

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI
TERHADAP KUAT TEKAN BETON
(Studi Penelitian)**

SKRIPSI

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

Oleh :

Didi Ismanto

97 811 0020



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT TEKAN BETON (Studi Penelitian)

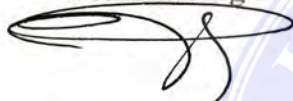
Disusun Oleh :

Didi Ismanto

NIM : 97 811 0020

Menyetujui :

Pembimbing I



Ir. H. Irwan, MT

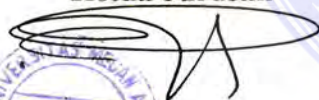
Pembimbing II



Ir. Zainal Arifin, MSc

Mengetahui :

Ketua Jurusan



Ir. H. Irwan, MT

Dekan

Ir. H. Yusri Nasution, SH

Tanggal Lulus :

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

ABSTRAK

Abu sekam padi merupakan hasil dari pembakaran sekam padi. Potensi dari abu sekam tersebut belum diupayakan semaksimal mungkin yang dapat digunakan sebagai bahan dalam konstruksi bangunan. Sementara itu penelitian mengenai hal tersebut telah banyak diupayakan pada pembuatan asbes.

Berdasarkan hal tersebut diatas, isi dari tugas akhir ini memberikan penelitian yang dilakukan dengan memanfaatkan abu sekam padi sebagai bahan tambahan beton dari beberapa persentase penambahan sebanyak 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap berat semen. Penelitian ini dilatarbelakangi referensi-referensi mengenai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Hasil yang diperoleh pengujian tekan beton yang optimum ditunjukkan pada campuran dengan banyaknya persentase bahan tambahan abu sekam padi sebesar 5%. Pada pengujian 7 hari kuat tekan yang diperoleh sebesar $258,66 \text{ kg/cm}^2$, 14 hari kuat tekan yang diperoleh sebesar $394,34 \text{ kg/cm}^2$ dan pada 28 hari kuat tekan yang diperoleh sebesar $397,33 \text{ kg/cm}^2$ dengan kekuatan tekan rencana K_{275} .

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GRAFIK.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	I-3
1.3. Pembatasan Masalah	I-3
1.4. Metodologi Penelitian	I-4
1.5. Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Beton.....	II-1
2.2. Kuat Tekan Beton.....	II-2
2.3. Semen	II-3
2.4. Agregat	II-5
2.5. Abu Sekan Padi	II-9
2.6. Air.....	II-10
2.7. Metode Rancangan Campuran	II-11

BAB III TEORI DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Bahan Baku	III – 1
3.1.1. Semen	III – 1
3.1.2. Agregat	III – 1
3.1.3. Abu Sekam Padi	III – 29
3.2 Perencanaan Campuran Beton	III – 29
3.2.1. Perencanaan Kuat Tekan Rata-rata	III – 30
3.2.2. Faktor Air Semen	III – 31
3.2.3. Kadar Air Bersih	III – 31
3.2.4. Kadar Semen	III – 31
3.2.5. Kadar Agregat	III – 32
3.2.6. Koreksi Air	III – 34
3.3 Campuran Mortal	III – 37

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Persiapan Benda uji Beton	IV – 1
4.1.1. Pencampuran Beton	IV – 1
4.1.2. Pencetakan Beton	IV – 3
4.1.3. Perawatan Beton	IV – 3
4.2 Pengujian Beton	IV – 4

BAB V ANALISA DATA

5.1 Data-data Pengujian	V – 1
5.2 Analisa Data	V – 6

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	VI - 1
6.2 Saran-saran	VI - 2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah jenis bahan bangunan yang diperoleh dari mencampur beberapa jenis bahan yang akan mengeras menjadi benda padat. Bahan-bahan campuran yang dipilih adalah : semen, air dan agregat. Dimana agregat dapat berupa kerikil, batu pecah, agregat ringan batuan, pasir atau bahan jenis lainnya.

Beton adalah salah satu material konstruksi yang paling umum digunakan, karena pembuatan beton dapat dilakukan dimana beton tersebut dibutuhkan untuk pembuatan suatu bangunan. Penggunaan beton sangat fleksibel untuk berbagai bentuk bangunan baik dari bangunan yang kecil hingga yang besar. Selain itu beton juga dapat dirancang untuk berbagai kekuatan rencana yang dikehendaki. Beton tahan terhadap korosi, hingga penggunaan beton akan sangat cocok untuk bangunan-bangunan dekat pantai yang mudah terkena korosi. Disamping itu beton tidak memerlukan perawatan yang rumit seperti pengecatan dan pencegahan bangunan terhadap korosi, maka beton sangat cocok untuk bangunan yang sulit dijangkau untuk pemeliharaan.

Pada bangunan gedung dimana diperlukan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi, maka dalam perencanaan campuran beton biasanya hanya memakai semen, air, agregat kasar dan agregat halus. Untuk mendapatkan kuat tekan yang lebih tinggi

dengan penggunaan semen, air, pasir dan kerikil yang sama maka dibutuhkan bahan tambahan yang dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Sebagai negara agraris Indonesia merupakan salah satu penghasil padi di dunia. Padi yang telah dihasilkan akan digiling dan menghasilkan beras dan sisa dari penggilingan padi tersebut adalah berupa sekam padi.

Sekam padi yang begitu banyak dihasilkan merupakan limbah yang sangat mengganggu bila tidak segera dibakar menjadi abu. Saat ini penggunaan abu sekam padi terbatas hanya sebagai abu gosok untuk mencuci piring, dimana seiring dengan kemajuan teknologi penggunaan abu gosok untuk cuci piring tersebut mulai ditinggalkan orang. Abu sekam padi yang setiap saat dihasilkan di penggilingan padi yang tersebar di daerah penghasil beras, bila tidak dimanfaatkan merupakan limbah yang dapat merusak kenyamanan lingkungan.

Mengingat perlunya segera memanfaatkan abu sekam padi tersebut menjadi hal yang bermanfaat, penulis ingin meneliti bagaimana pemanfaatan abu sekam padi tersebut. Untuk itu penulis akan meneliti apakah abu sekam padi tersebut dapat dipakai sebagai zat tambahan dalam campuran beton.

Dari uraian-uraian di atas sesuai dengan bidang ilmu diperoleh dari Jurusan Sipil Fakultas Teknik – Universitas Medan Area maka penulis akan mencoba melakukan penelitian penggunaan "Abu Sekam Padi" sebagai tambahan untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruhnya terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menggunakan abu tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

- a) Untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh abu sekam padi tersebut sebagai bahan tambahan campuran beton terhadap kuat tekan beton.
- b) Tujuannya untuk mendapatkan campuran yang optimum dengan variasi persentase limbah dengan berat semennya.

1.3 Pembatasan Masalah

Mengingat aspek yang dikaji dari penggunaan abu sekam padi sebagai bahan campuran beton cukup luas, maka untuk mencapai hasil yang optimum dan memperhatikan keterbatasan waktu biaya dan kemampuan, penelitian ini hanya menyajikan kuat tekan karakteristik yang akan ditinjau $K - 275$ dengan slump 6 mm – 10 mm, yaitu suatu kuat tekan karakteristik minimal yang sering digunakan sebagai beton struktur prategang dengan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm. Metode perencanaan campuran beton digunakan Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton SK SNI – T – 15 – 1990 – 03

Bahan-bahan pembentuk beton yang digunakan adalah semen type I serta agregat halus dan kasar yaitu sesuai dengan persyaratan untuk masing-masing bahan baku. Agregat-agregat diperoleh dari Binjai sedangkan abu sekam padi didapat dari penggilingan padi di Medan.

I.4 Metodologi

Metode yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental yaitu :

1. Variabel yang diketahui
 - a. Kuat Tekan
2. Metode Pengumpulan Data :
 - b. Tinjauan kepustakaan, data yang diharapkan antara lain adanya penelitian sejenis, sifat-sifat bahan standard pengujian yang berlaku.
 - c. Pengujian Laboratorium : meliputi pengujian bahan baku dan beton yang dihasilkan.
 - d. Perancangan proporsi campuran beton dengan pemakaian bahan tambahan abu sekam padi 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap berat semen dalam campuran beton.
3. Metode Analisis.
 - a. Analisis kuat tekan dari masing-masing proporsi campuran beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

I.5 Sistematika Penulisan

Tulisan ini terdiri dari enam bab, dengan uraian masing-masing bab adalah sebagai berikut :

Bab Pertama, membahas mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian ini, maksud dan tujuan penelitian yang akan dicapai, pembatasan masalah dan metode yang digunakan dalam penelitian serta sistematika penulisan tugas akhir.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.
Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

Bab kedua, merupakan tinjauan pustaka yang akan memberikan gambaran tentang sifat dan jenis material penyusun beton yang mencakup semen, agregat halus, agregat kasar, abu sekam padi dan air serta metode perencanaan campuran beton dan syarat-syarat yang harus dipenuhi.

Bab ketiga, mengulas tentang pelaksanaan pengujian bahan baku (semen, agregat halus, agregat kasar dan abu sekam padi), perencanaan campuran beton dan campuran mortal.

Bab keempat, pembuatan benda uji dalam hal ini kubus dan perawatan benda uji serta pengujiannya.

Bab kelima, menganalisa data hasil pengujian yang berisikan tabulasi data-data hasil pengujian bahan dan beton.

Bab keenam, berisi kesimpulan dan saran yang dapat diambil oleh penulis berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton dalam artian yang luas adalah suatu produk yang dihasilkan dari penggabungan beberapa material pembentuk yang disatukan oleh media perekat, umumnya media perekat yang digunakan adalah hasil reaksi antara semen hidrolis dengan air. Sedangkan bahan-bahan pembentuk beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Bahan-bahan pengikat yang dipakai pada umumnya adalah kerikil alami atau batu pecah, dan agregat halus yang dipakai adalah pasir.

Pengertian lain tentang beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat.

Beton yang dikenal sekarang ini sifatnya dapat ditentukan lebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang lebih teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Sifat-sifat yang dibutuhkan beton pada bangunan umumnya tahan terhadap cuaca dan kekuatannya memenuhi karakteristik perencanaan yang dipakai sebagai bahan dasar perhitungan. Dan sifat-sifat yang paling penting dari suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen.

2.2. Kuat Tekan Beton

Sebelum melakukan pengujian kuat tekan, beton yang telah ditiriskan, ditimbang dan dicatat beratnya masing-masing untuk selanjutnya diletakkan di alas yang terdapat pada mesin tes yang berkapasitas 200 ton. Bagian permukaan dari benda uji yang akan dites diusahakan merupakan bagian yang rata dan datar, karena bagian ini yang akan bersentuhan dengan penekan dari mesin tes tekan.

Kemudian jarum 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 kompress sampai benda uji tersebut hancur/ retak, dimana retaknya benda uji ditandai dengan tidak naiknya jarum penunjuk skala pembacaan. Beban ultimet yang dicapai terhadap luas penampang benda uji secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

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

Dimana : F_c = Kuat Tekan Beton (Mpa)

P = Beban hancur/ultimet (kg)

A = Luasan Tampang Benda Uji (cm^2)

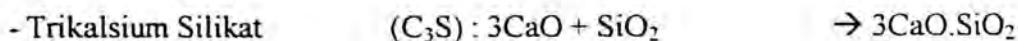
Benda uji kubus yang digunakan pada penelitian ini mempunyai ukuran $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$.

2.3. Semen

Penggunaan semen sebagai bahan pengikat batu dan kerikil telah dipraktekkan sejak dahulu kala. Bangsa Romawi kono adalah yang pertama sekali diketahui mempergunakan beton yang berdasarkan kepada semen hidrolis, yaitu material yang mengeras bila dipadukan dengan air.

Semen yang dikenal saat ini adalah semen portland, yaitu semen yang dipatenkan oleh Joseph Aspdin dari Leeds pada tahun 1824, dimana semen tersebut didapat dari memanaskan campuran tanah liat halus dengan batu kapur atau kapur di dalam suatu tungku sampai pada suatu suhu yang cukup tinggi untuk membuang seluruh Karbon Di-oksida. Dan ini disebut sebagai semen portland karena bentuk dari beton yang dihasilkan menyerupai batu Portland.

