	III-16
3.2.8	Analisa Ayakan Kerikil.....	III-19
3.2.9	Analisa Ayakan Gabungan.....	III-22
3.3	Rencana Campuran Beton	III-24
3.3.1	Desain Komposisi.....	III-24
3.3.2	Pencetakan Beton.....	III-30

3.3.3.	Perawatan Beton.....	III-30
3.3.4	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	III-30
BAB IV	EVALUASI.....	IV-1
4.1	Beton Segar.....	IV-1
4.2	Beton Mengeras	IV-2
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Beton sebagai bahan konstruksi adalah suatu campuran komposit yang terdiri dari pasir dan kerikil direkatkan oleh bahan ikat. Bahan pengikat tersebut seperti semen serta air dengan nilai perbandingan tertentu.

Karena beton sebagai material yang paling banyak digunakan pada konstruksi bangunan sipil, maka penilaian kualitas beton menjadi penyelidikan penting di masa ini. Sifat-sifat yang dibutuhkan beton dalam bangunan teknis umumnya tahan cuaca dan kekuatannya memenuhi karakteristik perencanaan yang dipakai sebagai bahan dasar perhitungan. Dalam keadaan telah mengeras beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi, sebaliknya mempunyai kekuatan tarik yang rendah. Oleh karena itu beton yang masih dalam keadaan segar dapat diberikan bahan tambahan yang berguna untuk meningkatkan kekuatan tekan beton tersebut.

Alternatif Serbuk Besi sebagai Bahan Tambahan pada campuran beton untuk penelitian ini dimaksud untuk meningkatkan kekuatan tekan beton. Persentase bahan tambahan ini diambil dari berat pasir setelah perhitungan desain komposisi. Serbuk Besi yang dimasukkan ke dalam campuran beton kandungannya bervariasi yaitu : 10 %-20%-30 %-40 % dan 50 %, untuk mengetahui persentase variasi yang manakah akan memberikan kontribusi meningkatkan mutu kuat tekan beton paling besar.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain adalah :

- a) Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan serbuk besi terhadap sifat tekan dari beton.
- b) Untuk menganalisa berapa nilai persentase kandungan serbuk besi yang paling baik digunakan sebagai bahan tambahan pada beton.
- c) Mempelajari lebih terperinci kuat tekan benda uji dengan variasi hari yang berbeda.
- d) Dengan pengujian-pengujian yang dilakukan nantinya di buat kurva (grafik) tentang kuat tekan sebagai hasilnya.

1.3 Pembatasan Masalah

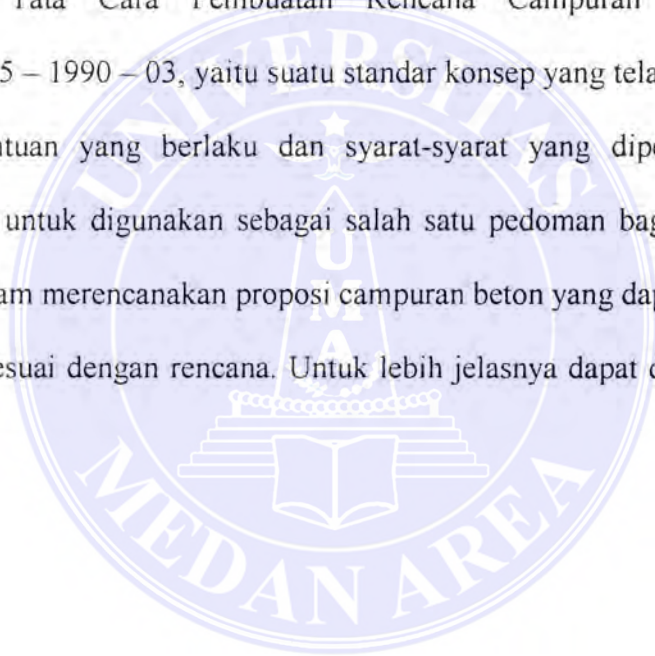
Dengan pertimbangan agar permasalahan yang akan dibahas tidak melebar, mengingat luasnya sifat-sifat yang dimiliki oleh beton dan untuk mempermudah penulisan tugas akhir ini, maka penulis menganggap perlunya diadakan pembatasan masalah, sehingga penelitian ini dibatasi hanya mengenai :

1. Perencanaan campuran beton yang bervariasi kadar bahan tambahannya dalam tiap campuran, yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari berat pasir.
2. Menguji kuat tekan beton dengan variasi yang berbeda yaitu dengan umur 7,14 dan 28 hari.
3. Membandingkan hasil kuat tekan beton dengan pemakaian campuran agregat halus (pasir) dan Faktor Air Semen yang sama dengan variasi serbuk besi .

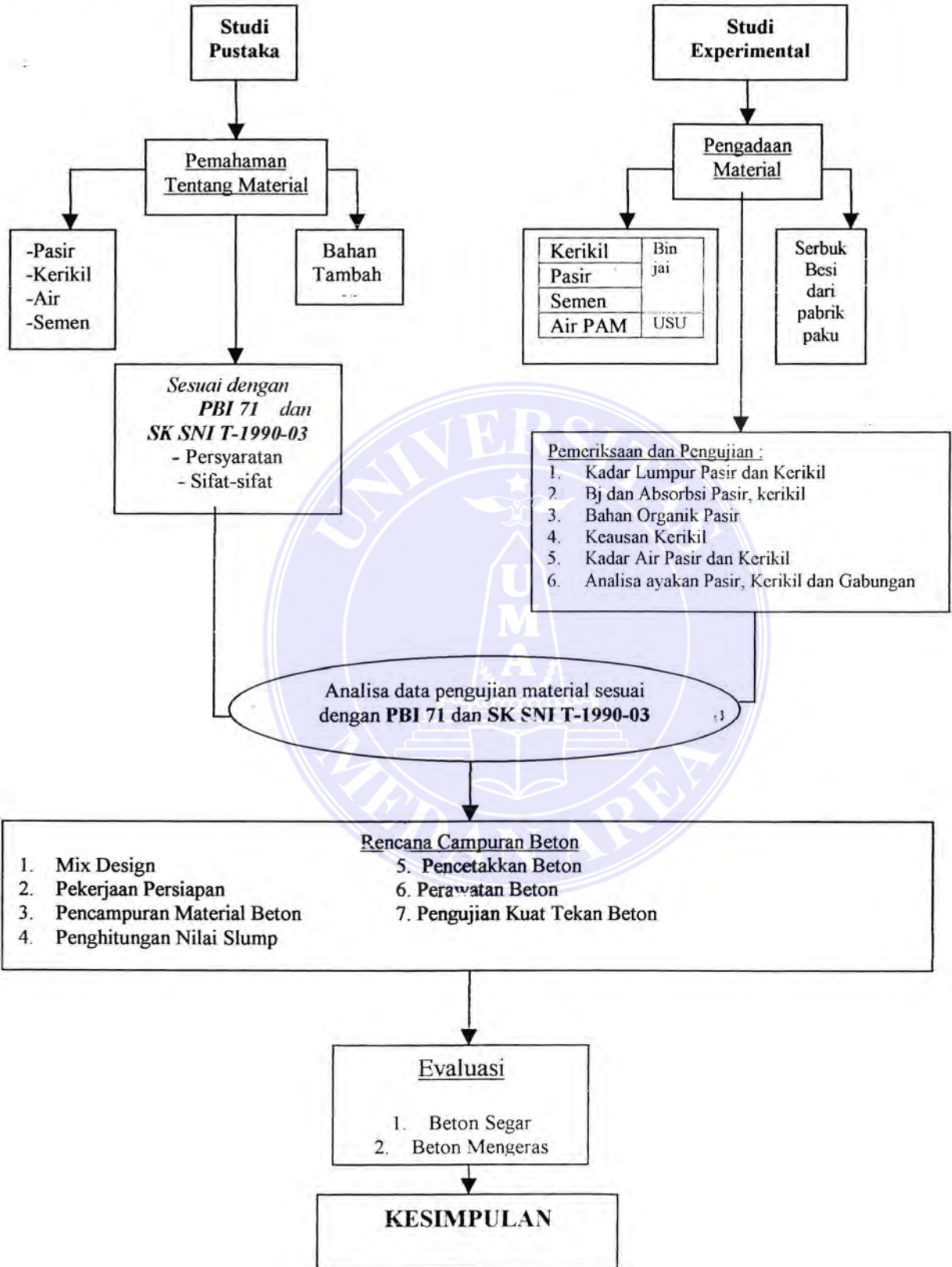
1.4 Metodologi Penelitian

Metoda penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini adalah dengan cara :

1. Studi literatur digunakan sebagai dasar pembahasan secara teoritis dengan menggunakan sumber-sumber yang berhubungan dengan penelitian ini.
2. Studi eksperimental merupakan serangkaian pengujian di laboratorium terhadap bahan tambahan serbuk besi sebagai unsur penambahan kekuatan tekan beton berdasarkan Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SK SNI T – 15 – 1990 – 03, yaitu suatu standar konsep yang telah disusun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan syarat-syarat yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk digunakan sebagai salah satu pedoman bagi perencana dan pelaksana dalam merencanakan proposi campuran beton yang dapat menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat flow chart berikut :



Flow Chart Metodologi Penelitian



I.6 Sistematika Penulisan

Tulisan ini terdiri dari enam bab, dimana pada bab-bab tersebut akan memberikan gambaran tentang isi tulisan ini, yang disusun secara sistematis sebagai berikut :

Bab pertama, di sini membahas mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian, maksud dan tujuan yang hendak dicapai, lokasi penelitian serta metoda yang digunakan dalam sistematika penulisan.

Bab kedua, merupakan tinjauan pustaka dan persyaratan bahan yang diujikan dalam penelitian termasuk juga bahan dasar campuran beton serta juga penggunaan bahan tambahan serbuk besi didalam perencanaan beton.

Bab ketiga, merupakan pelaksanaan penelitian dilaboratorium, pemilihan metode desain campuran, pemeriksaan dan pengujian materil, rencana campuran beton, desain komposisi, pencetakan beton, perawatan beton dan pengujian kuat tekan beton.

Bab keempat, diuraikan mengenai hasil yang di peroleh dan mengevaluasi hasil tersebut dengan studi literatur dan kepada penelitian yang sudah dilakukan, hasil ini menyangkut hubungan umur benda uji terhadap persentase bahan tambahan serbuk besi, kurva hubungan kuat tekan benda uji.

Bab kelima, berisi kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil penelitian yang di peroleh.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 CAMPURAN BETON

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari sejumlah material pembentuknya. Bahan dasar pembentuk beton yang utama adalah semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air. Pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen sangat dibutuhkan dalam merencanakan campuran beton.

Penggunaan beton sangat fleksibel untuk berbagai bentuk bangunan baik dari bangunan yang kecil hingga yang besar dan beton juga dapat di rancang dengan berbagai kekuatan rencana yang diinginkan. Disamping ada beberapa keuntungan yang didapat dari penggunaan beton tersebut karena beton hanya kuat untuk menahan tekan yang di hasilkan oleh beban luar akan tetapi beton tidak dapat menahan beban tarik.

Beton adalah campuran antara agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa yang padat.

2.1.1 Semen

Semen adalah bahan yang memperlihatkan sifat-sifat karakteristik mengenai pengikatan serta pengerasan jika dicampur dengan air, sehingga terbentuk pasta semen. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat antara agregat kasar dan agregat halus.

Semen dibuat dari berbagai bahan baku yang terdapat dialam dengan perbandingan tertentu dari masing-masing bahan baku yang digunakan. Setelah melalui proses pembuatannya terbentuklah klinker. Dengan menghaluskan butiran klinker tadi

dihasilkan suatu bahan yang mempunyai gradasi yaang sangat halus, dan bahan inilah yang disebut semen. Semen akan bereaksi dan mengeras bila dicampur dengan air atau molekul air yang terdapat diudara. Semen yang mengeras bila bereaksi dengan air disebut hidrolis. Bahan semen dapat ditemui dalam berbagai jenis, sesuai dengan kebutuhan jenis pekerjaan yang akan dibuat. karena sifatnya sangat mudah terpengaruh oleh kelembaban udara maka semen sebaiknya disimpan dengan baik dan terhindar dari air atau udara yang lembab. Pengabaian terhadap cara penyimpanan akan dapat mengurangi kemampuan semen sebagai bahan pengikat.

Dengan mengetahui sifat-sifat bahan baku agregat dengan baik, maka dapat ditentukan kebutuhan semen yang paling minimum dan menghasilkan kekuatan yang paling optimum. Bila keadaan ini tercapai, maka akan diharapkan diperoleh harga beton yang ekonomis.