Semen portland adalah nama untuk semen yang dihasilkan dari pencampuran antara material calcareous seperti limestone atau chalk yang terdapat pada batu kapur (CaO), dan material argillaceous, serta silika (SiO₂) dan aluminium (Al₂O₃) yang terdapat sebagai lempung (shale) dan juga besi oksida (Fe₂O₃). Proses pencampuran tersebut dilakukan di dalam tempat pembakaran pada temperatur sekitar 1400⁰ C sampai menjadi klinker. Klinker ini didinginkan, kemudian digiling sampai halus disertai penambahan 3 – 5% gips sebagai bahan pembantu untuk mengendalikan waktu pengikatan semen supaya tidak terlalu cepat terjadinya pengikatan. Adapun reaksi-reaksi yyangterjadi pada saat pembentukan klinker di dalam tanur adalah sebagai berikut :



- Dikalsium Silikat (C₂S) : 2CaO + SiO₂ → 2CaO.SiO₂
- Trikalsium Aluminat (C₃A) : 3CaO + Al₂O₃ → 3CaO.Al₂O₃
- Tetrakalsium Aluminoforit (C₄AF) : 4CaO + Al₂O₃ + Fe₂O₃ → 4CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃

Trikalsium Silikat (C₃S), Dikalsium Silikat (C₂S), Trikalsium Aluminat (C₃A) dan Tetrakalsium Aluminoforit (C₄AF) pada reaksi-reaksi diatas merupakan komponen-komponen karakteristik dari semen portland. Sedangkan bahan-bahan silikat C₃S dan C₂S adalah bahan terpenting yang berpengaruh terhadap kekuatan hidrasi dari pasta semen, dimana dengan adanya air maka bahan-bahan silikat dan alumina dari semen portland terhidrasi membentuk suatu massa yang kuat dan padat.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland dibedakan atas beberapa tipe yaitu :

- Tipe I : semen portland yang umum digunakan tanpa persyaratan khusus,
- Tipe II : semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang,
- Tipe III : semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah,
- Tipe V : semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Tabel 2.2. Syarat Fisik Semen Portland

No	Uraian	Tipe Semen				
		I	II	III	IV	V
1.	Kehalusan					
	a. Sisa diatas ayakan 0,09 mm % maks.	10	10	10	10	10
	b. Dengan alat Blaine m ² /kg min.	280	280	280	280	280
2.	a. Waktu pengikatan dengan alat Vicat *					
	- awal, menit, min.	60	60	60	60	60
	- akhir, jam, maks.	8	8	8	8	8
	b. Waktu pengikatan dengan alat Gilimore					
	- awal, menit, min	60	60	60	60	60
	- akhir, jam, maks.	10	10	10	10	10
3.	Kekekalan Pemuaian dalam auto clave, maks	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
4.	Kekuatan tekan, min kgf/cm ²					
	1 hari	-	-	125	-	-
	3 hari	125	100	250	-	85
	7 hari	200	175	-	70	150
	28 hari	-	-	-	175	210
5.	Panas Hidrasi					
	7 hari, kal/gr, maks	-	70	-	60	-
	28 hari, kal/gr, maks	-	80	-	70	-
6.	Pemuaian Karena Sulfat *					
	14 hari, %, maks	-	-	-	-	0,045

Sumber : Amir Syarifuddin Lubis, Skripsi Hlm. 15.

2.4. Agregat

Berat agregat menempati sekitar seperempat bagian dari keseluruhan komposisi beton, karena itu agregat memegang peranan yang sangat penting dalam suatu campuran beton. Agregat tidak hanya membantu kekuatan dari beton, tetapi juga berpengaruh terhadap ketahanan struktural beton tersebut.

Berdasarkan distribusi kumpulan ukuran butirannya, agregat dapat dibedakan menjadi agregat halus dan agregat kasar. Yang dimaksud dengan agregat halus adalah

agregat yang memiliki ukuran butiran dari 0,075 hingga 5,0 mm. Sedangkan yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butir lebih besar dari 5,0 mm. Dan agregat pada pekerjaan beton berfungsi sebagai bahan pengisi. Walaupun fungsinya sebagai bahan pengisi, tidak berarti peranannya lebih kecil daripada semen dalam menentukan kekuatan beton.

Agregat harganya lebih murah bila dibandingkan dengan harga semen, oleh karena itu akan lebih ekonomis apabila dalam membuat campuran beton mempergunakan banyak agregat dan memperkecil jumlah semen, selain itu agregat akan sangat membantu dalam mempertahankan volume dan menghasilkan katahanan beton yang lebih baik.

Berdasarkan susunan gradasi butirannya, agregat dapat dibagi menjadi :

- a. Agregat dengan gradasi baik, yaitu agregat yang memiliki susunan butiran dari yang halus hingga kasar secara beraturan. Agregat jenis ini sangat ideal untuk digunakan karena butiran dapat saling mengisi sehingga menghasilkan beton dengan kepadatan yang tinggi.
- b. Agregat dengan gradasi kasar dan seragam, yaitu agregat yang memiliki ukuran butiran yang seragam untuk satu jenis ukuran saringan saja, dimana susuna butiran kasar lebih banyak jumlahnya dari butiran halus. Jenis agregat ini kurang baik digunakan karena akan menghasilkan beton dengan kepadatan rendah.
- c. Agregat dengan gradasi halus dan seragam, yaitu agregat yang memiliki ukuran butiran yang seragam untuk satu jenis ukuran saringan saja, dimana susunan butiran halus lebih banyak jumlahnya dari butiran kasar. Jenis agregat ini kurang

baik digunakan karena dapat menimbulkan penyusutan beton yang sangat tinggi dan memerlukan kadar semen yang tinggi.

- d. Agregat dengan gradasi celah, yaitu agregat yang memiliki susunan butiran yang terputus, sehingga susunannya tidak menerus dari yang halus hingga kasar. Jenis agregat ini kurang baik digunakan karena mengakibatkan pendistribusian bahan pengikat yang tidak merata dan butiran agregat halus harus mengisi jumlah gradasi yang terputus.

Agregat alam terjadi dari proses pelapukan (weathering) dan pengikisan (abrasi) yang terjadi secara alami atau dengan cara pemecahan (crushing) dari batuan asal yang besar. Dengan demikian sifat agregat tergantung dari sifat batuan asal, seperti : sifat kimia dan komposisi mineral, berat jenis (specific gravity), kekerasan dan kekuatan. Disamping itu oleh karena proses pelapukan, pengikisan atau pemecahan, maka ada sifat-sifat lain yang tidak terdapat pada batuan asalnya, yaitu bentuk dan ukuran partikel, kehalusan permukaan (surface texture) dan penyerapan air.

Klasifikasi agregat secara umum adalah mengenai bentuk dan ukuran agregat. Bentuk agregat terdiri dari agregat alam yang berbentuk bulat dan agregat batu pecah yang berbentuk runcing.

Ada beberapa persyaratan yang harus diperhatikan mengenai agregat adalah sebagai berikut :

1. Persyaratan Agregat Halus.

- a. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

- b. Tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams Herder. Bila direndam dalam larutan NaOH 3 %, cairan di atas endapan tidak boleh berwarna lebih gelap dari warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai apabila kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % kekuatan adukan agregat yang sama, yang dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci dengan air hingga bersih pada umu yang sama.
- c. Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan buitr menurut zone 1, 2, 3 atau 4. Dan harus memenuhi syarat bahwa sisa di atas ayakan 4,8 mm minimum 2%, sisa di atas ayakan 1,2 mm minimum 10%, sisa di atas ayakan 0,30 mm minimum 15% dari berat total agregat.
- d. Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.
- e. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua mutu beton kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

b. Persyaratan Agregat Kasar.

- a. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering) Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- b. Terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan tertentu maka besar butir mempunyai modulus kehalusan antara

6 – 7,1. Dan harus memenuhi syarat bahwa sisa di atas ayakan 38 mm sebesar 0% sisa di atas ayakan 4,8 mm berkisar antara 90% – 98%, dimana selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan berjumlah maksimum 60% dan minimum 10% dari berat total agregat.

- c. Agregat kasar yang mengandung butiran pipih dan panjang hanya dapat dipakai apabila jumlah butiran pipih dan panjang tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya.
- d. Kekerasan dari butiran agregat kasar dapat diketahui dari mesin pengaus Los Angeles, dimana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.

2.5. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi berasal dari pembakaran sekam padi. Sedangkan sekam padi berasal dari pengelupasan kulit padi yang pertama pada waktu penggilingan limbah sekam padi diproses dengan pembakaran sekam padi tersebut, akan tetapi untuk memperoleh abu sekam padi, pembakaran sekam padi dilakukan secara global paling sedikit kira-kira 1 ton. Sekam padi yang telah ditempatkan pada suatu lokasi dibakar dan dibiarkan hingga sekam padi yang dikumpulkan tersebut terbakar habis. Dalam pembakaran tersebut sekam padi yang sedang dalam proses pembakaran dihindari dari air agar pembakaran berjalan lancar. Sekam padi yang dibakar tidak menghasilkan lidah api tetapi menghasilkan bara api yang cukup panas. Sisa dari proses pembakaran tersebut menghasilkan abu sekam padi.

Adapun unsur-unsur kimia yang terkandung di dalam abu sekam padi dapat

dilihat pada tabel berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Tabel 2.2. Unsur-unsur kimia yang terkandung dalam abu sekam padi.

Nama Zat	Jumlah Yang Terkandung (%)
Silikat (SiO ₂)	93,48
Besi (FeO ₃)	1,29
Sulfat (SO ₄)	0,126
Calsium (CaO)	1,32
Kalium (K)	1,85
Aluminium (Al ₂ O ₃)	1,912
Kadar Air	1,30

Untuk campuran beton abu sekam padi yang dihasilkan disaring dengan ukuran saringan 45 mm

Unsur penting yang terkandung di dalam semen adalah : kapur, alumina, silika, oksida besi, sedangkan unsur yang mendukung perkerasan dari beton adalah hampir sama dengan unsur yang terkandung di dalam abu sekam padi. Oleh sebab itu secara teoritis abu sekam padi cukup mendukung bila dipadukan dengan beton.

2.6. Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan dalam pekerjaan beton. Untuk mendapatkan beton yang mudah dikerjakan tetapi dengan kekuatan yang tetap, harus dipertahankan perbandingan antara jumlah air dan semennya. Selain dari jumlahnya, kualitas air pun harus diperhatikan, karena kelebihan zat-zat yang terkandung di dalam air akan mempengaruhi proses pengikatan antara semen dan agregat yang menyebabkan

terjadinya pengurangan kekuatan atau gangguan pada permukaan beton dan dapat juga menyebabkan karat pada beton.

Dalam beberapa spesifikasi, kualitas air yang dapat digunakan adalah air yang dapat diminum. Akan tetapi air minum tidak dapat dipergunakan apabila memiliki konsentrasi sodium atau potasium dan ada reaksi alkali dan agregat yang berbahaya.

Disamping itu ada beberapa persyaratan yang harus diperhatikan dalam menentukan pemakaian air, antara lain adalah :

- a. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, tidak berbau, tidak mengandung minyak dan benda-benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- b. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 g/liter.
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak bahan (asam-asam dan zat organik) lebih dari 15 g/liter.
- d. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya pada lembaga pengujian yang diakui.

2.7. Metode Rancangan Campuran Beton.

Setelah menerangkan material penyusun beton, pada bahasan ini akan dijelaskan mengenai perancangan campuran beton dengan menggunakan Metode yang tercantum dalam standar konsep Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK-SNI-T15-1990-03).

Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK-SNI-T15-1990-03) adalah 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 para perencana dan pelaksana dalam merencanakan proporsi campuran beton yang dapat menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana.

Kekuatan beton dinyatakan sebagai kekuatan tekan karakteristik, yaitu kekuatan beton yang dinyatakan dengan memperhitungkan suatu persentase kegagalan terhadap kekuatan rata-ratanya berdasarkan distribusi statistik yang biasanya dianggap mengikuti distribusi normal.