Kekuatan beton ditentukan oleh jumlah semen yang digunakan. Beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi memerlukan jumlah pemakain semen yang lebih tinggi. Akan tetapi penggunaan kandungan semen dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan pengaruh yang kurang baik terhadap kekuatan akhir, dimana terjadi penurunan kekuatan yang diakibatkan oleh penyusutan beton. Jumlah semen yang melebihi luas permukaan butiran yang akan diikatnya akan dapat menurunkan kekuatan beton. Semen dibagi dalam dua bahagian besar yaitu :

1. *Semen hidrolis*, yaitu semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras dalam air.
2. *Semen non hidrolis*, yaitu semen yang tidak dapat mengikat serta mengeras dalam air, contohnya kapur.

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan yang biasa digunakan adalah gypsum.

Senyawa-senyawa yang terdapat dalam semen portland adalah :

- Trikalsium Silicate ($3CaOSiO_2$)
- Dikalsium Silicate ($2CaO.SiO_2$)
- Trikalsium Alumina ($3CaO.Al_2A_3$)
- Tetrakalsium Alumino ($4CaO.Al_2O_3Fe_2O_3$)

Sesuai dengan sifat kimia dan tujuan penggunaannya maka semen portland terbagi atas :

1. Type I, adalah untuk pemakaian tanpa persyaratan khusus.
2. Type II, adalah semen yang mempunyai sifat ketahanan yang sedang terhadap garam-garam didalam air. Semen jenis ini dipergunakan untuk konstruksi bangunan dari beton yang berhubungan secara terus menerus dengan air kotor dan air tanah.
3. Type III, adalah semen yang cepat mengeras atau semen yang mempunyai kekuatan tinggi pada umur muda. Semen ini sering digunakan untuk pekerjaan beton didaerah yang bersuhu rendah terutama didaerah yang beriklim dingin, apalagi suhu turun di bawah titik beku air.
4. Type IV, adalah semen dengan panas hidrasi rendah. Semen jenis ini perkerasannya serta pengembangan lambat. Penggunaan semen ini untuk pembuatan bangunan yang berukuran besar dengan tebal lebih dari 2,00 m umpamanya untuk pembuatan bendung (DAM), pondasi jembatan yang landasan mesin yang berukuran besar.

5. Type V, adalah semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat. Penggunaan semen jenis ini berhubungan dengan bangunan pada pasir laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang selalu berhubungan dengan air tanah yang mengandung garam-garam sulfat yang persentasenya tinggi.

Pada penelitian ini digunakan semen type I untuk menghasilkan beton normal, yaitu semen yang digunakan untuk suatu konstruksi yang tidak ada kemungkinan mendapatkan serangan sulfat dari tanah dan timbulnya panas hydrasi yang tinggi.

2.1.2 Agregat

Agregat adalah bahan baku beton yang berasal dari batuan. Beton umumnya mengandung 60-80% agregat kasar dan agregat halus yang berfungsi sebagai pengisi dalam adukan beton. Agregat tidak hanya membuat kekuatan dalam beton, tetapi juga berpengaruh besar terhadap daya tahan dan kekompakan strukturalnya. Agregat yang alamiah terjadi dari proses pelapukan dan abrasi atau dengan cara mekanis dari batuan asal.

Dengan demikian sifat agregat banyak tergantung dari sifat batuan asal, Seperti sifat kimia, komposisi mineral, berat jenis, kekerasan, kekuatan, kestabilan, struktur pori, warna dan lain-lain.

Klasifikasi dalam ukuran agregat dipisahkan menjadi dua bagian besar yaitu :

1. Agregat Halus
2. Agregat Kasar

2.1.2.1 Agregat Halus

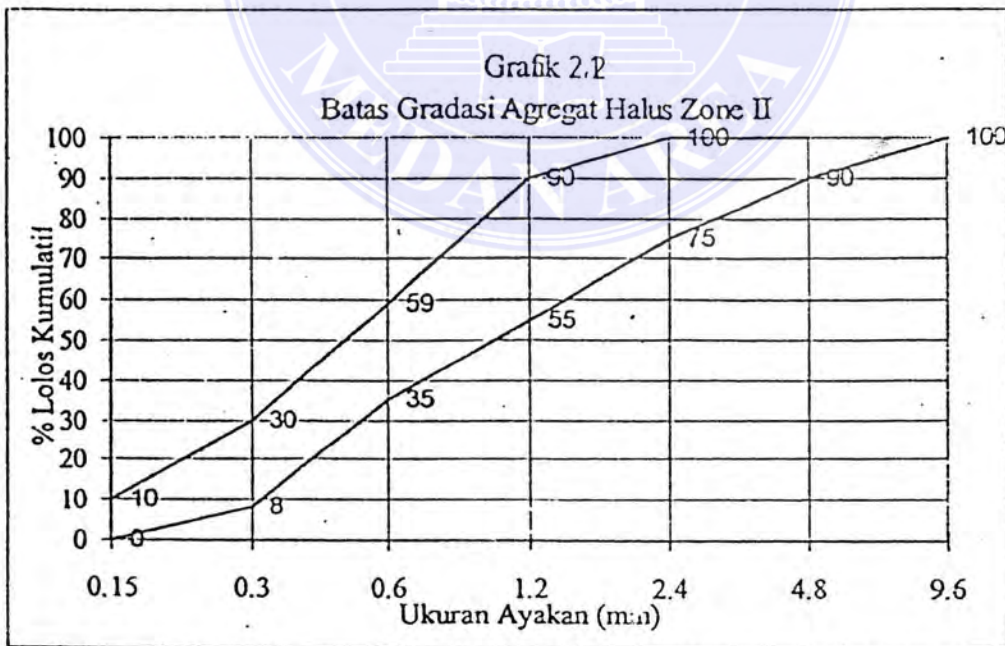
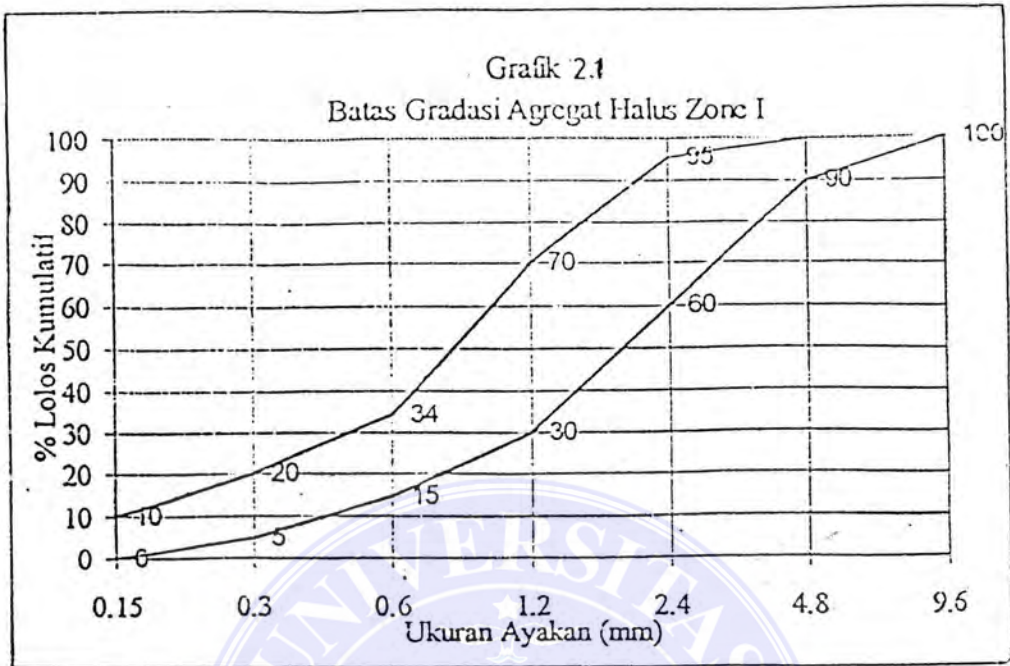
Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara “alami” dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir maksimum 5,0 mm. Agregat halus digunakan untuk bahan campuran beton harus memenuhi batasan-batasan gradasi pada zone I, II, III, dan IV.

TABEL 2.1
Batas-Batas Gradasi Agregat Halus Menurut British Standard

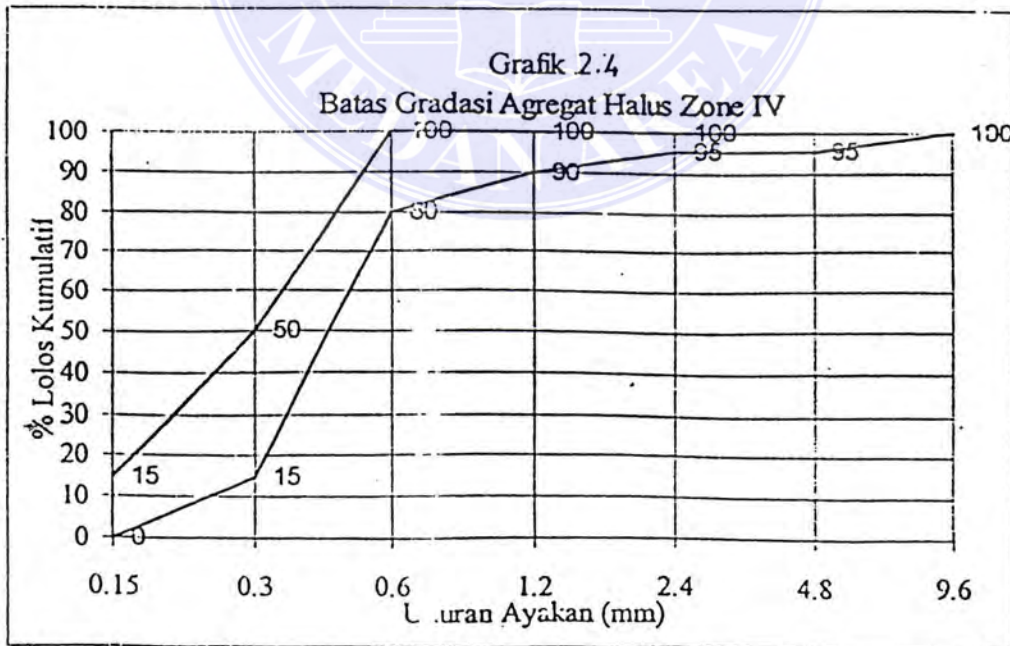
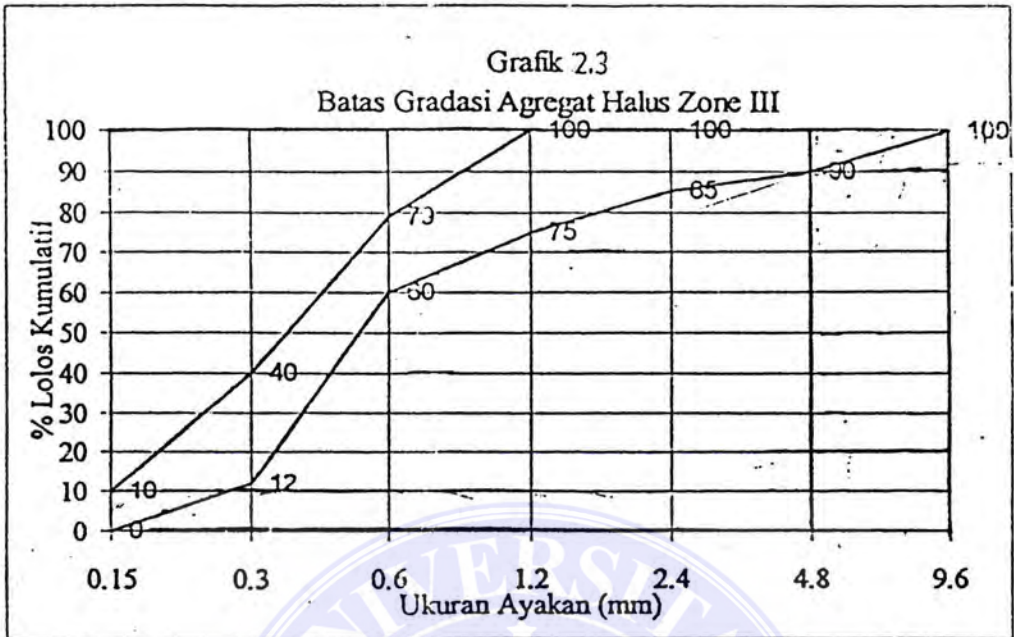
Ukuran Ayakan Mm	Persentase Dari Berat Bahan Lolos Ayakan			
	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
9,52	100	100	100	100
4,76	90-100	90-100	90-100	90-100
2,38	60-95	75-100	85-100	95-100
1,19	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	05-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Sumber : Sjafei Amri, Dipl.E.Eng : Pengantar Teknologi Beton, DPU Halaman 17

Bentuk dan kehalusan permukaan agregat mempengaruhi kekuatan beton, khususnya untuk beton mutu tinggi dimana pada permukaan yang lebih kasar mengakibatkan gaya adhesi atau ikatan antar partikel dan matriks semen semakin kuat. Seterusnya semakin luas areal permukaan akan menghasilkan ikatan yang lebih kuat. Pada grafik ini menunjukkan batasan zona agregat halus.