Oleh karena persentase kegagalan yang diperbolehkan pada kekuatan tekan beton pada peraturan di Indonesia diambil 5% maka dapat ditulis suatu hubungan antara kekuatan karakteristik dengan kekuatan rata-ratanya, yaitu :

$$\sigma_{bk} = \sigma_{rata-rata} - 1,64 \times S \dots\dots\dots (2.1 a)$$

atau

$$\sigma_{rata-rata} = \sigma_{bk} + 1,64 \times S \dots\dots\dots (2.1. b)$$

dimana : S = standar deviasi

Berdasarkan hubungan antara kekuatan tekan karakteristik dengan kekuatan tekan rencana, maka dapat direncanakan suatu komposisi campuran beton untuk kekuatan karakteristik tertentu dengan mengambil besaran standar deviasi seperti pada tabel.

Tabel 2.3. Mutu Pelaksanaan Diukur Dengan Deviasi Standar.

Isi Pekerjaan		Deviasi Standar (kg/cm ³)		
Sebutan	Jumlah Beton (m ³)	Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	45 < S < 55	55 < S < 65	65 < S < 85
Sedang	1000 – 3000	35 < S < 45	45 < S < 55	55 < S < 75
Besar	> 3000	25 < S < 35	35 < S < 45	45 < S < 65

Sumber : PBB1 1971 Halaman 40

Secara umum, di dalam merencanakan proporsi campuran beton harus dipenuhi syarat-syarat mengenai :

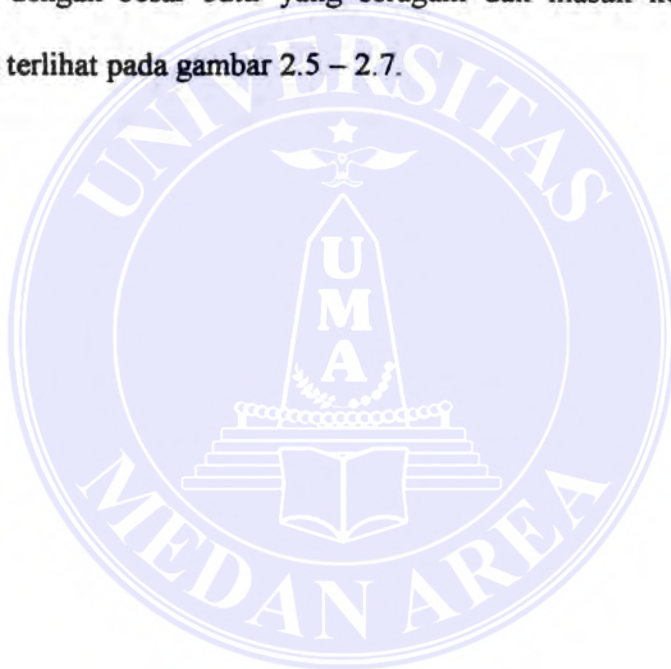
- a. Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan dan perataan) dengan mudah dapat mengsi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen).
- b. Keawetan.
- c. Kuat tekan.

Dan khusus mengenai perancangan campuran beton yang didasarkan pada Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal ini harus menggunakan bahan agregat normal tanpa menggunakan bahan tambahan (additive).

Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton menurut Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK-SNI-T15-1990-03) ini dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa daerah gradasi (zone) yang meliputi 4 buah daerah gradasi untuk agregat halus (pasir) seperti pada tabel (2.6). Dan 3 buah kurva gradasi untuk agregat kasar (kerikil) seperti pada tabel (2.7) yang dikelompokkan menurut ukuran maksimum butirannya, yaitu 9,6 mm, 19 mm dan 38 mm. Untuk

gradasi agregat gabungan di kelompokkan menurut ukuran maksimum butirana yaitu 9,60 mmdan 19,00 mm.

Didalam pengadaan agregat kasar, apabila terdapat susunan besar butir yang tidak masuk dalam batas gradasi yang telah ditetapkan sehingga dapat menimbulkan segregasi, maka harus dilakukan pengayakan dan pemisahan masing-masing fraksi tersebut dan kemudian digabungkan kembali sesuai dengan kebutuhan agar didapatkan agregat dengan besar butir yang seragam dan masuk ke dalam batas gradasi seperti yang terlihat pada gambar 2.5 – 2.7.



Tabel 2.4. Persyaratan Gradasi Pasir

Ukuran Saringan (mm)	% Berat Yang Lewat Pada Saringan			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
9,6	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

Sjafei Amri, Dipl. E. Eng. Pengantar Teknologi Beton halaman 17

Tabel 2.5. Persyaratan Gradasi Karikil

Ukuran Saringan (mm)	% Berat Yang Lewat Pada Saringan Ukuran Nominal Agregat (mm)		
	4,8 – 38	4,8 – 19	4,8 – 9,6
38	95 – 100	100	100
19	37 – 70	95 – 100	100
9,6	10 – 40	30 – 60	50 – 85
4,8	0 – 5	0 – 10	0 – 10

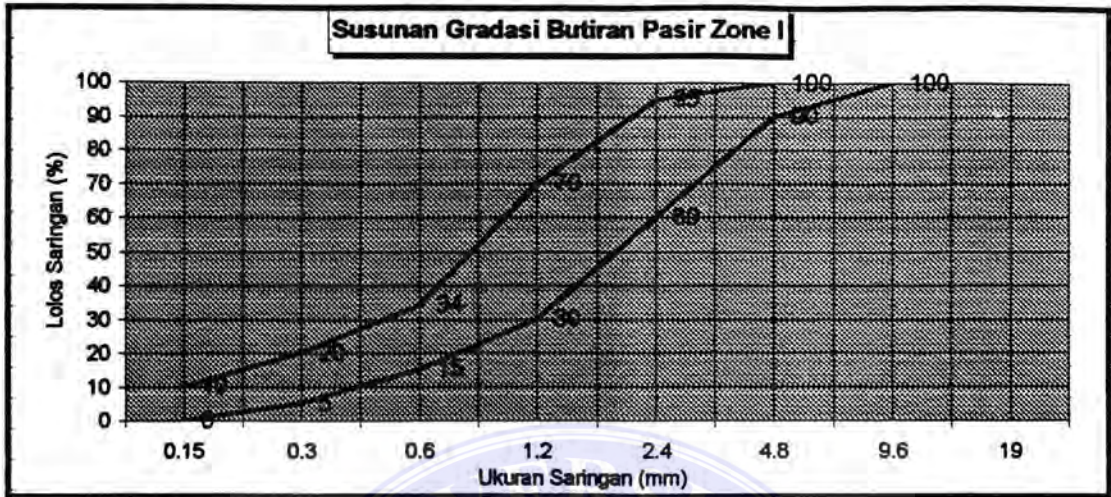
Sjafei Amri, Dipl. E. Eng. Pengantar Teknologi Beton halaman 20

Tabel 2.6. Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan

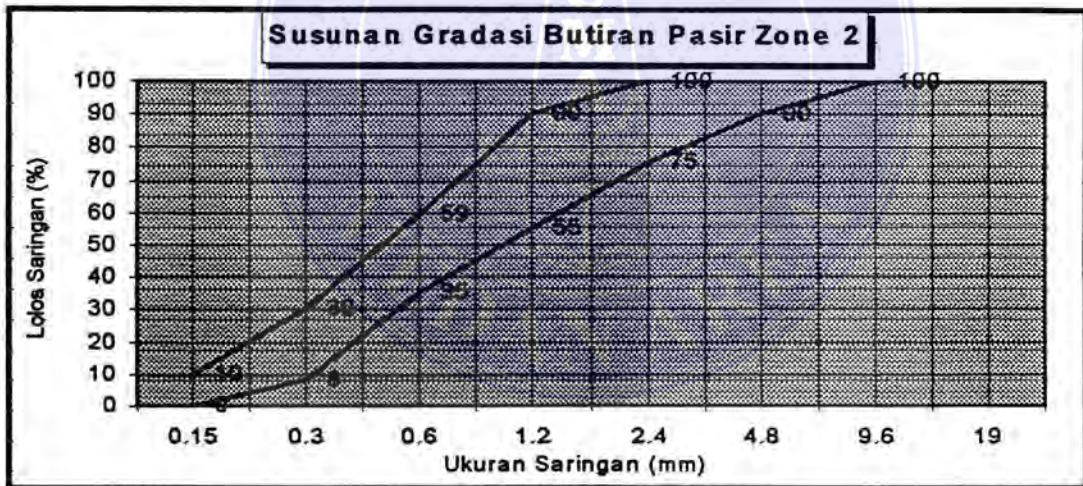
Ukuran Saringan (mm)	% Berat Yang Lewat Pada Ayakan Ukuran Butir Maksimum (mm)			
	76	38	19	9,6
76	100			
38	17 – 63	100		
19	35 – 52	50 – 75	100	
9,6	26 – 42	35 – 60	45 – 75	100
4,8	20 – 35	23 – 47	29 – 49	29 – 75
2,4	17 – 29	18 – 37	23 – 42	21 – 60
1,2	13 – 24	12 – 20	15 – 35	17 – 47
0,6	8 – 17	7 –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

Sjafei Amri, Dipl. E. Eng. Pengantar Teknologi Beton halaman 21

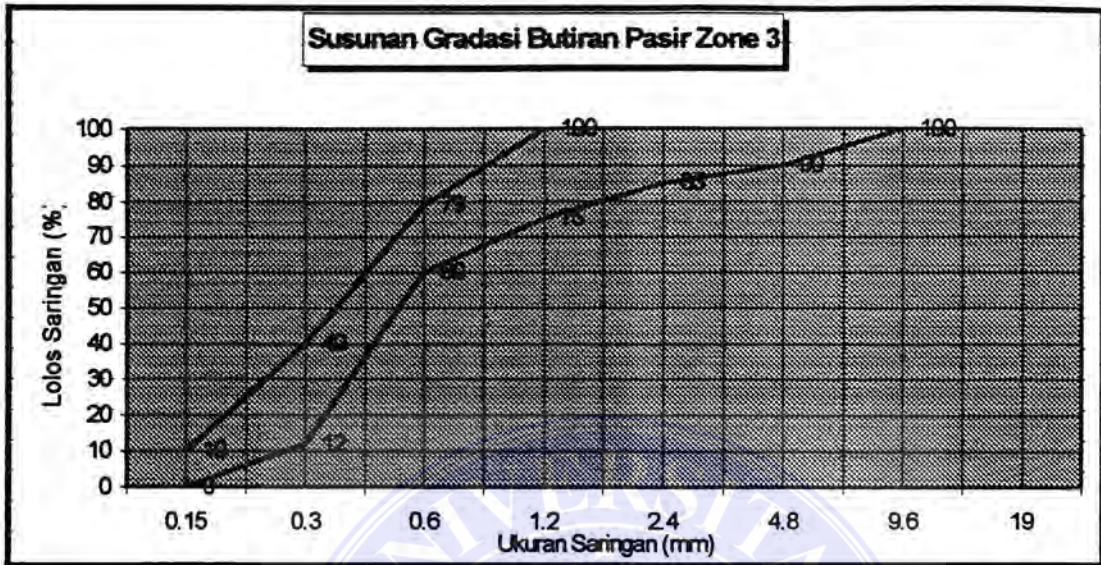
Grafik 2.1. Susunan Gradasi Butiran Pasir Zone 1