Suhendra



2.1.2.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi 'alami' dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran 5-40 mm.

Pada penelitian ini bahan yang digunakan sebagai agregat kasar adalah batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm yang diambil dari daerah Binjai. Agregat kasar mempunyai tiga fungsi dasar yaitu :

1. Memberikan pengisi yang lebih murah untuk bahan campuran beton
2. Menyediakan sejumlah partikel yang cocok untuk menahan aksi dari beban yang diberikan, goresan, pembebasan embun dan aksi dari cuaca .
3. Mengurangi perubahan dari volume akibat proses mengental dan perkerasan dari perubahan kadar air dalam perekat air tersebut.

Agregat kasar sebaiknya di isyaratkan :

- Mempunyai kekuatan yang lebih tinggi.
- Test abrasi tidak lebih kurang dari 5% (PBI 71) dari material yang hancur
- Mempunyai permukaan yang kasar agar terjadi ikatan permukaan yang kasar sehingga terjadi ikatan permukaan yang cukup kuat dengan pasta semen.
- Mempunyai keberhasilan yang cukup tinggi, tidak mengandung kadar organik dan kadar alkali. Tingkat kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5% (PBI 71).
- Sebaiknya menggunakan batu pecah, hal ini disebabkan batu pecah mempunyai permukaan yang kasar sehingga akan terjadi ikatan yang cukup kuat antara agregat kasar dengan pasta semen, dan menghindari bentuk-bentuk agregat yang pipih.

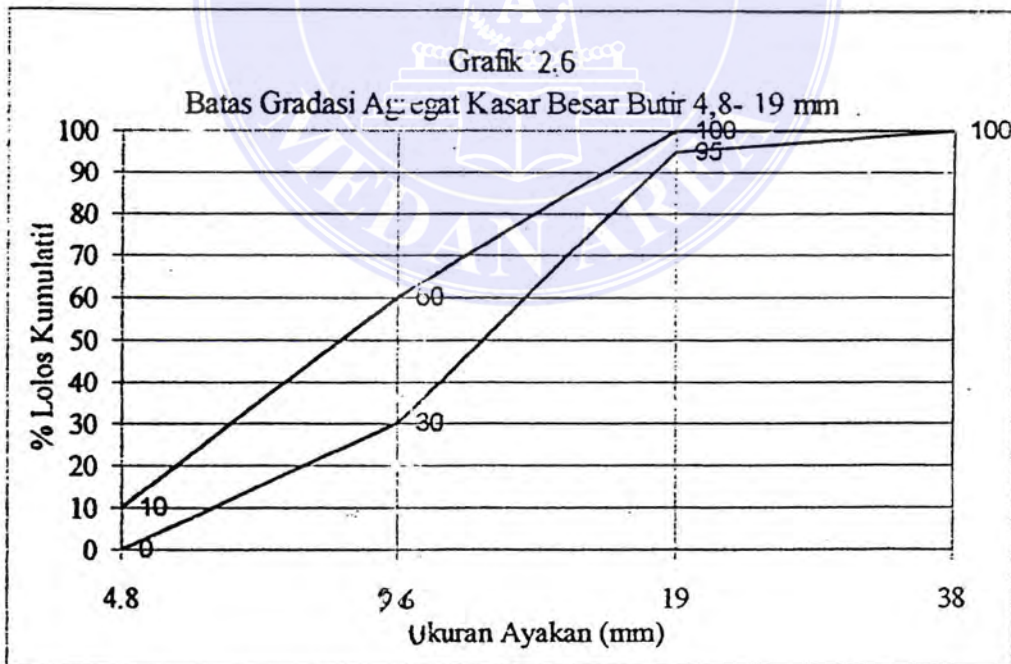
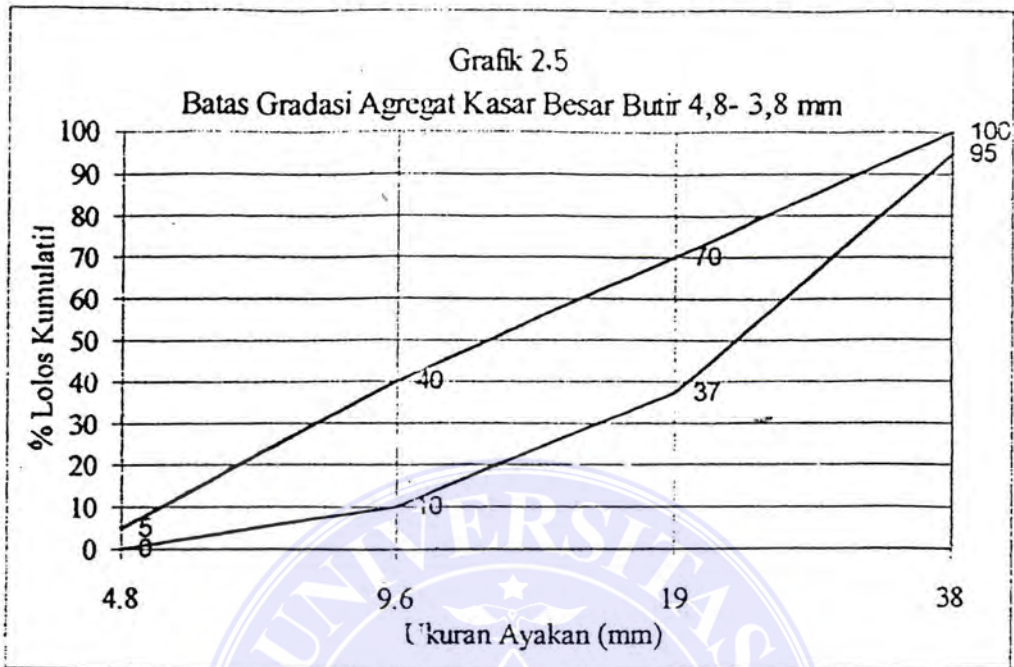
- Gradasi agregat sebaiknya tidak seragam, jadi dalam analisa saringan sebaiknya mempunyai $FM = 3 \text{ s/d } 5$.
- Jenis agregat yang dipergunakan adalah sangat baik apabila menggunakan jenis batuan granit, yang mempunyai kekuatan yang cukup tinggi dari pada jenis batuan lainnya yaitu sejenis batuan Vulkanik Intrusit dengan mempunyai kekuatan tekan antara $114 \text{ s/d } 257 \text{ MN} / \text{m}^2$
- Diameter maksimum yang digunakan adalah = 25 mm.
- Tingkat porositas agregat tidak boleh lebih besar dari harganya 41%.

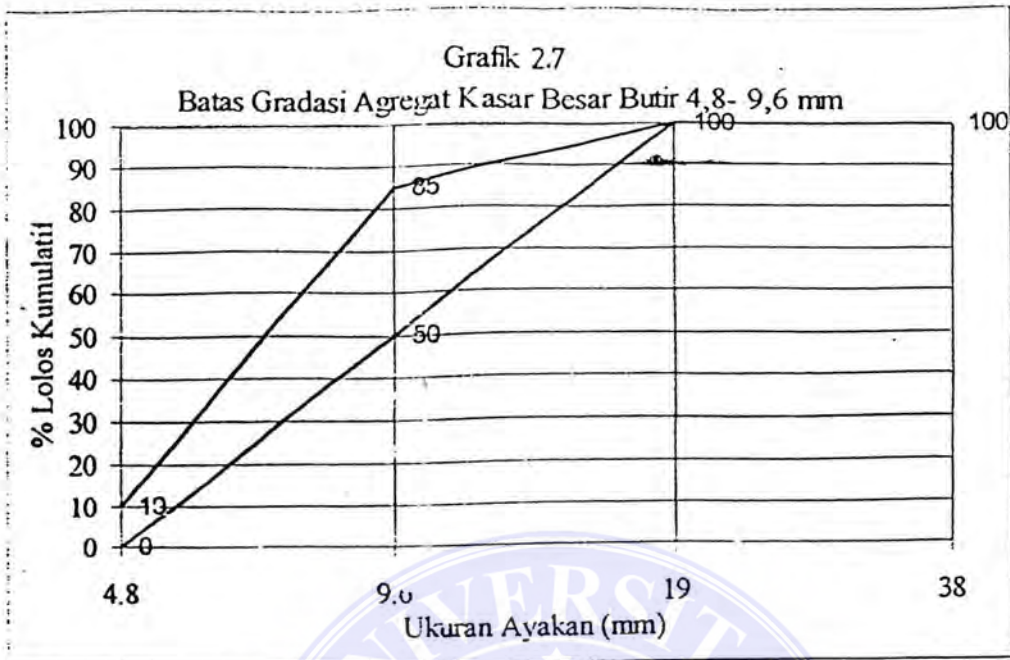
Fungsi agregat dalam pasta beton berfungsi sebagai bahan tambahan. Dalam beton mutu tinggi pada saat pengujian compression yang terlebih dahulu pecah adalah material agregat kasarnya, sedangkan pada beton normal yang pecah pada saat pembebanan compressionnya adalah pasta semennya.

Tabel 2.2
Persyaratan Susunan Agregat Kasar Menurut
British Standard

Ukuran Ayakan (mm)	Persentase Berat Yang Lewat Ayakan Ukuran Nominal Gradasi Agregat		
	38,0-4,76	19,0-4,76	9,6-4,76
38,1	95-100	100	-
19,0	35-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

Sumber : Sumber : Sjafei Amri, Dipl.E.Eng : Pengantar Teknologi Beton, DPU Hal : 20





2.1.2.3 Agregat Gabungan

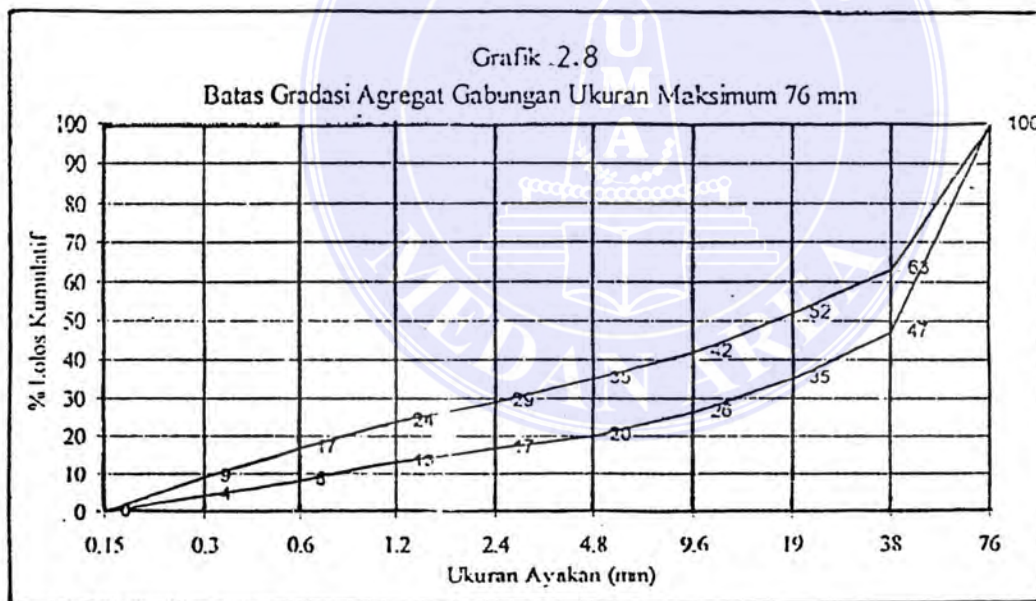
Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton menurut tata cara pembuatan rencana campuran normal (SK-SNI-T15-1990-03) ini dapat diklasifikasikan kedalam beberapa daerah gradasi (Zone) yang telah diuraikan pada pembahasan sebelumnya.

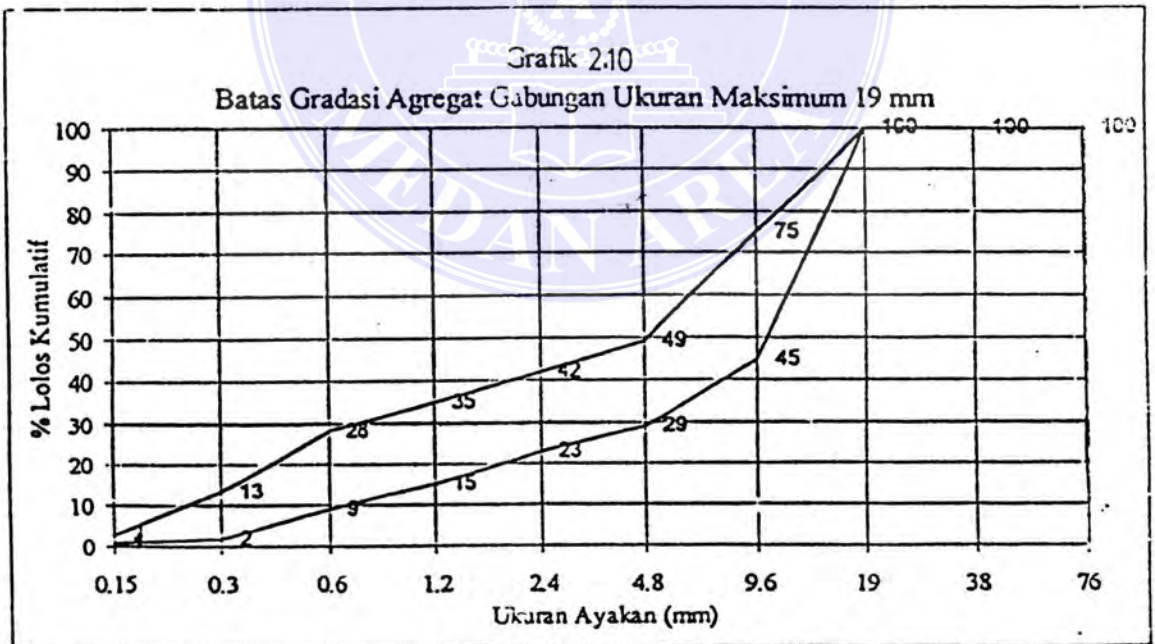
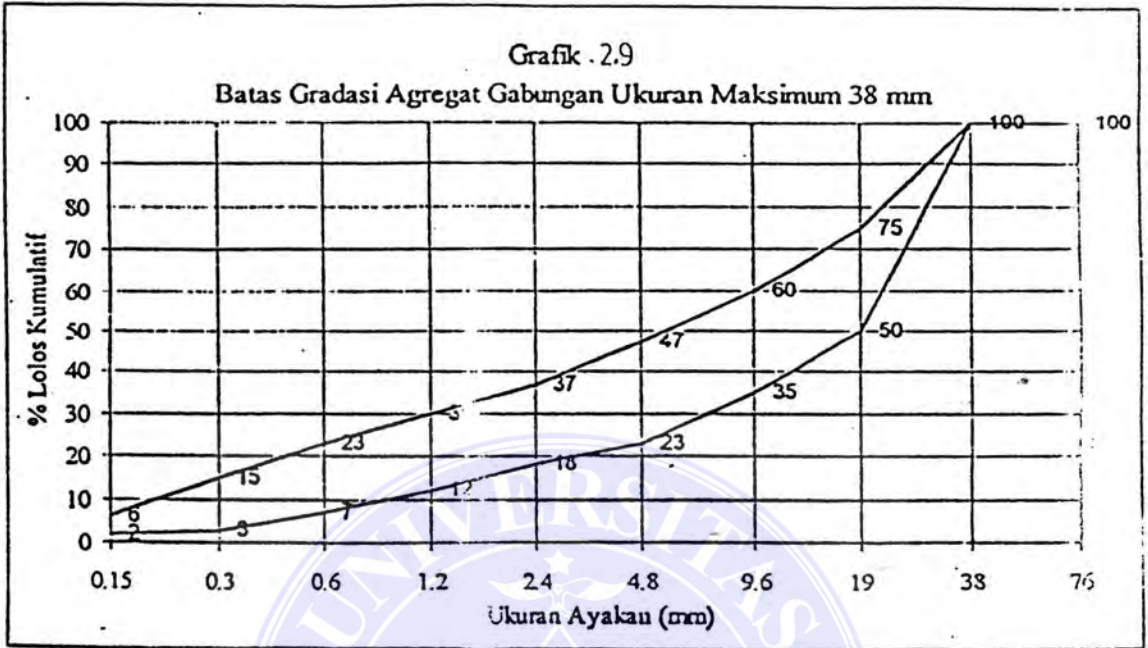
Pada gradasi agregat gabungan antara agregat halus dan kasar pada masing-masing kurva terdapat 3 buah daerah klasifikasi. Dalam pengadaan agregat kasar, apabila terdapat susunan besar butir yang tidak masuk dalam batas gradasi yang ditetapkan sehingga dapat menimbulkan segragasi, maka harus dilakukan pengayakan dan pemisahan masing-masing fraksi tersebut yang kemudian digabungkan kembali sesuai kebutuhan agar didapatkan agregat dengan butir yang beragam dan masuk dalam batas gradasi seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

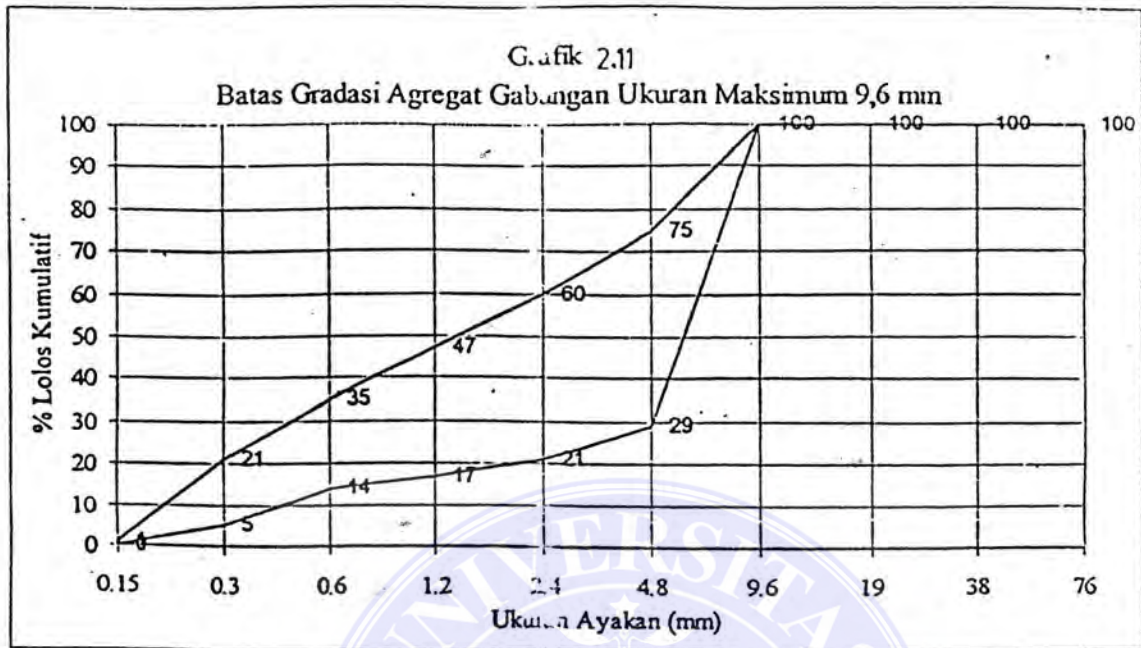
Tabel 2.3
Gradasi Agregat Gabungan

Ayakan (mm)	% Besar Lewat Ayakan Butir Maksimum (mm)			
	76	38	19	9,6
76	100	-	-	-
38	47-63	100	-	-
19	35-52	50-75	100	-
9,6	26-42	35-60	45-75	100
4,8	20-35	23-47	29-49	29-75
2,4	17-29	18-37	23-42	21-60
1,2	13-24	12-30	15-35	17-47
0,6	8-17	7-23	9-28	14-35
0,3	4-9	3-15	2-13	5-21
0,15	-	2-6	1-3	0-1

Sumber : Sjafei Amri, Dipl.E.Eng : Pengantar Teknofogi Beton, DPU Hal 21







2.1.3 AIR

Dalam pekerjaan beton, air dapat mempunyai beberapa fungsi. Air dapat berfungsi sebagai alat untuk membersihkan agregat dari kotoran yang mungkin melekat.

Air juga merupakan media untuk mencampur, mengecor dan memadatkan beton. Selain itu yang tidak kurang pentingnya pula yaitu air berfungsi sebagai bahan baku yang dapat mengakibatkan semen bereaksi dan lalu mengeras.

Air yang dapat digunakan sebagai bahan pencampur didalam pekerjaan beton ialah air yang tidak mengandung sesuatu zat yang dapat menghalangi proses pengikatan antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang tidak mengandung bau, dan dapat di gunakan sebagai air yang dapat diminum, dapat digunakan sebagai air pencampur.

Kandungan zat yang dapat memberikan pengaruh kurang baik terhadap kualitas beton antara lain :

- Lempung, Clay, Alkali dan Asam
- Dan beberapa jenis lainnya, air limbah dan zat organis.

PBI 1971 Dalam pasal 3,6 pasal 1-4 memberikan persyaratan sebagai berikut :

1. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan-bahan lain yang merusak beton atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum
2. Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai beberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak tulangan.
3. Apabila pemeriksaan contoh air seperti disebut dalam pasal 2 itu tidak dapat dilakukan, maka dalam hal adanya keragu-raguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan atau kekuatan tekan mortel semen + pasir dengan memakai air itu dan dengan memakai air suling. Air tersebut dianggap dapat dipakai, apabila kekuatan mortel dengan memakai air itu pada umur 7 dan 28 hari paling sedikit adalah 90 % dari kekuatan tekan mortel dengan memakai air suling pada umur yang sama.
4. Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukkan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau berat dan harus dilakukan setepat tepatnya.

Tabel 2.4
Persyaratan Air Untuk Beton

No	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan Izin	Pemeriksaan Sesuai
1	PH	4,5-8,5	PB-0301-76
2	Bahan Padat	2000 ppm	PB-0302-76
3	Bahan Teruspensi	2000 ppm	PB-0303-76
4	Bahan Organik	2000 ppm	PB-0304-76
5	Minyak	2% berat semen	PB-0305-76
6	Ion Sulfat	10000 ppm	PB-0306-76
7	Ion Chlor	10000ppm	PB-0307-76

Sumber : M Neville & J.J Brooks Concrete Teknologi. Hal :75

Ket : PH Suatu Acuan Untuk menentukan Derajat Keasaman Atau Basa
Ppm Part Per Million

2.1.4 Serbuk Besi

Serbuk besi pada penelitian ini berasal dari sisa-sisa pembuangan limbah paku, yaitu sisa dari kepala paku yang tidak memenuhi persyaratan produksi. Ukuran serbuk besi ini bermacam-macam sesuai dengan ukuran paku seperti paku ½ inci, 1 inci, 2 inci sampai ukuran 4 inci.

Tetapi pada pelaksanaan pencampuran beton nantinya serbuk besi yang di gunakan adalah ukuran ½ inci yang telah terpotong-potong menjadi ukuran yang sangat halus. Bila kita ayak banyak yang lolos dalam ayakan 1,9 mm.

Dan dari hasil analisa dilaboratorium PT Intan Suar Kartika, unsur dan susunan kimia dari serbuk besi ini dapat terlihat pada tabel berikut :

Tabel 2.5
Unsur Dan Susunan Kimia Serbuk Besi

Unsur	% Kadar
Besi	45,5
Silikon (Si)	40,5
Sulfur (S)	6,13
Fosfor (F)	3,17
Mangan (Mn)	2,76
Karbon (C)	0,57
Timah Hitam (Sb)	0,4

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium PT Intan Suar Kartika

2.1.5 Kuat Tekan

Sebelum melakukan pengujian kuat tekan, beton yang telah ditiriskan ditimbang dan dicatat beratnya masing-masing dan untuk selanjutnya diletakkan keatas alas yang terdapat pada mesin tes tekan (berkapasitas 100 ton). Bagian permukaan dan dasar dari benda uji yang akan dites usahakan merupakan bagian yang rata dan datar, karena bagian ini yang akan bersentuhan dengan penekan dan alas dari mesin tes tekan.

Kemudian jarum penunjuk skala beban pada mesin tekan diatur terlebih dahulu pada posisi nol untuk mengetahui beban ultimet yang dipikul benda uji. Benda uji ditekan dengan jalan memompa alat kompres sampai benda uji tersebut hancur, dimana hancurnya benda uji ditandai dengan tidak naiknya jarum penunjuk skala pembacaan. Lalu catat angka yang ditunjuk oleh skala pembacaan tersebut.