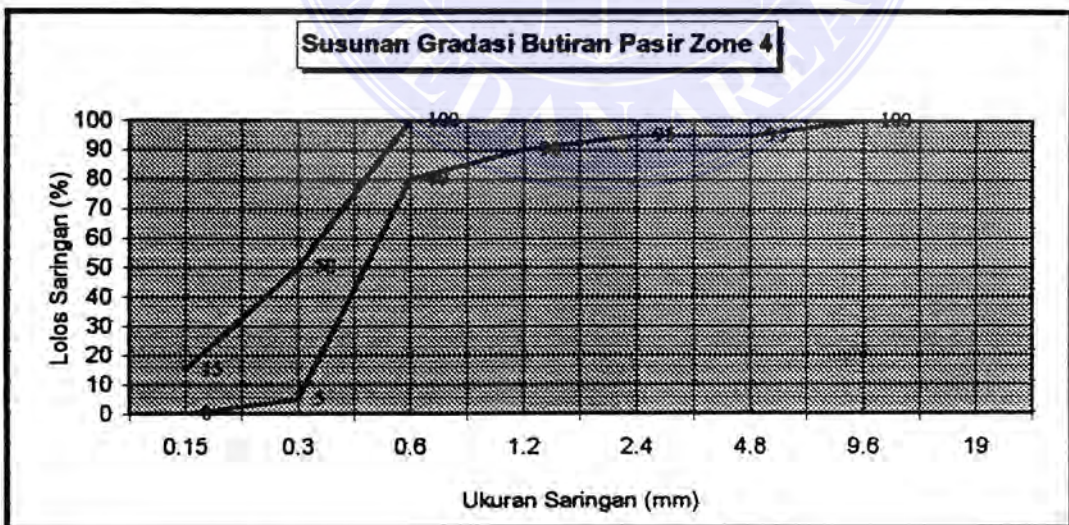
Grafik 2.2. Susunan Gradasi Butiran Pasir Zone 2



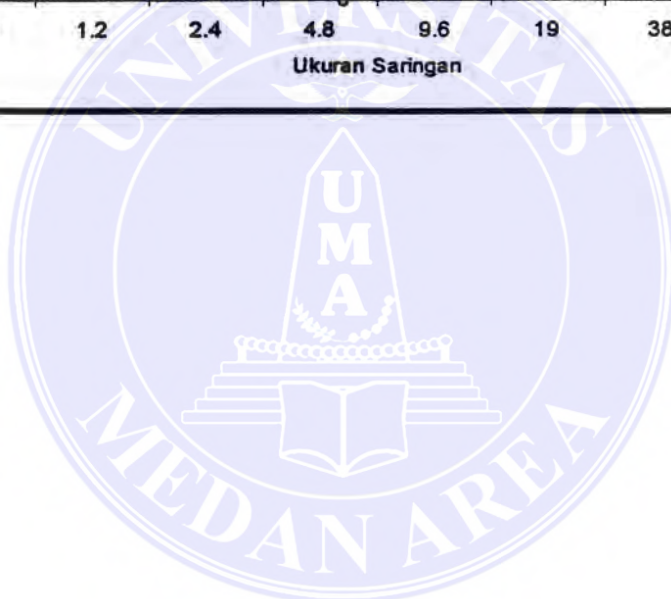
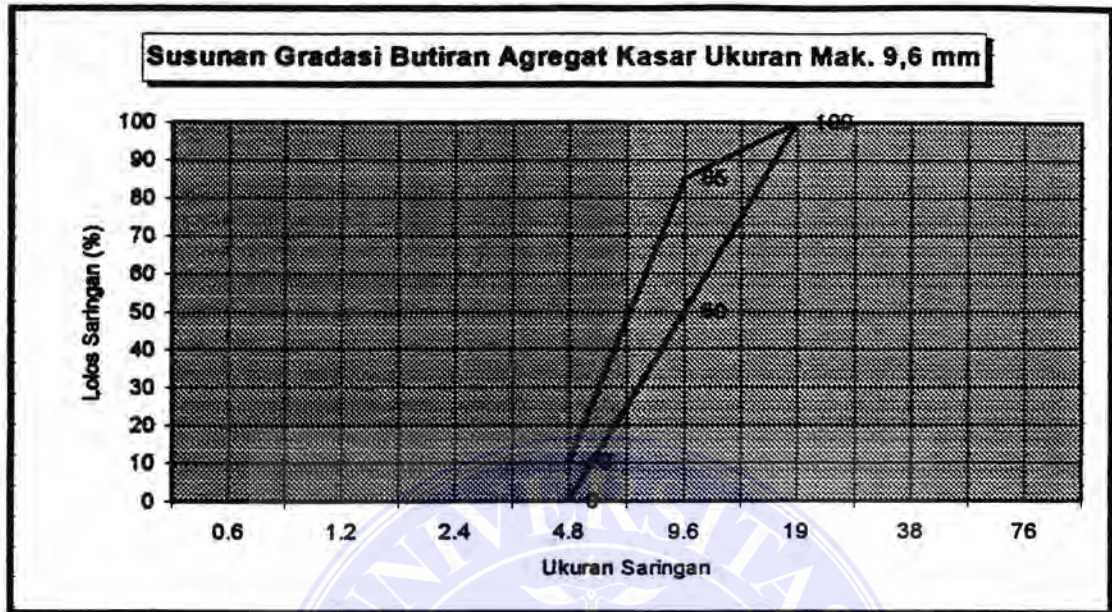
Grafik 2.3. Susunan Gradasi Butiran Pasir Zone 3



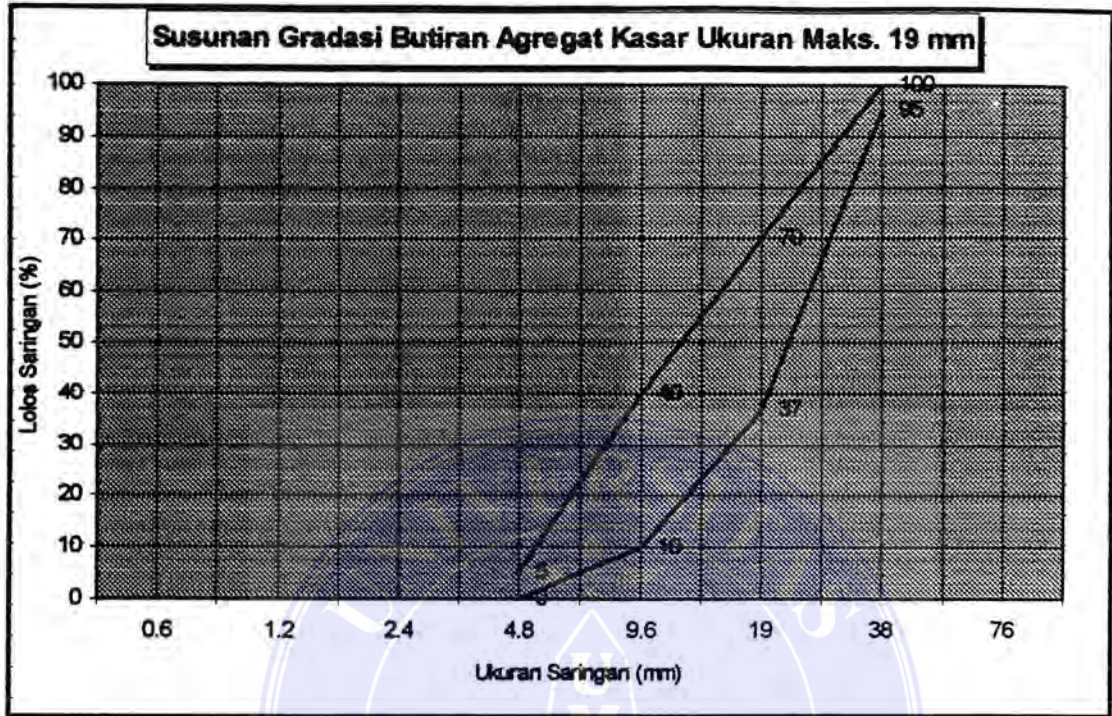
Grafik 2.4. Susunan Gradasi Butiran Pasir Zone 4



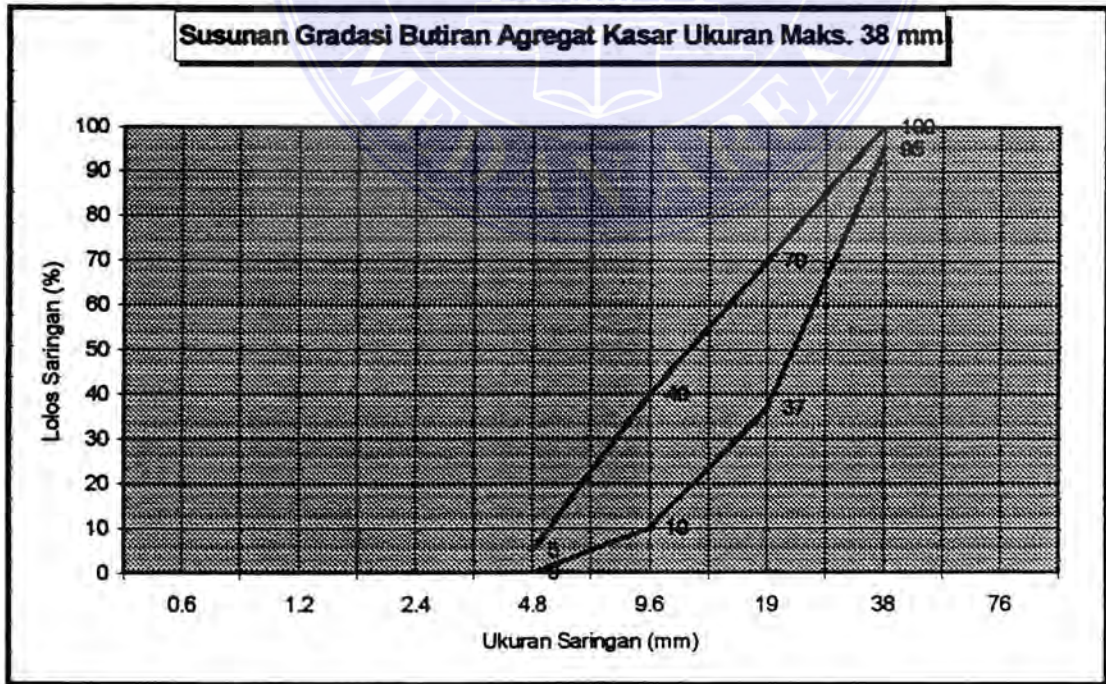
Grafik 2.5. Susunan Gradasi Butiran Agregat Kasar Ukuran Mak. 9,6 mm



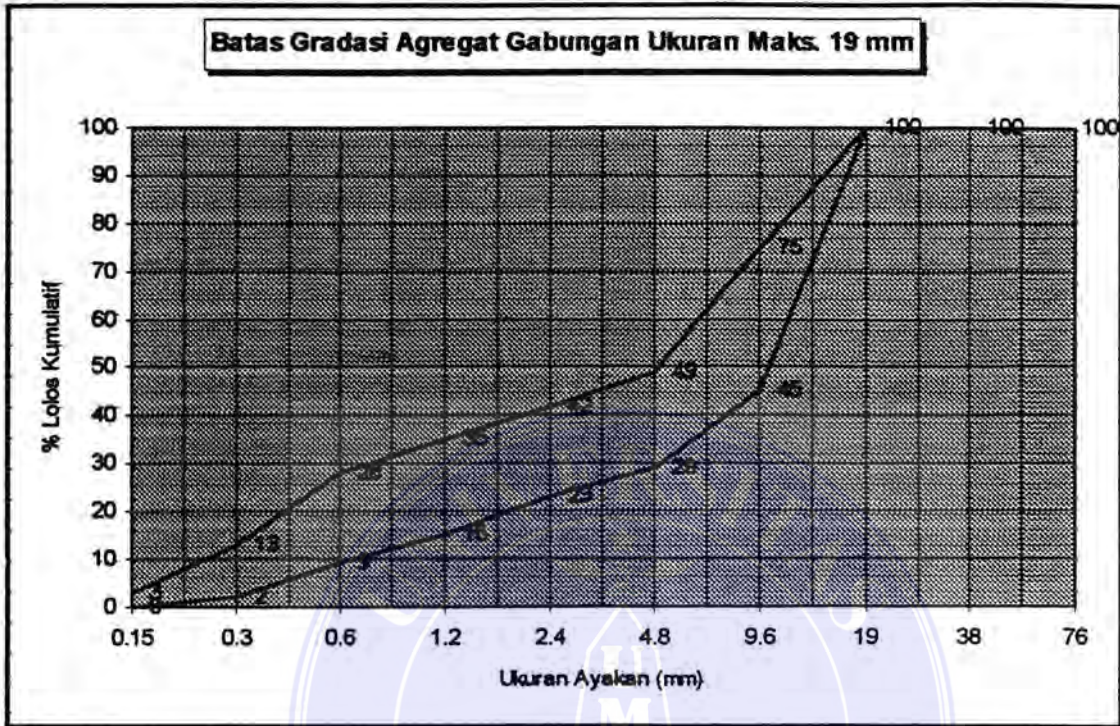
Grafik 2.6. Susunan Gradasi Butiran Agregat Kasar Ukuran 19 mm