Untuk mengetahui kekuatan tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban ultimet yang dicapai terhadap luas penampang benda uji yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_c' = P/A$$

Sumber : Buku Penuntun Pratikum Beton USU

Dimana : f_c' = Kekuatan tekan beton (Mpa)

P = Beban hancur / ultimet (kg)

A = Luas tampang benda uji (cm^2)

Benda uji kubus yang digunakan pada penelitian ini mempunyai ukuran sisi-sisinya 15 cm x 15 cm x 15 cm.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

DI LABORATORIUM

3.1 Pemilihan Metode Desain Campuran

Ada beberapa metoda desain pencampuran beton sebagai dasar untuk mendapatkan beton yang sesuai dengan rencana dan mempunyai sifat-sifat mekanik yang baik, seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya. Dalam penelitian ini digunakan Metoda Campuran SK SNI T – 15 – 1990 – 03

3.2 Pemeriksaan Dan Pengujian Material

Sebelum kita mendesain campuran beton terlebih dahulu mengetahui data-data dari material yang diuji. Ada beberapa pemeriksaan yang harus dilakukan sesuai dengan metoda campuran.

3.2.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Tujuan Percobaan : Untuk mengetahui kadar lumpur pasir

Alat Percobaan : - Saringan No.200
- Oven, Timbangan dan Spliter

Bahan Percobaan : - Pasir 1000 gr (asal Binjai)
- Air (PAM Tirtanadi)

Prosedur Percobaan :

1. Mula-mula pasir ditimbang dan ambil 2 sample sebanyak masing-masing 500 gr.
2. Disiapkan saringan nomor 200 dan dibawahnya di letakkan pan.

3. Kemudian sample yang di timbang dituangkan dalam saringan.
4. Sample tersebut dicuci dengan cara mengalirkan air melalui kran sambil meremas-remas hingga air yang melewati saringan tersebut bersih.
5. Setelah selesai, letakkan pasir tersebut dipan dan keringkan ke oven selama lebih kurang 24 jam.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.1
Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Pasir	Sample I (gr)	Sample II (gr)
Berat Pasir mula-mula (gr)	500	500
Berat Pasir Kering (gr)	485	481
Kandungan Lumpur (gr)	15	19

Sumber : Hasil Laboratorium Beton USU

Perhitungan :

Perhitungan untuk kadar lumpur adalah sebagai berikut :

$$KL = \frac{B_M - B_K}{B_M} \times 100\%$$

Sumber : Buku Penuntun Praktikum Beton USU

Dimana : KL = Kadar Lumpur agregat dalam persen

B_m = Berat Sample Mula-mula (500 gr)

B_K = Berat Sample Setelah di keringkan selama 24 jam

Sample I :

$$KL = \frac{500 - 485}{500} \times 100\%$$

$$= 3\%$$

Sample II :

$$KL = \frac{500 - 481}{500} \times 100\%$$
$$= 3,8\%$$

Jadi KL rata-rata = $\frac{3+3,8}{2}$

$$= 3,4 \% < 5\% \text{ (PBI 71)}$$

Kesimpulan :

Di peroleh kadar lumpur pasir sebesar 3,4% sesuai dengan persyaratan..Kadar lumpur ini masih lebih kecil dari 5% (PBI 71). Maka pasir tersebut baik di gunakan untuk campuran beton yang akan digunakan.

3.2.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil

Tujuan Percobaan : Untuk mengetahui kadar lumpur kerikil

Alat Percobaan

- Saringan No.200
- Oven, Timbangan dan Spliter

Bahan Percobaan

- Kerikil 2000 gr (asal Binjai)
- Air (PAM Tirtanadi)

Prosedur Percobaan :

- 1 Mula-mula kerikil ditimbang, ambil 2 sample sebanyak masing-masing 1000 gr.
2. Disiapkan saringan nomor 200 dan dibawahnya di letakkan pan.
3. Kemudian sample yang ditimbang dituangkan dalam saringan.
4. Sample tersebut dicuci dengan mengalirkan air melalui kran sambil meremas-remas hingga air yang melewati saringan tersebut bersih.

5. Setelah selesai, letakkan kerikil tersebut dipan dan keringkan keoven selama lebih kurang 24 jam.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.2
Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil

Kerikil	Sample I (gr)	Sample II (gr)
Berat Kerikil mula-mula (gr)	1000	1000
Berat Kerikil Kering (gr)	997	993
Kandungan Lumpur (gr)	3	7

Sumber : Hasil Laboratorium Beton USU

Perhitungan :

Perhitungan untuk kadar lumpur adalah sebagai berikut :

$$KL = \frac{B_M - B_K}{B_M} \times 100\% \quad \text{Sumber : Buku Penuntun Praktikum Beton USU}$$

Dimana : KL = Kadar Lumpur agregat dalam persen

B_m = Berat Sample Mula-mula (500 gr)

B_K = Berat Sample Setelah di keringkan selama 24 jam

Sample I :

$$KL = \frac{1000 - 997}{1000} \times 100\% \\ = 0,3\%$$

Sample II :

$$KL = \frac{1000 - 993}{1000} \times 100\% \\ = 0,7\%$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi KL rata-rata} &= \frac{0,3 + 0,7}{2} \\ &= 0,5 \% < 1\% \text{ (PBI 71)} \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Di peroleh kadar lumpur kerikil sebesar 0,5% sesuai dengan persyaratan. Kadar lumpur ini masih lebih kecil dari 1% (PBI 71). Maka kerikil tersebut baik digunakan untuk campuran beton yang akan digunakan.

3.2.3 Pemeriksaan Berat Jenis (BJ) dan Absorpsi Pasir

- Tujuan percobaan :
- Untuk mengetahui BJ kering, BJ semu dan BJ SSD
 - Menentukan penyerapan (absorpsi) pasir
- Alat percobaan :
- Piknometer, Oven, Timbangan
 - Mould, Perojok dan Pan
- Bahan percobaan :
- Pasir yang telah direndam selama 24 jam sebanyak 2000 gr
 - Air (PAM Tirtanadi)

Prosedur percobaan :

A. Persiapan benda uji

1. Pasir direndam selama 24 jam
2. Setelah direndam, pasir diangkat dan dikeringkan kedalam oven dan pengeringan dilakukan secara merata.
3. Setelah tampak mengering, isi $\frac{1}{3}$ bagian tinggi mould lalu rojok 25 kali, isi $\frac{1}{3}$ lagi hingga tinggi mould menjadi $\frac{2}{3}$ nya dan rojok 25 kali, isi lagi $\frac{1}{3}$ hingga penuh dan kemudian rojok kembali sebanyak 25 kali.

4. Angkat mould keatas dengan perlahan-lahan, apabila bentuk sample masih utuh, pengeringan dilanjutkan sampai tercapai keadaan SSD.
5. Apabila saat pengangkatan mould pasir telah runtuh maka keadaan SSD telah tercapai dan pengeringan di hentikan.

B. Cara Pengujian :

1. Timbang pasir sebanyak 4 sample masing-masing 500 gram
2. Masukkan 2 sample kedalam oven dan masukkan 2 sample lainnya kedalam piknometer
3. Isi piknometer sampai kelehernya dengan air, tutup piknometer dengan penutupnya dan kemudian goncang-goncangkan sampai tidak ada buih, hal ini dilakukan agar kandungan udara pada sample keluar.
4. Bersihkan kotoran pada permukaan leher piknometer dengan cara membuang dan isi kembali air hingga tingginya tetap setinggi leher piknometer.
5. Timbang berat piknometer + pasir + air, kemudian buang isinya dan bersihkan piknometer dari sisa – sisa kotoran (pasir)
6. Isi piknometer dengan air setinggi yang pertama, timbang beratnya lalu buang airnya.
7. Timbang berat piknometer kosong dan ulangi percobaan pada sample ke dua.
8. Timbang pasir dari oven setelah dikeringkan selama 24 jam.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.3
Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Pasir

Pasir	Sample I	Sample II
Berat Piknometer	184	184
Berat Piknometer + Pasir + Air	968	972
Berat Piknometer + Air	680	680
Berat Pasir Kering	482	484

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium USU

Perhitungan :

Misalkan ; Berat agregat kering dalam oven = A

Berat Piknometer berisi air = B

Berat Piknometer + pasir + air = C

Sample I

Berat Jenis SSD =

$$\frac{500}{(B+500-C)} = \frac{500}{(680+500-968)}$$
$$= 2,358$$

Berat Jenis Kering =

$$\frac{A}{(B+500-C)} = \frac{500}{(680+500-968)}$$
$$= 2,274$$

Berat Jenis Semu =

$$\frac{A}{(B+A-C)} = \frac{482}{(680+482-968)}$$
$$= 2,485$$

% Absorpsi =

$$\frac{500-A}{A} \times 100\% = \frac{500-482}{482} \times 100\% = 3,734\%$$

Sample II

Berat Jenis SSD =

$$\frac{500}{(680+500-972)} = 2,404$$

Berat Jenis Kering =

$$\frac{484}{680+500-972} = 2,327$$

Berat Jenis Semu

$$\frac{484}{680+484-972} = 2,521$$

% Absorpsi =

$$\frac{500-484}{484} \times 100\% = 3,306\%$$

Rata-rata :

$$B_j \text{ SSD} = \frac{2,358+2,404}{2} = 2,381$$

$$B_j \text{ Kering} = \frac{2,274+2,327}{2} = 2,301$$

$$B_j \text{ Semu} = \frac{2,485+2,521}{2} = 2,503$$

$$\% \text{ Absorpsi} = \frac{3,734+3,306}{2} = 3,52\%$$

BJ Kering < BJ SSD < BJ Semu

$$2,301 < 2,381 < 2,503$$

Sumber : Buku Penuntun Praktikum Beton USU

3.2.4. Pemeriksaan Berat Jenis (BJ) Dan Absorpsi Kerikil

Tujuan Percobaan : - Menentukan berat kering, berat jenis semu dan berat jenis SSD
Kerikil

- Menentukan peresapan (absorpsi) kerikil

Bahan : - Kerikil dan Air (asal Binjai dan PAM Tirtanadi)

Alat : - Timbangan dan Dunangan Test Set

- Saringan Ukuran 4,76 mm dan 19,1 mm

- Kain Lap dan Oven

- Keranjang Kawat, ember dan Pan

Prosedur Percobaan :

1. Kerikil diayak dengan ukuran ayakan 19,1 mm dan 4,76 mm. Kita ambil kerikil yang lolos ayakan 19,1 mm dan yang tertahan di ayakan 4,76 mm \pm 3 kg.
2. Rendam kerikil tersebut dalam suatu ember dengan air selama 24 jam.
3. Kerikil hasil rendaman tersebut dikeringkan hingga didapat kondisi kering permukaan (SSD) dengan menggunakan kain lap.
4. Siapkan kerikil sebanyak 2 x 1250 gram untuk 2 sample.
5. Atur kesetimbangan air dan keranjang pada dunangan test set sampai jarum menunjukkan setimbang pada saat air dalam kondisi tenang.
6. Masukkan kerikil yang telah mencapai kondisi SSD kedalam keranjang yang berisi air
7. Timbang berat air + keranjang + kerikil.
8. Keluarkan kerikil lalu dikeringkan didalam oven selam 24 jam.
9. Timbang berat kerikil yang telah diovenkan.
10. Ulangi prosedur di atas untuk sample kedua.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.4
Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Kerikil

	Sampel I	Sampel II
Berat Kerikil SSD	1259	1250
Berat Kerikil Dalam Air	761	762
Berat Kerikil Kering	1210	1206

Sumber : Hasil Laboratorium Beton USU

Perhitungan :

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{A}{B - C}$$

$$\% \text{ Absorpsi} = \frac{(B-A)}{A} \times 100\%$$

Dimana : A = Berat agregat dalam keadaan kering

B = Berat agregat dalam SSD

C = Berat agregat dalam air

Sampel I:

$$Bj \text{ SSD} = \frac{B}{B - C} = \frac{1250}{1250 - 761} = 2,556$$

$$Bj \text{ Semu} = \frac{A}{A - C} = \frac{1210}{1210 - 761} = 2,695$$

$$Bj \text{ Kering} = \frac{A}{B - C} = \frac{1210}{1250 - 761} = 2,474$$

$$\% \text{ Absorpsi} = \frac{(B - A)}{A} \times 100\% = \frac{1250 - 1210}{1210} \times 100\% = 3,306\%$$

Sampel II :

$$Bj_{SSD} = \frac{1250}{1250 - 762} = 2,561$$

$$Bj_{Semu} = \frac{1210}{1210 - 762} = 2,701$$

$$Bj = \frac{1206}{1250 - 762} = 2,471$$

$$\% \text{ Absorpsi} = \frac{1250 - 1206}{1206} \times 100\% = 3,648\%$$

Rata - Rata :

$$Bj_{SSD} = \frac{2,556 + 2,561}{2} = 2,559$$

$$Bj_{Semu} = \frac{2,605 + 2,471}{2} = 2,698$$

$$Bj_{Kering} = \frac{2,474 + 2,471}{2} = 2,473$$

$$\% \text{ Absorpsi} = \frac{3,306 + 3,648}{2} = 3,477\%$$

$Bj_{Kering} < BJ_{SSD} < Bj_{Semu}$

$2,473 < 2,559 < 2,698$

3.2.5 Pemeriksaan Kandungan Bahan Organik Pada Pasir

Tujuan Percobaan : Mengetahui tingkat kandungan bahan organik dalam agregat halus

Bahan Percobaan : - Pasir kering oven lolos saringan ϕ 4,75 mm

- Na OH padat 3% dan Air PAM Tirtanadi

Alat Percobaan : - Botol Gelas tembus pandang dengan penutup karet

- Gelas Ukur, Sendok Pengaduk dan Sampel Splinter

- Standart Warna Gradner dan Mistar

Pengelompokan standart warna Gradner adalah :

1. Standart Warna No. 1 : berwarna Bening/Jernih
2. Standart Warna No. 2 : berwarna Kuning Muda
3. Standart Warna No. 3 : berwarna Kuning Tua
4. Standart Warna No. 4 : berwarna Kuning Kecoklatan
5. Standart Warna No. 5 : berwarna Coklat Kemerahan

Perubahan warna yang diperbolehkan menurut standart warna Gradner adalah plat no. 3. Jika perubahan warna yang terjadi melebihi plat no.3 maka berarti pasir tersebut mengandung bahan organik yang banyak dan harus dicuci dengan larutan NaOH 3% kemudian di bersihkan dengan air.

Prosedur Percobaan :

1. Sediakan pasir secukupnya dengan menggunakan sampel splinter sehingga menjadi $\frac{1}{4}$ bagian.
2. Sampel dimasukkan ke dalam botol gelas setinggi 3 cm dari dasar botol
2. Sediakan larutan NaOH 3% dengan cara mencampur 12 gram kristal NaOH + 388 ml (2 cm) dari permukaan pasir.

3. Larutan diaduk dengan sendok pengaduk selama 7 menit.
4. Botol gelas ditutup rapat-rapat dengan penutup karet dan diguncang-guncang pada arah mendatar selama 8 menit, campuran dibiarkan selama 24 jam
5. Bandingkan perubahan warna yang terjadi setelah 24 jam dengan standart warna Gradner.

Hasil Percobaan :

Perubahan warna yang terjadi setelah 24 jam antara larutan NaOH 3% dengan sampel pasir yang di coba adalah standart warna Kuning Muda plat no 2 pada standart warna Gradner.

Kesimpulan :

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa pasir yang dijadikan bahan percobaan tidak banyak mengandung bahan organik.

3.2.6 `Los Angeles (Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar)

Tujuan Percobaan : Untuk menentukan daya tahan agregat kasar (kerikil) terhadap pengausan`

Bahan Percobaan : Kerikil diameter 4,8-19 mm masing – masing sampel 10000 gr

Alat Percobaan : - Mesin Los Angeles dan Ayakan dengan ukuran 1,68 mm
- Peluru Pengaus 12 buah dan Oven, timbangan dan pan

Prosedur Percobaan :

1. Timbang sampel dengan masing-masing berat yang telah ditentukan yaitu kerikil diameter 4,8 – 19 mm sebanyak 10000 gr
2. Sampel di masukkan kedalam mesin Los Angeles, lalu masukkan peluru 12 buah.

3. Tutup dan kunci mesin los angeles lalu hidupkan mesin (untuk pengujian mesin diputar sebanyak 1000 kali putaran).
4. Setelah selesai sample dikeluarkan, saring dengan ayakan berdiameter 1,68 mm.
5. Sample yang tertinggal disaring kemudian dicuci hingga bersih dan air cucian jernih .
6. Tuang sample kedalam pan dan masukkan kedalam oven selama 24 jam.
7. Timbang sample yang telah kering. Persentase selisih antara berat mula-mula kerikil dengan berat kerikil yang lewat saringan ukuran 1,68 mm yang telah dicuci dan diovenkan adalah menyatakan keausan kerikil.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.5
Hasil Pemeriksaan Kehausan Agregat Kasar

Berat (gr)	Sample I	Sample II
Mula-mula	10000	10000
Tertahan diameter 1,68	7975	7895
Lolos diameter 1,68	2025	2105

Sumber : Hasil Laboratorium Beton USU

Perhitungan :

$$\% \text{Kehausan} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Dimana $A = \text{Berat Awal}$

$B = \text{Berat Akhir}$

Sampel I :

$$\% \text{Kehausan} = \frac{10000 - 7975}{10000} \times 100\% = 20,25\%$$

Sampel II :

$$\% \text{Kehausan} = \frac{10000 - 7895}{10000} \times 100\% = 21,05\%$$

Rata-rata :

$$\% \text{ Keausan} = \frac{20,25 + 21,05}{2} = 20,65 \%$$

Kesimpulan :

Dari hasil percobaan di peroleh persentase keausan sampel sebesar 20,65 %.

Maka agregat kasar (kerikil) tersebut baik di gunakan untuk konstruksi karena persentase keausannya < 50 % menurut PBI 71

3.2.7 Pemeriksaan Kadar Air Pasir Dan Kerikil

Tujuan Percobaan : Untuk menentukan besarnya kadar air yang terkandung dalam agregat dengan cara pengeringan

Bahan Percobaan : - Pasir 500 gr dan Kerikil 500 gr

Alat Percobaan : - Oven, Timbangan dan Pan

Prosedur Percobaan :

1. Timbang dan catat berat pan (W1)
2. Timbang agregat dalam pan (W2)
3. Hitung berat agregat ($W3 = W2 - W1$)
4. Keringkan agregat kedalam oven selama 24 jam
5. Setelah beratnya konstan timbang beserta pannya dan catat (W4)
6. Hitung berat agregat dalam keadaan kering ($W5 = W4 - W1$)

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air Pasir} = \frac{W3 - W5}{W3} \times 100\% = \frac{500 - 431}{500} \times 100\% = 1,38\%$$

$$\text{Kadar Air Kerikil} = \frac{W3 - W5}{W3} \times 100\% = \frac{500 - 480}{500} \times 100\% = 4\%$$

3.2.8. Analisa Ayakan Pasir

Tujuan Percobaan : Mengetahui gradasi / distribusi agregat halus

Bahan Percobaan : Pasir kering oven 1000 gr

Alat Percobaan :
- Satu set susunan ayakan dan Timbangan
- Sieve shaker machine
- Kuas dan Sample Spliter

Teori :

Kehalusan dan kekasaran suatu agregat ditentukan oleh Modulus kehalusannya

(Finenes Modulus) dengan batasan-batasan sebagai berikut :

Pasir halus : $2,20 < FM < 2,60$

Pasir sedang : $2,60 < FM < 2,90$

Pasir kasar : $2,90 < FM < 3,20$

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{Komulatif Tertahan}}{100}$$

Prosedur Percobaan :

1. Ambil pasir yang telah kering oven
2. Sediakan pasir sebanyak 1 sampel seberat 1000 gr
3. Susun ayakan berturut-turut dari atas ke bawah : 9,52 : 4,76 : 2,38 : 1,19 : 0,60 : 0,30 : 0,15 mm dan pan.
4. Pasir di masukkan ke dalam ayakan paling atas lalu tutup.
5. Tempatkan susunan ayakan diatas sieve shaker machine.
6. Mesin di hidupkan selama 15 menit.
7. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.6
Hasil Analisa Ayakan Pasir

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Berat Tertahan	% Komulatif Tertahan	% Komulatif Lolos
9,52	0	0	0	100
4,76	44	4,4	4,4	95,6
2,36	59	5,9	10,3	89,7
1,19	143	14,3	24,6	75,4
0,60	175	17,5	42,1	60,4
0,30	304	30,4	72,5	27,5
0,15	256	25,6	98,1	1,9
Pan	9	0,9	-	-
Total	1000	100	252	-

Sumber : Hasil Laboratorium Beton USU

Perhitungan :

$$FM = \frac{252}{100} = 2,52$$

Kesimpulan : Pasir termasuk kedalam

Pasir Halus yaitu : $2,20 < FM < 2,60$

$$2,20 < 2,52 < 2,60$$

(menurut PBI 71)

3.2.9. Analisa Ayakan Kerikil

Tujuan Percobaan : Mengetahui gradasi / distribusi agregat kasar .

Bahan Percobaan : Kerikil kering oven 2000 gr

Alat Percobaan : - Satu set susunan ayakan, kuas dan Sample Spliter
- Timbangan dan Sieve shaker machine

Teori :

Kerikil adalah agregat kasar yang berdiameter 38,1 mm - 4,76 mm (maksudnya lolos saringan berdiameter 38,1 mm dan tertahan pada saringan 4,76 mm). Batasan modulus kehalusan kerikil : $5,5 < FM < 7,5$ (Menurut PBI 71)

Kerikil dengan FM tersebut dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{Komulatif Tertahan}}{100}$$

Prosedur Percobaan :

1. Ambil kerikil yang telah kering oven
2. Sediakan kerikil sebanyak 1 sampel masing-masing seberat 2000 gr
3. Susun ayakan berturut-turut dari atas ke bawah : 38,2 : 19,1 : 9,52 : 4,75 : 2,38 : 1,19 : 0,60 : 0,30 : 0,15 mm dan pan.
4. Kerikil dimasukkan ke dalam ayakan paling atas lalu tutup.
5. Tempatkan susunan ayakan diatas sieve shaker machine.
6. Mesin dihidupkan selama 15 menit.
7. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.

Hasil Percobaan :

Tabel 3.7
Hasil Analisa Ayakan Kerikil

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Berat Tertahan	% Komulatif Tertahan	% Komulatif Lolos
38,1	0	0	0	100
19,1	21,8	1,10	1,1	98,9
9,52	1014,8	50,74	51,84	48,16
4,76	793,6	39,68	91,52	8,48
2,38	46,8	2,34	93,86	6,14
1,19	37,3	1,87	95,73	4,27
0,60	37,7	1,89	97,62	2,38
0,30	37,8	1,89	99,51	0,49
0,15	5,7	0,29	99,8	0,2
Pan	4,5	0,23	-	-
Total	2000	100	631	

Perhitungan :

$$FM = \frac{631}{100} = 6,3$$

Kesimpulan : Kerikil termasuk kedalam FM

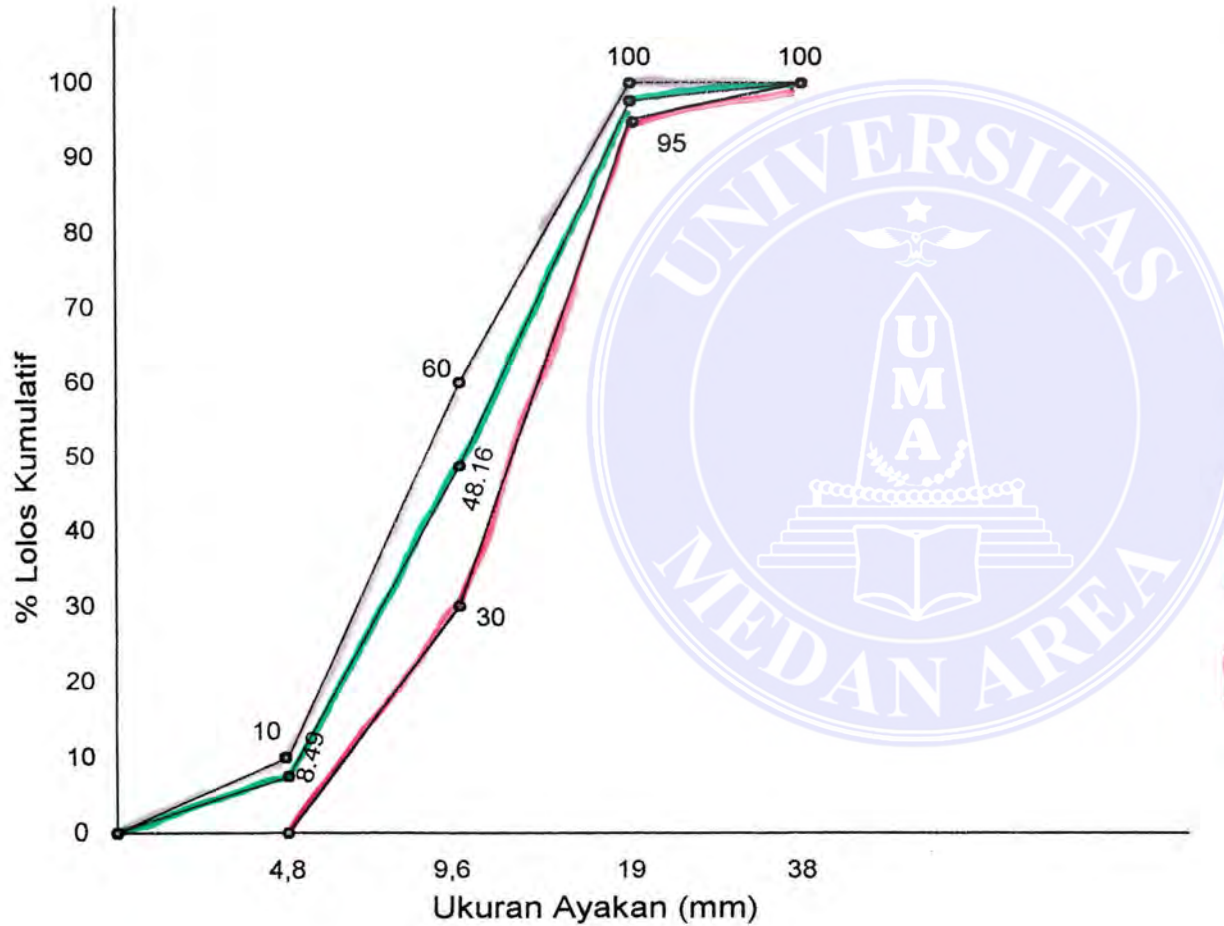
$$\text{yaitu : } 5,5 < FM < 7,5$$

$$5,5 < 6,3 < 7,5$$




(menurut PBI 71)