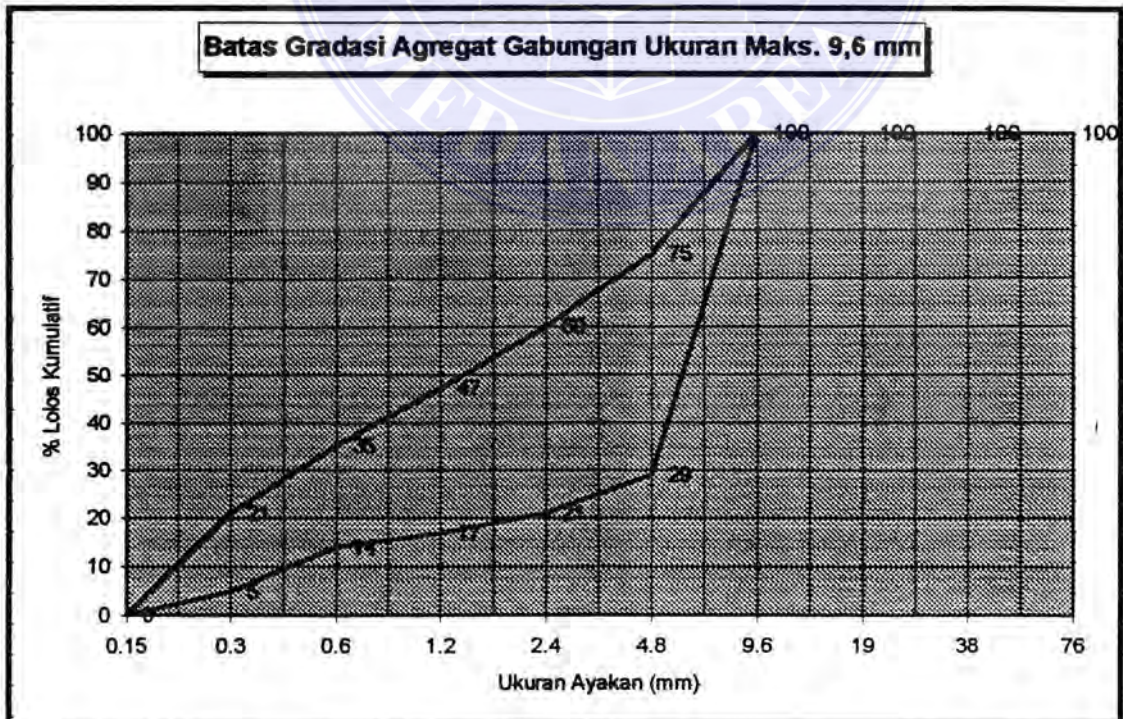
Grafik 2.7. Susunan Gradasi Butiran Agregat Kasar Ukuran Mak. 38 mm



Grafik 2.8. Batas Gradasi Agregat Gabungan Ukuran Maksimum 19 mm



Grafik 2.9. Batas Gradasi Agregat Gabungan Ukuran Maksimum 9,6 mm



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

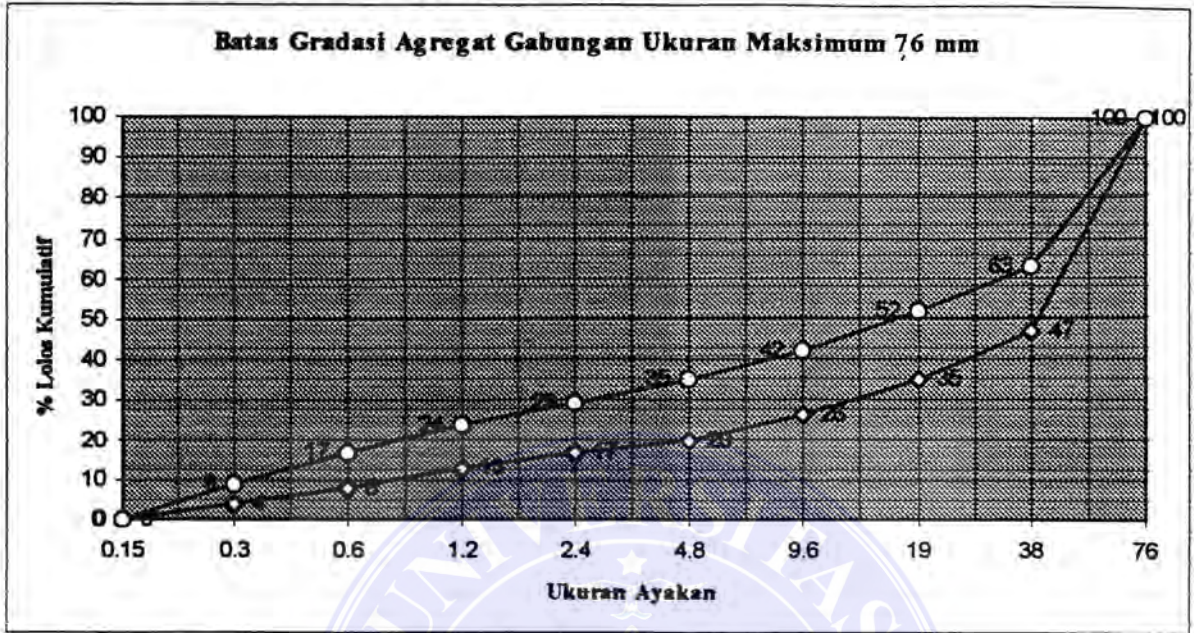
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

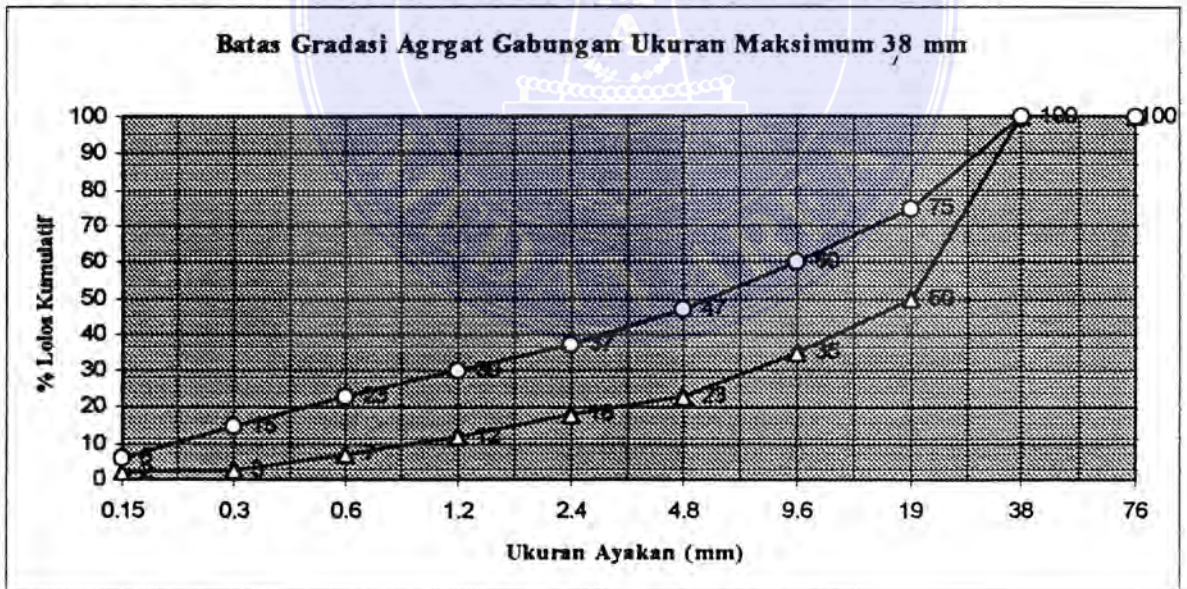
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

Grafik 2.10. Batas Gradasi Agregat Gabungan Ukuran Maksimum 76 mm



Grafik 2.11. Batas Gradasi Agregat Gabungan Ukuran Maksimum 38 mm



Setelah menentukan kekuatan rencana beton yang akan dibuat diperlukan pemilihan faktor air semen yang didasarkan atas hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen yang terdapat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.7. Kekuatan Tekan Untuk W/C = 0,5

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I atau Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

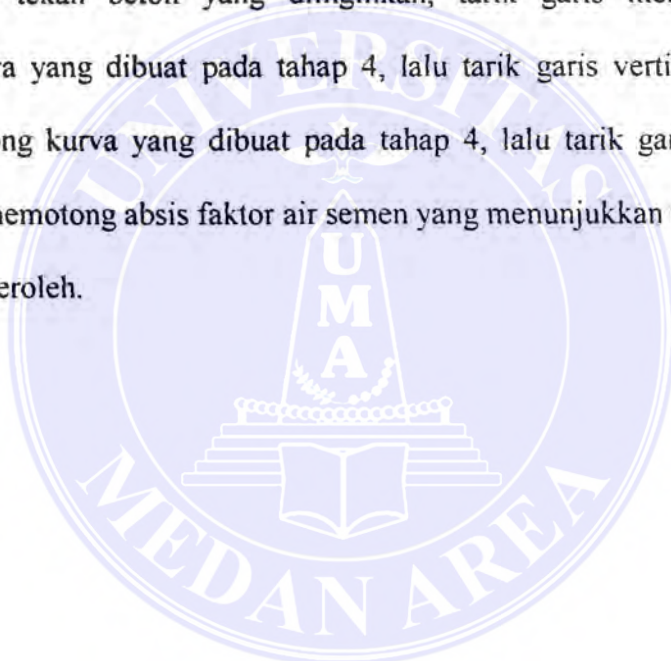
Sumber SK SNIT – 15 – 1990 – 03 Halaman 6