Grafik 3.2

**BATAS GRADASI AGREGAT KASAR
BUTIR 4,8-19 MM**



Ayakan (mm)	% Komulatif lolos	& ukuran nominal gradasi kasar
38.1	100	100
19.0	98.9	95-100
9.52	48.16	30-60
4.76	8.487	0-10

 = Batas Gradasi Maksimum
 = Gradasi Hasil Percobaan
 (Persen Kumulatif lolos)
 = Batas Gradasi Minimum

3.2.10 Analisa Agregat Gabungan

Dalam memperkirakan kadar agregat hal yang paling penting adalah gradasi agregat halus memenuhi daerah agregat gabungan di bawah ini hasil analisa ayakan agregat gabungan dengan sistim coba-coba dengan hasil 37 % untuk agregat halus dan 63 % agregat kasar yang termasuk pada grafik agregat gabungan dengan ukuran maksimum 19 mm.

Tabel 3.8
Hasil Analisa Agregat Gabungan

Uk. Ayakan (mm)	% Pasir Lolos	% Kerikil Lolos	% Agregat		% Campuran Agregat
			Pasir (0,37)	Kerikil (0,63)	
19,1	100	98,70	37	62,18	99,18
9,52	100	48,10	37	30,30	67,30
4,76	95,84	8,45	35,46	5,32	40,78
2,38	90,18	6,12	33,37	3,86	37,23
1,19	76,12	-	28,16	-	28,16
0,60	58,76	-	21,74	-	21,74
0,30	31,70	-	11,73	-	11,73
0,15	2,54	-	0,94	-	0,99
		-			

3.3 Rencana Campuran Beton

Perencanaan campuran beton bertujuan untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan kasar agar memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Rencana campuran ini haruslah sesuai dengan peraturan Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SK SNI T – 15 – 1990 – 03.

3.3.1 Desain Komposisi

Dengan di ketahuinya informasi mengenai material yang digunakan, yaitu :

- Analisa ayakan pasir : 2,52
- Analisa ayakan kerikil : 6,3
- Kadar lumpur pasir : 3,4 %
- Kadar lumpur kerikil : 0,5 %
- Bj SSD pasir : 2,559
- Bj SSD kerikil : 2,381
- Absorpsi pasir : 3,477 %
- Absorpsi kerikil : 3,520 %
- Kadar air pasir : 1,38 %
- Kadar air kerikil : 4 %
- Agregat gabungan
 - pasir : 37 %
 - kerikil : 63 %
- Rencana Slump : 60-100 mm
- Rencana $\sigma_{Rata-rata}$: K 275

Dalam merencanakan campuran beton dengan menggunakan Metode SK SNI T-15 1990-03 maka yang pertama kali dilakukan adalah :

a. **Penentuan Kuat Tekan Rata-Rata ($\sigma_{Rata-rata}$)**

$\sigma_{bk} = 1,64 \times S$ Dimana : S = Deviasi Standart (Tabel 3,9)

$$\sigma_{bk} = 1,64 \times 50 = 82 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_{Rata-rata} = 275 + 82 = 357 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 3,9
Mutu Pelaksanaan Diukur Dengan Deviasi Standart

Isi Pekerjaan		Deviasi Standart (kg/cm ²)		
Sebutan	Jlh. Beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat Di Terima
Kecil	<1000	45<S<55	55<S<65	65<S<85
Sedang	1000-5000	35<S<45	45<S<55	55<S<75
Besar	>3000	25<S<35	35<S<45	45<S<65

Sumber PBI 1971, Halaman 40

b. **Penentuan Faktor Air Semen**

Dari tabel 3.10 dan grafik 3,4 dapat dilihat untuk benda uji kubus pada umur 28 hari, agregat batu pecah, semen portland type I dengan kekuatan beton karekteristik 357 kg/cm² diperoleh rasio faktor air semen sebesar 0,54

c. **Penentuan Kadar Air Bebas**

Maka perkiraan kebutuhan air bebas yang akan dipergunakan dilihat pada tabel 3,10 adalah :

Tabel 3,10
Kadar Air Bebas

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-100
Ukurn besar butir agregat max	Jenis Agregat				
10	Tdk Pecah	150	180	205	225
	Pecah	180	205	230	250
20	Tdk Pecah	135	160	180	195
	Pecah	170	190	210	225
40	Tdk Pecah	115	140	160	175
	Pecah	155	175	190	205

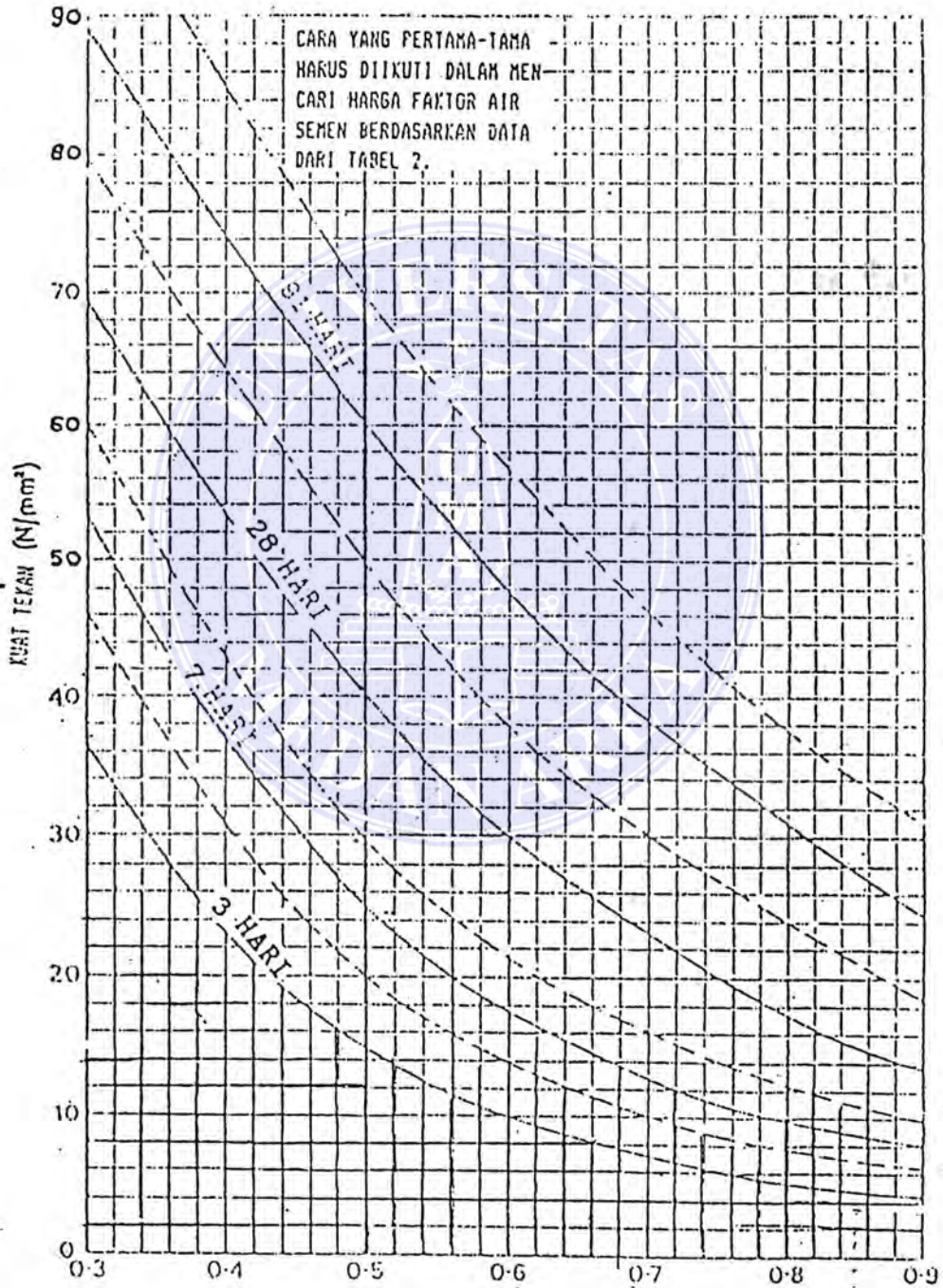
Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03, Halaman 13

$$\text{Kadar air bebas} = 2/3 wf + 1/3 wc = 2/3 (195) + 1/3 (225) = 205 \text{ kg/ m}^3$$

d. Penentuan Kadar Semen

$$\text{Kadar semen adalah} = \frac{205}{0,54} = 379,63 \text{ kg/m}^3 \approx 380 \text{ kg/m}^3$$

Grafik 3.4
Hubungan Kuat Tekan Dan F.A.S (Benda uji Kubus)
Sumber : Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SK SNI T-15-1990-03 Hal 8



e. Penentuan Berat Jenis Relatif Agregat Gabungan..

$$(\% \text{ agregat halus} \times B_j \text{ agregat halus}) + (\% \text{ agregat kasar} \times B_j \text{ agregat kasar}) =$$

$$(37 \% \times 2,381) + (63 \% \times 2,559) = 2,49 \approx 2,5$$

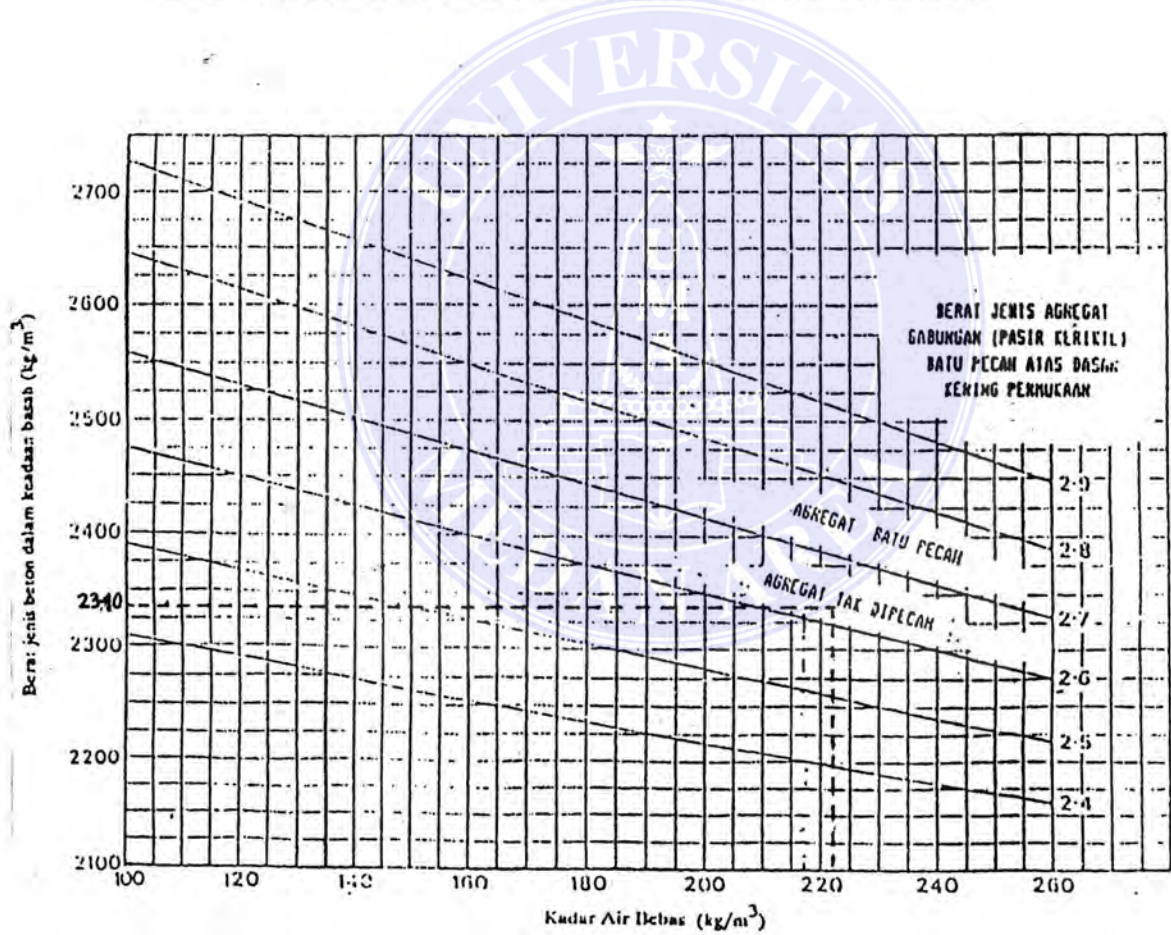
f. Penentuan Berat Jenis Beton

Dari data diatas di peroleh = 2275 kg/ m³ (lihat grafik perkiraan jenis beton basah).

Jadi penentuan agregat gabungan adalah = 2275 - 205 - 380 = 1690 kg/ m³

Grafik 3,5
Perkiraan berat jenis beton basah

Sumber : Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SK SNI T-15-1990-03 Hal 24



g. **Berat agregat halus** = $1690 \times 37 \% = 625,3 \text{ kg/ m}^3$

h. **Berat agregat kasar** = $1690 \times 63 \% = 1064,7 \text{ kg/ m}^3$

i. **Komposisi bahan campuran beton per - m³**

- Semen : 380 kg/ m^3
- Air : 205 kg/ m^3
- Pasir : $625,3 \text{ kg/ m}^3$
- Kerikil : $1064,7 \text{ kg/ m}^3$

j. **Koreksi Air**

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (\text{Ck} - \text{Ca}) \times C/100 - (\text{Dk} - \text{Da}) \times D/100 \\ &= 205 - (1,38 - 3,52) \times 625,3/100 - (4 - 3,477) \times 1064,7/100 \\ &= 212,81 \text{ kg/ m}^3 \end{aligned}$$

k. **Koreksi agregat halus (pasir)**

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= C + (\text{Ck} - \text{Ca}) \times C/100 \\ &= 625,3 + (1,38 - 3,52) \times 625,3/100 \\ &= 611,92 \text{ kg/ m}^3 \end{aligned}$$

l. **Koreksi agregat kasar (kerikil)**

$$\begin{aligned} \text{Kerikil} &= D + (\text{Dk} - \text{Da}) \times D/100 \\ &= 1064,7 + (4 - 3,477) \times 1064,7/100 \\ &= 1070,27 \text{ kg/ m}^3 \end{aligned}$$

Dimana : B = Jumlah Air (kg/ m^3)

Ck = Kandungan Air Dalam Agregat Kasar (%)

Ca = Absorpsi Air Pada Agregat Halus (%)

C = Jumlah Agregat Halus (Kg/ m^3)

Dk = Kandungan Air Dalam Agregat Kasar (%)

Da = Absorpsi Agregat Kasar (%)

D = Jumlah Kerikil (Kg/ m^3)

Tabel 3,11
Perbandingan bahan per - m³ campuran

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)
Tiap.... m ³	380	611,92	1070,27	212,81
Tiap Campuran Benda uji...m ³	1	1,61	2,82	0,56

Sumber : Perhitungan Mix Disain SKSNI T-15-1990-03

Maka komposisi campuran beton untuk 15 benda uji adalah :

$$\text{Volume Kubus} = 0,15 \times 0,15 \times 0,15 = 0,003375 \text{ m}^3$$

$$= 0,003375 \times 15 = 0,050625 \text{ m}^3$$

Campuran	Bahan	Berat (kg)	Berat Campuran Benda Uji Percobaan kubus m ³
Beton Normal	<ul style="list-style-type: none"> • Semen • Pasir • Kerikil • Air • Serbuk Besi 	380 611,92 1070,27 212,81 0	19,24 30,98 54,18 10,77 0
Beton 10 %	<ul style="list-style-type: none"> • Semen • Pasir • Kerikil • Air • Serbuk Besi (10% x 611,92 = 61,19) 	380 611,92 1070,27 212,81 61,19	19,24 30,98 54,18 10,77 3,1 (61,92 x 0,050625 = 3,1)
Beton 20 %	<ul style="list-style-type: none"> • Semen • Pasir • Kerikil • Air • Serbuk Besi (20% x 611,92 = 122,38) 	380 611,92 1070,27 212,81 122,38	19,24 30,98 54,18 10,77 6,20 (122,38 x 0,050625 = 6,20)
Beton 30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Semen • Pasir • Kerikil • Air • Serbuk Besi (30% x 611,92 = 183,58) 	380 611,92 1070,27 212,81 183,58	19,24 30,98 54,18 10,77 9,29 (183,58 x 0,050625 = 9,29)
Beton 40 %	<ul style="list-style-type: none"> • Semen • Pasir • Kerikil • Air • Serbuk Besi (40% x 611,92 = 244,77) 	380 611,92 1070,27 212,81 244,77	19,24 30,98 54,18 10,77 12,39 (244,77 x 0,050625 = 12,39)
Beton 50 %	<ul style="list-style-type: none"> • Semen • Pasir • Kerikil • Air • Serbuk Besi (50% x 611,92 = 305,96) 	380 611,92 1070,27 212,81 305,96	19,24 30,98 54,18 10,77 15,49 (305,96 x 0,050625 = 15,49)

Sumber : Perhitungan Mix Disain SKSNI Tipe 15-1990-03

3.3.2 Pencetakan Beton

Setelah di lakukan pengadukan kembali, maka beton segar yang dihasilkan di masukkan kedalam cetakan yang terbuat dari besi atau bahan yang tidak menyerap air, dan untuk memudahkan dalam membuka cetakan, maka permukaan bagian dalam cetakan di beri pelumas.

Pengisian beton kedalam cetakan dilakukan dengan 3 lapisan dan untuk memastikan bahwa pengisian beton kedalam cetakan benar-benar rata, digunakan metode pemadatan dengan tongkat pemadat berdiameter 16 mm pada masing-masing lapisan beton sebanyak 25 kali rojokan. Tujuan dari pemadatan ini adalah untuk menghilangkan rongga-rongga udara yang terperangkap dan untuk mencapai kepadatan maksimal. Setelah pengisian beton selesai, maka permukaan beton diratakan dan cetakan dibuka 24 jam kemudian.

3.3.3 Perawatan Beton

Tahap selanjutnya dari pembuatan benda uji beton adalah perawatan, dimana perawatan dilakukan dengan cara merendam beton yang telah dilepas dari cetakan kedalam air yang mempunyai suhu $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai umur 28 hari dan sehari sebelum dilakukan test kuat tarik, beton tersebut di angkat dari dalam air dan ditiriskan.

3.3.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Sebelum melakukan pengujian kuat tekan, beton yang telah ditiriskan selama 24 jam ditimbaang dan dicatat beratnya masing-masing dan untuk selanjutnya diletakkan diatas alas yang terdapat pada mesin test tekan (berkapasitas 100 ton).

Bagian permukaan dan dasar dari benda uji yang akan ditest merupakan bagian yang rata dan datar, karena bagian ini yang akan bersentuhan dengan penekan dan alas dari mesin test tekan. Kemudian jarum penunjuk skala beban pada mesin tekan diatur terlebih dahulu pada posisi nol untuk mengetahui beban ultimat yang dipikul beban uji. Benda uji ditekan dengan cara memompa alat kompres sampai benda uji hancur, dimana hancurnya benda uji ditandai dengan tidak naiknya jarum penunjuk skala pembacaan. Lalu dicatat angka yang ditunjuk oleh skala pembacaan.



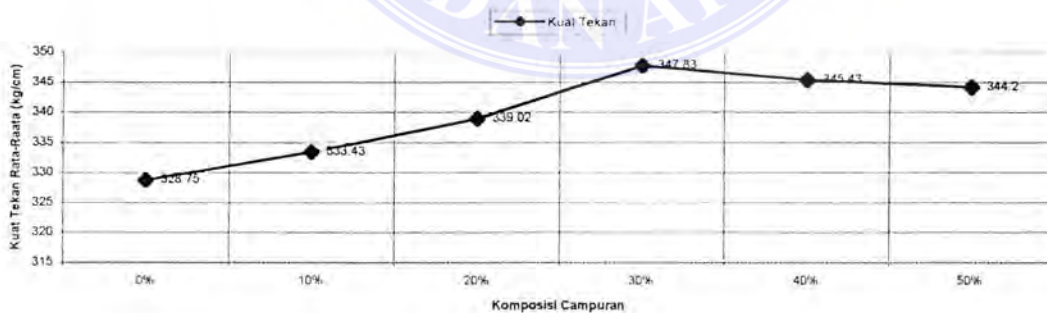
BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penyajian data dan pengamatan langsung, dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Mutu beton dengan memakai bahan tambahan serbuk besi dapat diketahui pengujian kuat tekan naik pada campuran 30% ($347,83 \text{ kg/cm}^2$) dari beton normal pada umur 28 hari sedangkan untuk campuran 10%, 20%, 40% dan 50% terjadi penurunan dari beton normal.
2. Dari hasil penelitian dan pengujian di laboratorium serbuk besi dapat dipakai sebagai bahan tambahan tetapi dengan komposisi 30%.
3. Peningkatan kuat tekan beton pada umur 28 hari sedangkan pada umur 7 dan 14 hari belum menampakkan kenaikan.
4. Kurva (grafik) hubungan hasil pengujian kuat tekan dengan umur 28 hari



5. Pengujian beton segar didapatkan nilai slump maksimum 8 cm pada beton normal dan terjadi penurunan pada persentase penambahan serbuk besi 10%, 20%, dan

40%, yaitu 7,6, 7,4, 7,0 cm sedangkan pada persentase penambahan 30% dan 50% terjadi kenaikan slump yaitu 8,2 cm dan 8,1 cm. Nilai slump hasil pengujian ini masih memenuhi perencanaan slump 6-10 cm.

6. Kekuatan tekan beton yang didapat dari hasil pengujian masih mencapai dari kuat tekan rencana K-275.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan penyajian data maupun pengamatan disarankan sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan pekerjaan beton semua material yang akan digunakan harus terlebih dahulu diadakan pemeriksaan di laboratorium.
2. Hendaknya pemakaian benda uji yang lebih banyak minimal 20 benda uji pada penelitian agar didapat ketelitian yang lebih baik.
3. Agar diadakan penelitian lebih lanjut tentang serbuk besi ini untuk campuran beton dengan menggunakan serbuk besi yang lebih halus lagi butirannya dan penelitian selanjutnya penggunaan serbuk besi ini sebagai bahan pengganti pasir

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum, *"Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal"*, Jakarta 1990.
2. Departemen Pekerjaan Umum, *"Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 NI-2 Badan Penerbitan Pekerjaan Umum"*, 1979.
3. Hari Amanto. Drs & Daryanto. Drs, *"Ilmu Bahan Penerbit Bumi Aksara,"*, 1999
4. Murdock LJ, dkk, *"Bahan Dan Praktek Beton"*, Penerbit Erlangga 1980.
5. Mohamad Sahari Bestari, Prof. Ir. Ph.D, *"Badan Pengkajiaan Dan Penerapan Teknologi Tim Studi Tri Nusa Bima Sakti"*, 1997.
6. PEDC Bandung, *"Teknologi Bahan 2"*, Edisi 1983.
7. Sjafei Amri, Dipl.E.Eng, *"Pengantar teknologi Beton, Seri teknologi Bahan Departemen PU Badan Pusat Penelitian Dan Pengembangan Pemukiman"*, Bandung 1991.
8. USU, *"Buku Petunjuk Pratikum Laboratorium Beton "*, 2001.