Pada percobaan digunakan benda uji yang berbentuk kubus 150 mm x 150 mm x 150 mm

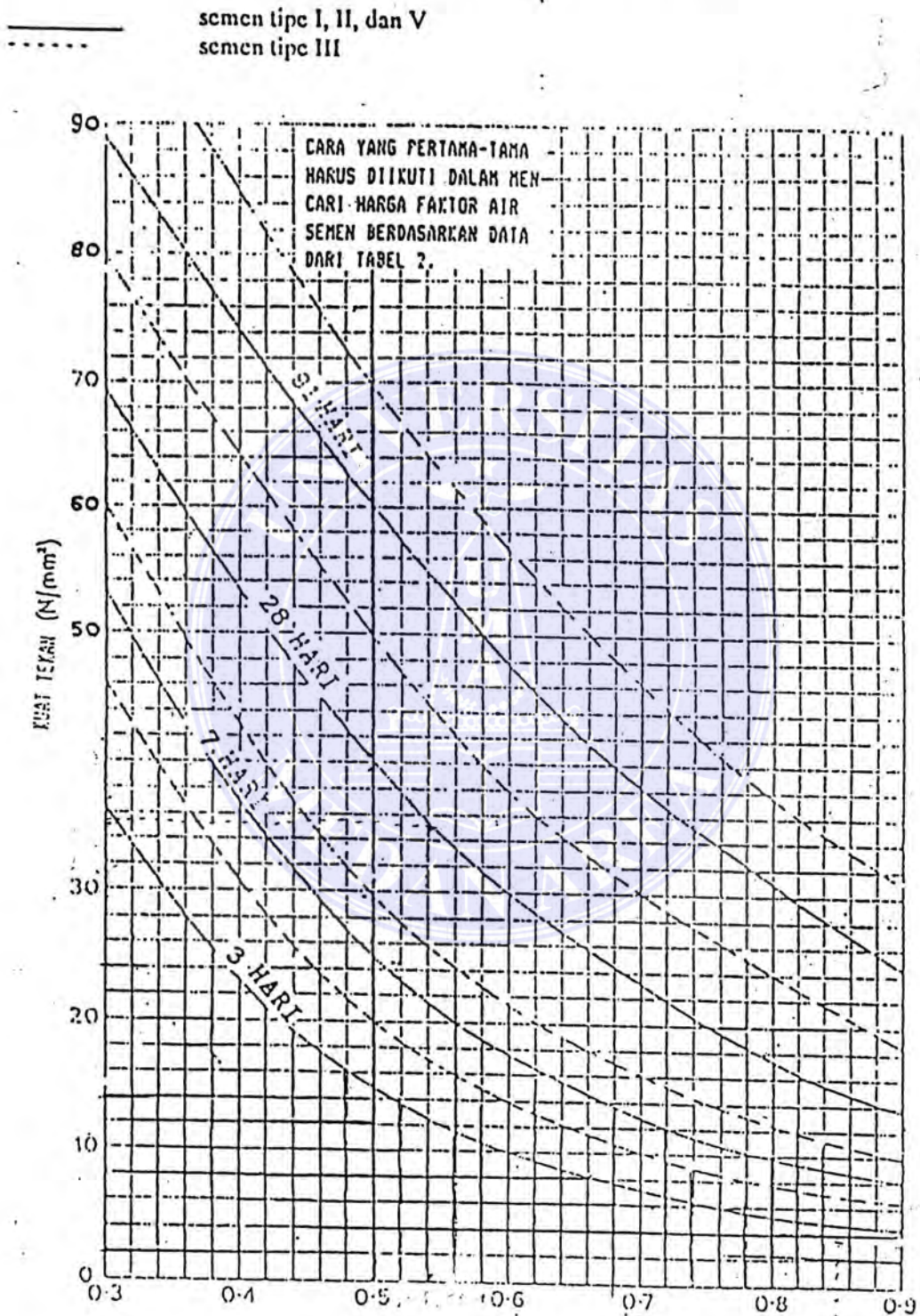
Setelah diketahui kuat tekan beton pada usia 28 hari, maka untuk menentukan rasio air terhadap semen adalah dengan menggunakan kurva hubungan W/C dengan kuat tekan seperti kurva pada grafik 2.12 Penggunaan kurva tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tentukan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari (sesuai dengan umur yang akan direncanakan) dengan menggunakan tabel 2.6, sesuai dengan penggunaan semen dan agregat serta benda uji yang akan dibuat.
2. Tarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 (faktor air semen standar) sampai memotong kurva tekan yang telah ditentukan.

3. Tarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai berpotongan dengan garis tegak lurus yang dibuat pada tahap 2.
4. Dari titik temu tersebut dibuat garis sejajar dengan kurva yang berada di atas atau bawah titik temu tersebut. Atau dengan kata lain kurva pada umur 28 hari digambarkan kembali berdasarkan titik potong antara nilai kuat tekan pada tahap 1 dan faktor air semen standar (0,50)
5. Tentukan kuat tekan beton yang diinginkan, tarik garis mendatar hingga memotong kurva yang dibuat pada tahap 4, lalu tarik garis vertikal ke bawah hingga memotong kurva yang dibuat pada tahap 4, lalu tarik garis vertikal ke bawah hingga memotong absis faktor air semen yang menunjukkan nilai faktor air semen yang diperoleh.



Garafik 2. 12 Hubungan Kuat Tekan Dengan faktor Air Semen.



HUBUNGAN ANTARA KUAT TEKAN DAN FAKTOR AIR SEMEN
(BENDA UJI BERBENTUK KUBUS 150 x 150 x 150 mm)

Yang perlu diperhatikan pula adalah tinggi slump yang disesuaikan dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, dipadatkan dan diratakan, kemudian besar butir agregat maksimum yang tidak boleh melebihi :

1. seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
2. Sepertiga dari tebal plat.
3. Tiga perempat dari jarak minimum diantara batang-batang atau bekas-bekas tulangan.

Setelah ditentukan hal seperti di atas, maka dapat ditentukan kadar air bebas yang dibutuhkan atau beberapa tingkat kemudahan pengerjaan beton, melalui tabel sebagai berikut :

Tabel 2.28.Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan Beton.

Slump (mm)		00 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 100
Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat				
10	Tidak Pecah	150	180	205	225
	Dipecah	180	205	230	250
20	Tidak Pecah	135	160	180	195
	Dipecah	170	190	210	225
40	Tidak Pecah	115	140	160	175
	Dipecah	155	175	190	205

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

Dari hasil penentuan kadar air bebas, dapat diketahui jumlah semen yang diperlukan, dari hasil tersebut dibandingkan dengan tabel 2.10 persyaratan jumlah semen minimum sehubungan dengan kondisi lingkungan beton tersebut.

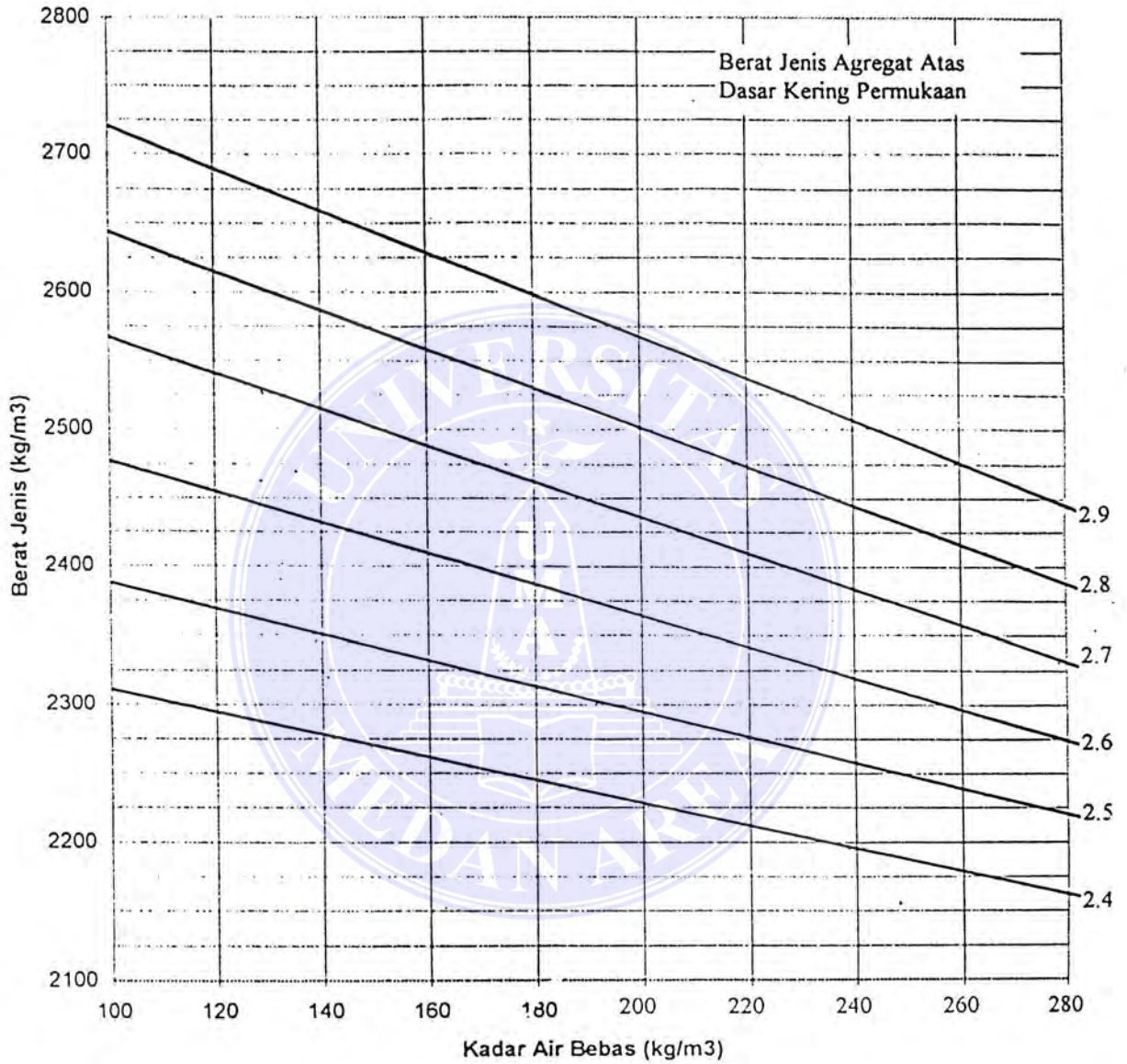
Tabel 2.29. Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus.

Macam Pembetonan	Jumlah Semen Minimum per-m ³ Beton (kg)	Nilai Faktor Semen Maksimum
Beton di dalam ruangan :		
a. Keadaan Keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti.	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Tabel 5	Tabel 5

Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03 Halaman 8

Dari tabel di atas kita ketahui jumlah semen minimum yang harus digunakan dan nilai faktor air semen yang diperlukan, apabila nilai yang diperoleh berbeda maka harus diambil nilai faktor air semen yang terendah. Untuk menghitung komposisi material yang lainnya digunakan grafik sebagai berikut :

Grafik 2.13. Perkiraan Berat Jenis Beton Basah



Dari grafik tersebut kita dapat mengetahui berat jenis beton dalam keadaan basah secara teoritis, yang didapat apabila kita telah mengetahui kadar air bebas dari perhitungan sebelumnya dan *specific gravity* dari agregat kasar yang dipergunakan yang diperoleh dari percobaan terhadap material tersebut. Berat masing-masing agregat kasar dan halus adalah :

$$\text{Berat agregat} = \text{Berat beton} - \text{Berat Semen} - \text{Berat air bebas}$$

Karena agregat yang tersedia di alam kondisi yang tidak kering permukaan, maka perlu ada koreksi untuk kadar air di dalam agregat berikut berat masing-masing agregat tersebut, sebagai berikut :

1. Air : $B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100$
2. Agregat : $C + (C_k - c_a) \times C/100$
3. Agregat kasar : $D + (D_k - D_a) \times D/100$

dimana :

B = Jumlah air (kg/m^3)

C = Jumlah agregat halus (kg / m^3)

D = Jumlah agregat kasar (kg/m^3)

C_a = Absorpsi air pada agregat halus (%)

D_a = Absorpsi air pada agregat (%)

C_k = Kadar air pada agregat halus (%)

D_k = Kadar air pada agregat halus (%)

BAB III

TEORI PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Bahan Baku.

Dalam melakukan perhitungan bahan yang akan dibutuhkan pada suatu rancangan campuran beton, terlebih dahulu harus dilakukan pengujian di laboratorium terhadap bahan-bahan yang akan digunakan.

3.1.1. Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I merk Andalas yang telah memenuhi label Standar Industri Indonesia (SII) untuk semen, maka pengujian semen tidak perlu dilakukan lagi karena telah memiliki label tersebut. Tetapi untuk mengetahui kuat tekan semen dengan tambahan abu sekam padi sebesar 5%, 10%, 15% dilakukan percobaan mortal.

3.1.2. Agregat.

Agregat halus dan agregat kasar yang digunakan berasal dari sungai di Binjai.

A. Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Tujuan Percobaan : Untuk mengetahui kadar lumpur pasir.

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

Bahan Percobaan : a. Pasir (1000 gr) asal Binjai.
b. Air asal PDAM Tirtanadi.

Teori : Agregat halus dalam fungsinya sebagai bahan campuran beton harus bersih dari material lumpur. Pemakaian semen akan semakin banyak jika lumpur yang dikandung agregat semakin banyak, hal ini disebabkan karena semakin luas permukaan yang harus diselimuti sedangkan larutan pelekat semakin menipis yang mengakibatkan kemampuan mengikat akan berkurang dan kekuatan beton kecil. Hal utama yang harus diperhatikan dalam agregat halus tersebut adalah kebersihannya, jadi dengan meremas-remas pasir (mencuci) diperkirakan bagian-bagian yang kotor seperti lumpur dan tanah liat akan berkurang.

Prosedur Perobaan :

1. Mula-mula pasir ditimbang dan diambil 2 sample sebanyak masing-masing 500 gr.
2. Disiapkan saringan nomor 200 dan dibawahnya diletakkan pan.
3. Kemudian sample yang ditimbang dituangkan dalam saringan.
4. Sample tersebut dicuci dengan cara mengalirkan air melalui kran sambil meremas-remas hingga air yang melewati saringan tersebut bersih.

Setelah selesai, letakkan pasir tersebut di pan dan dikeringkan di oven selama lebih kurang 24 jam.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Data Hasil Percobaan :

Tabel 3.1. Data 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

Perhitungan :

Perhitungan untuk kadar lumpur adalah sebagai berikut :

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

Sumber : Buku Praktikum Beton USU

Dimana :

KL = Kadar lumpur agregat dalam persen.

B_M = Berat Sample Mula-mula (500 gr)

B_K = Berat Sample Setelah dikeringkan selama 24 jam.

Sample I :

$$\begin{aligned}
 KL &= \frac{500 - 485}{500} \times 100\% \\
 &= 3\%
 \end{aligned}$$

Sampel II :

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

$$\begin{aligned}\text{Jadi KL rata-rata} &= \frac{3 + 3,8}{2} \\ &= 3,4\% < 5\%\end{aligned}$$

Kesimpulan :

Diperoleh kadar lumpur pasir sebesar 3,4% sesuai dengan persyaratan. Kadar lumpur ini masih lebih kecil dari 4%. Maka pasir tersebut baik digunakan untuk campuran beton yang akan digunakan.

B. Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil.

- Tujuan Percobaan : Untuk mengetahui kadar lumpur kerikil
- Alat Percobaan : a. Saringan No. 200
b. Oven, Timbangan dan Spliter.
- Bahan Percobaan : a. Pasir (2000 gr) asal Binjai.
b. Air asal PDAM Tirtanadi.

Teori : Agregat Kasar dalam fungsinya sebagai bahan campuran beton harus bersih dari material lumpur. Pemakaian semen akan semakin banyak jika lumpur yang dikandung agregat semakin banyak, hal ini disebabkan karena semakin luas permukaan yang harus diselimuti sedangkan larutan pelekat semakin menipis yang mengakibatkan kemampuan mengikat akan berkurang dan kekuatan beton kecil. Hal utama yang harus diperhatikan dalam agregat kasar tersebut adalah kebersihannya, jadi dengan meremas-remas kerikil (mencuci)

diperkirakan bagian-bagian yang kotor seperti lumpur dan tanah liat akan berkurang.

Prosedur Percobaan :

1. Mula-mula kerikil ditimbang dan diambil 2 sample sebanyak masing-masing 1000 gr.
2. Disiapkan saringan nomor 200 dan dibawahnya diletakkan pan.
3. Kemudian sample yang ditimbang 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 di pan dan dikeringkan di oven selama lebih kurang 24 jam.

Data Hasil Percobaan :

Tabel 3.1 Data Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil.

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

Perhitungan :

Perhitungan untuk kadar lumpur adalah sebagai berikut :

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

Sumber : Buku Praktikum Beton USU

Dimana :

KL = Kadar lumpur agregat dalam persen.

B_M = Berat Sample Mula-mula (500 gr)

B_K = Berat Sample Setelah dikeringkan selama 24 jam.

Sample I :

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

Sampel II :

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

$$\text{Jadi KL rata-rata} = \frac{0,3 + 0,7}{2} \\ = 0,5\% < 1\%$$

Kesimpulan :

Diperoleh kadar lumpur pasir sebesar 0,5% sesuai dengan persyaratan. Kadar lumpur ini masih lebih kecil dari 1%. Maka pasir tersebut baik digunakan untuk campuran beton yang akan digunakan.

C. 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 asal Binjai.
– Air asal PDAM Tirtanadi.

Teori : Ada tiga keadaan pasir yang digunakan pada percobaan ini, antara lain pasir kering dimana pori-pori pasir berisikan udara tanpa tanpa air dengan kandungan air sama dengan 0%. Lalu dalam keadaan SSD (Saturated Surface Dry) dimana permukaan pasir dalam keadaan kering sedangkan didalamnya jenuh dengan uap air, pasir dalam keadaan inilah yang sering digunakan.

Dan terakhir dalam keadaan semu dimana pasir basah total dengan pori-pori penuh air. Pasir ini masih dalam keadaan basah walaupun permukaan pasir tidak ada air. Berat jenis merupakan perbandingan antara berat material dengan berat air dalam volume yang sama. Sedangkan berat jenis jenuh adalah perbandingan berat uji dalam keadaan kering adalah persentasi dari berat benda uji yang hilang terhadap berat benda uji kering dimana absorpsi terjadi dari keadaan

SSD (Saturated Surface Dry) sampai keadaan kering. Berat jenis pasir ini perlu diketahui untuk dapat menentukan banyaknya agregat yang digunakan dalam campuran beton. Maka dalam hal ini persyaratan berat jenis pasir yang memenuhi adalah :

Berat Jenis Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Semu.

Prosedur Percobaan :

A. Persiapan benda uji.

- a. Pasir direndam selama 24 jam.
- b. Setelah direndam, pasir diangkat dan dikeringkan kedalam oven dan pengeringan dilakukan secara merata.
- c. Setelah tampak kering (mengering), isi 1/3 bagian tinggi mould lalu rojok 25 kali, isi 1/3 lagi hingga tinggi mould menjadi 2/3 nya dan rojok 25 kali, isi lagi 1/3 hingga penuh dan kemudian rojok kembali sebanyak 25 kali.
- d. Angkat mould keatas dengan perlahan-lahan, apabila bentuk sample masih utuh, pengeringan dilanjutkan sampai tercapai keadaan SSD.
- e. Apabila saat pengangkatan mould pasir telah runtuh maka keadaan SSD telah tercapai dan pengeringan dihentikan.

B. Cara Pengujian :

- a. Timbáng pasir sebanyak 4 sample masing-masing 500 gram.
- b. Masukkan 2 sample kedalam oven.
- c. Masukkan 2 sample lainnya kedalam piknometer.

- d. Isi piknometer sampai ke lehernya dengan air, tutup piknometer dengan penutupnya dan kemudian goncang-goncangkan sampai tidak ada buih, hal ini dilakukan agar kadungan udara pada sample keluar.
- e. Bersihkan kotoran pada permukaan leher piknometer dengan cara membuang dan isi kembali air hingga tingginya tetap setinggi leher piknometer.
- f. Timbang berat piknometer + pasir + air, kemudian buang isinya dan bersihkan piknometer dari sisa-sisa kotoran (pasir).
- g. Isi piknometer dengan air setinggi yang pertama, timbang beratnya lalu buang airnya.
- h. Timbang berat piknometer kosong.
- i. Ulangi percobaan pada sample ke dua.
- j. Timbang pasir dari oven setelah dikeringkan selama 24 jam.

Data Hasil Percobaan :

Tabel 3.3. Data Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Pasir.

Pasir	Sample I (gr)	Sample II (gr)
Berat Piknometer	184	184
Berat Pinometer + Pasir + Air	968	972
Berat Piknometer + Air	680	680
Berat Pasir Kering	482	484

Perhitungan :

Misalkan ; Berat agregat kering dalam oven = A

Berat Pinometer berisi air = B

Berat Piknometer + pasir + air = C

Sample I

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{500}{680 + 500 - 968} = \frac{500}{212} = 2,35$$

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{482}{680 + 482 - 968} = \frac{482}{194} = 2,48$$

$$\text{Berat jenis Semu} = \frac{A}{(A + A - C)} = \frac{482}{(680 + 482 - 968)} = 2,485$$

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

Sample II

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{500}{680 + 500 - 972} = 2,404$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{484}{680 + 500 - 972} = 2,327$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{484}{680 + 484 - 972} = 2,521$$

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

Rata-rata :

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

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

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

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

Bj kering < Bj SSD < Bj Semu

2,301 < 2,381 < 2,503.

D. 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 (4 kg) dan Air.

Alat : – Timbangan

– Saringan Ukuran 4,76 mm dan 19,1 mm

– Kain Lap dan Oven

– Keranjang Kawat, ember dan Pan

– Dunangan Test Set.

Teori : Berat jenis adalah perbandingan berat suatu benda dengan berat air pada volume yang sama. Berat jenis agregat kasar (kerikil) perlu diketahui

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)2/1/24

untuk menentukan banyaknya agregat yang digunakan dalam campuran baton, maka diadakanlah percobaan menentukan atau mendapatkan harga :

- Berat jenis kerikil kering
- Berat jenis kerikil semu
- Berat jenis SSD (saturated surface dry)

Prosedur Percobaan :

1. Kerikil diayak dengan ukuran ayakan 19,1 mm dan 4,76 mm. Kita ambil kerikil yang lolos ayakan 19,1 dan dan yang tertahan di ayakan 4,76 mm $\pm \frac{1}{3}$ 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 \times 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 ke dalam keranjang yang berisi air.
7. Timbang berat air + keranjang + kerikil.
8. Keluarkan kerikil lalu dikeringkan di dalam oven selama 24 jam.
9. Timbang berat kerikil yang telah di ovenkan.
10. Ulangi prosedur di atas untuk sample kedua.

Data Percobaan :

Tabel 3.4. Data Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Kerikil.

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

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.

Sample I :

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

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

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

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

Sample II :

$$\text{Bj. SSD} = \frac{1250}{1250 - 762} = 2,561$$

$$\text{Bj. Semu} = \frac{1210}{1210 - 762} = 2,701$$

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

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

Rata-rata :

$$\text{Bj. SSD} = \frac{2,556 + 2,561}{2} = 2,559$$

$$\text{Bj. Semu} = \frac{2,605 + 2,471}{2} = 2,698$$

$$\text{Bj. Kering} = \frac{2,474 + 3,648}{2} = 3,477\%$$

Bj. Kering < BJ SSD < Bj. Semu

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

E. Pemeriksaan Kandungan Bahan Organik Pada Pasir.

Tujuan Percobaan : – Untuk mengetahui tingkat kandungan bahan organik dalam agregat halus.

Alat Percobaan : – Botol gelas tembus pandang dengan penutup karet
– Gelas Ukur, Sendok Pengaduk dan Sample Splinter.
– Standart Warna Gradner dan Mistar.

Bahan Percobaan : – Pasir kering yang lolos saringan \varnothing 4,75 mm
– Na OH padat dan Air Aquadest.

Teori : Beton adalah campuran semen, pasir, kerikil ditambah dengan air membentuk suatu aksi semen yang sempurna. Karena mutu pasir mempengaruhi mutu beton, maka dalam percobaan ini akan dikaji syarat-syarat penggunaan pasir yang diizinkan. Pasir merupakan bahan batuan dengan ukuran 0,15 sampai 5 mm. Pasir dapat diambil dari dasar sungai atau dari batuan gunung yang dihaluskan. Salah satu syarat pasir yang penting adalah tidak boleh mengandung bahan organik, lumpur, garam dan minyak. Pasir yang diambil dari dasar sungai kerap kali mengandung kotoran organis dan lumpur. Bahan organis ini akan memperlambat proses pengikatan semen dengan butiran pasir.

Lewat percobaan ini akan diketahui kandungan bahan organik yang terdapat pada pasir. Jika pasir tersebut mengandung bahan organik terlalu banyak, maka campuran beton dengan persentase air yang

diberikan akan diserap oleh zat-zat organik ini yang mengakibatkan kekuatan beton akan berkurang dan terjadi retak-retak pada beton. Jadi bahan organik ini sedapat mungkin dihindarkan.

Menurut PBB1 1971, agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna Abram Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi syarat percobaan warna juga dapat dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada 7 hari dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama.

Pengelompokan standard warna Gradnert 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 dibersihkan dengan air.

Prosedur Percobaan :

1. Sediakan pasir secukupnya dengan menggunakan sample splinter sehingga menjadi $\frac{1}{4}$ bagian.
2. Sample dimasukkan ke dalam botol gelas setinggi 3 cm dari dasar botol.
3. Sediakan larutan NaOH 3% dengan cara mencampur 12 gram kristal NaOH + 388 ml (2 cm) dari permukaan pasir.
4. Larutan diaduk dengan sendok pengaduk selama 7 menit.
5. Botol gelas di tutup rapat-rapat dengan penutup karet dan diguncang-guncang pada arah mendatar selama 8 jam.
6. Campuran dibiarkan selama 24 jam.
7. 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 sample pasir yang dicoba 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

F. Los Angeles (Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar)

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

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

Bahan Percobaan : – Kerikil diameter 4,8 – 19 mm masing-masing sampel 10.000 gr.

Teori :

Kerikil sebagai bahan campuran beton haruslah memiliki ketahanan terhadap pengausan. Kemampuan keausan ini menunjukkan tingkat kemampuan dari agregat tersebut untuk menahan pengrusakan yang terjadi oleh karena adanya tekanan, bantingan dan pengikisan yang terjadi terhadap permukaan agregat kasar sewaktu di angkut, di bongkar dan melakukan pekerjaan lapangan lainnya.

Agregat yang rapuh kurang baik digunakan sebagai bahan konstruksi dan akan tidak ekonomis. Hal ini diakibatkan banyaknya material yang rusak selama proses pengangkutan dan pembongkaran dari lokasi pengambilan ke lokasi proyek. Percobaan ini memakai mesin los angeles dengan 12 buah peluru dan putaran mesin sebanyak 1000 kali. Menurut PBI '71 syarat agregat kasar yang baik bila keausan kerikil tersebut lebih kecil dari 50% dan berat semula.

Prosedur Percobaan :

1. Timbang sampel dengan masing-masing berat yang telah ditentukan yaitu kerikil diameter 4,8 – 19 mm sebanyak 10000 gr.
2. Sampel dimasukkan ke dalam 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.
5. Sering sample dengan ayakan berdiameter 1,68 mm.
6. Sample yang tertinggal di saringan kemudian dicuci hingga bersih dan air cucian jernih.
7. Tuang sample kedalam pan dan masukkan kedalam oven selama 24 jam.
8. 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 di ovenkan adalah menyatakan keausan kerikil.

Data hasil Percobaan

Tabel 3.5. Data 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

Perhitungan :

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

Dimana A = Berat Awal.

B = Berat Akhir

Sample I :

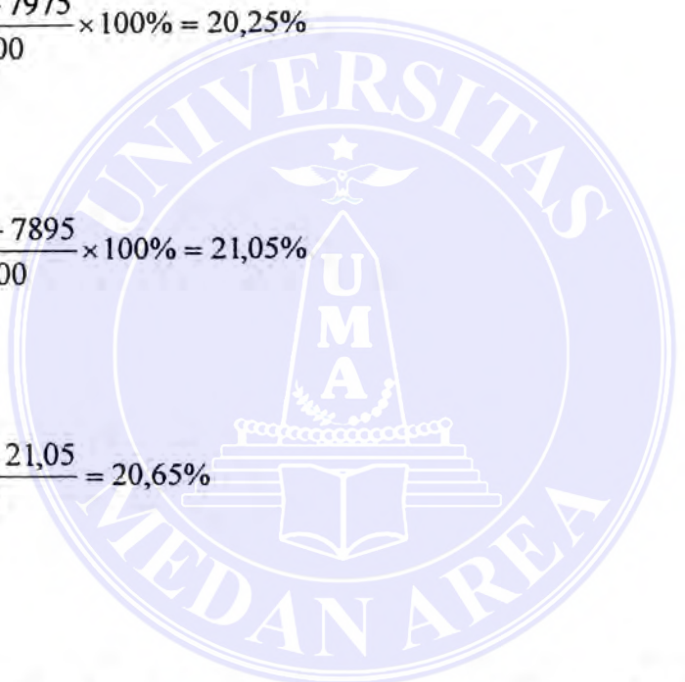
$$\% \text{Keausan} = \frac{10000 - 7975}{10000} \times 100\% = 20,25\%$$

Sample II :

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

Rata-rata :

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



Kesimpulan :

Dari Hasil percobaan diperoleh persentase keausan sample sebesar 20,65%. Maka agregat kasar (kerikil) tersebut baik digunakan untuk konstruksi karena persentase keausannya < 50% menurut PBI 71.

G. Pemeriksaan Kadar Air Pasir Dan Kerikil.

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Alat Percobaan : – Oven, Timbangan dan Pan

Bahan Percobaan : – Pasir 500 gr dan Kerikil 500 gr

Prosedur Percobaan :

1. Timbang dan catat berat pan (W_1)
2. Timbang agregat dalam pan (W_2)
3. Hitung berat agregat ($W_3 = W_2 - W_1$)
4. Keringkan agregat kedalamoven selama 24 jam.
5. Setelah beratnya konstan timbang beserta pannya dan catat (W_4)
6. Hitung berat agregat dalam keadaan kering ($W_5 = W_4 - W_1$)

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air Pasir} = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\% = \frac{500 - 431}{500} \times 100\% = 1,38\%$$

$$\text{Kadar Air Kerikil} = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\% = \frac{500 - 480}{500} \times 100\% = 4\%$$

H. Analisa Ayakan Pasir.

Tujuan Percobaan : – Untuk mengetahui gradasi / distribusi agregat halus.

Alat Percobaan : – Satu set susunan ayakan dan timbangan.

– Sieve shaker machine.

– Kuas dan Sample Spliter.

Bahan Percobaan : – Pasir kering oven 1000 gr.

Teori :

Keadaan gradasi suatu agregat sangat mempengaruhi kekuatan dan keekonomisan suatu beton. Agregat dengan gradasi yang homogen adalah gradasi yang jelek atau tidak baik dipakai sebagai campuran beton, karena dengan butiran yang homogen akan banyak ruang kosong yang terbentuk. Ruang-ruang kosong ini akan terisi oleh semen sehingga pemakaian semen akan menjadi lebih banyak dan mengakibatkan biaya bangunan akan bertambah mahal. Juga dari sifat semen yang mengerut apabila kering sehingga partikel-partikelnya tidak terikat dengan baik dan mengakibatkan kerapuhan pada beton.

Jadi agregat yang baik untuk campuran adalah agregat dengan butiran yang bervariasi, karena ruang-ruang kosong akan diisi oleh butiran-butiran yang halus sehingga sedikit sekali ruang kosong yang menyebabkan kerapuhan tadi.

Kehalusan dan kekasaran suatu agregat ditentukan oleh Modulus kehalusannya (Fineness 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 :

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

Prosedur Percobaan :

1. Ambil pasir yang telah kering oven.
2. Sediakan pasir sebanyak 1 sample 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 dimasukkan kedalam ayakan paling atas lalu tutup.
5. Tempatkan susunan ayakan diatas sieve shaker machine.
6. Mesin dihidupkan selama 15 menit.
7. Timbang sample yang tertahan pada masing-masing ayakan.

Data Percobaan :

Tabel 3.6. Hasil Analisa Ayakan Pasir.

Ukuran saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Berat Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Kumulatif 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	—

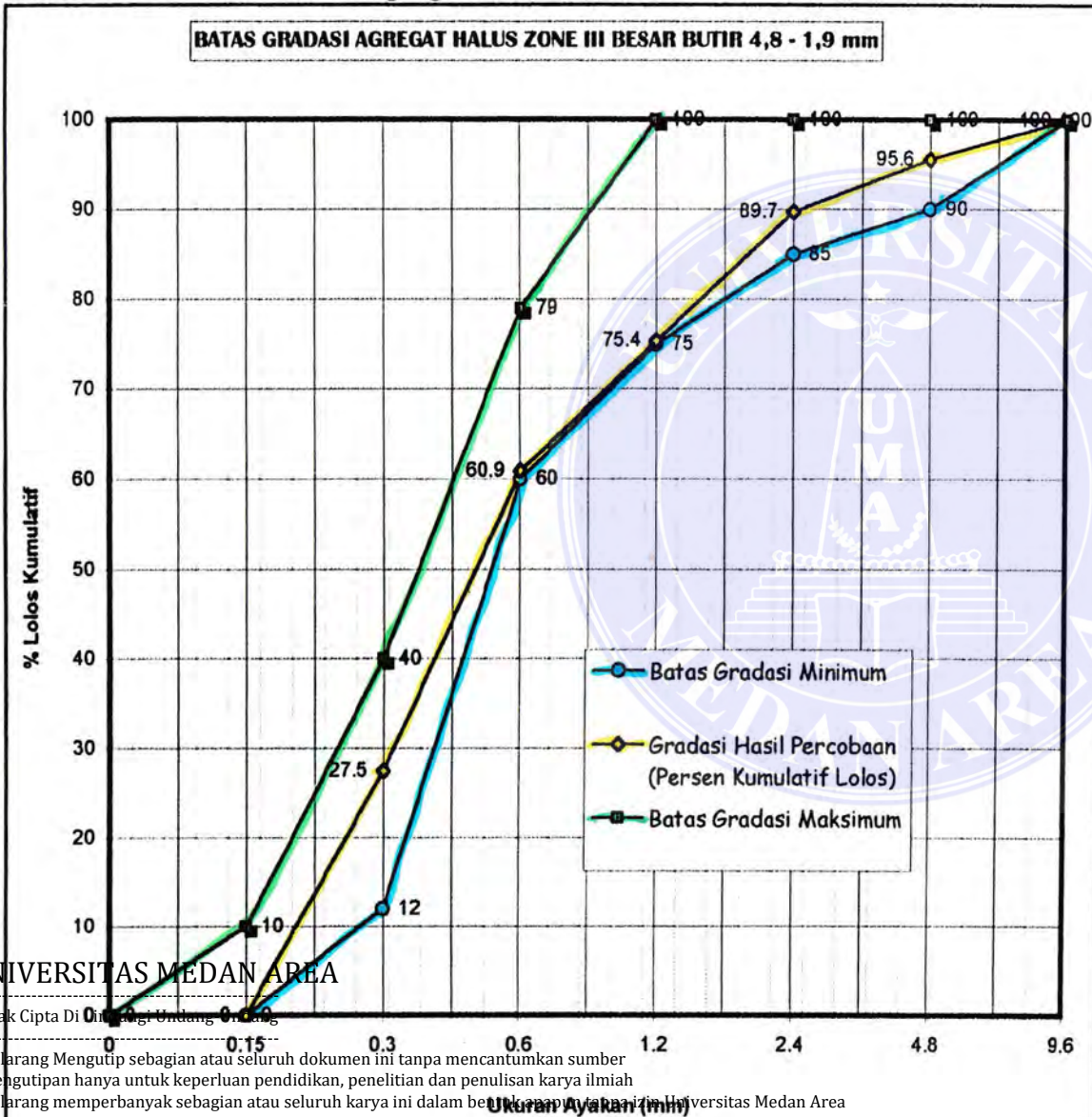
Perhitungan :

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

Kasimpulan : Pasir termasuk kedalam pasir halus yaitu : $2,20 < FM < 2,60$

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

Grafik 3.1. Batas Gradasi Agregat Halus Zone III Besar Butir 4,8 - 1,9 mm



Ayakan (mm)	% Kumulatif Lolos	% Lolos Ayakan di Zone III
9,6	100	100
4,8	95,6	90-100
2,4	89,7	85-100
1,2	75,5	75-100
0,6	60,9	60-79
0,3	27,5	12-40
0,15	1,9	0-10

H. Analisa Ayakan Kerikil

Tujuan Percobaan : – Mengetahui Gradasi / distribusi agregat kasar

Alat Percobaan : – Satu set susunan ayakan
– Timbangan dan Sieve Shaker Machine
– Kuas dan Sample Splitter

Bahan Percobaan : – Kerikil kering oven 2000 gr

Teori :

Keadaan gradasi suatu agregat sangat mempengaruhi kekuatan dan keekonomisan suatu beton. Agregat dengan gradasi yang homogen adalah gradasi jelek atau tidak baik dipakai sebagai campuran beton, karena dengan butiran yang homogen akan banyak ruang kosong yang terbentuk. Ruang-ruang kosong ini akan terisi oleh semen sehingga pemakaian semen akan menjadi lebih banyak dan mengakibatkan biaya bangunan akan bertambah mahal. Juga sifat semen yang mengerut apabila kering sehingga partikel-partikelnya tidak terikat dengan baik dan mengakibatkan kerapuhan pada beton.

Jadi agregat yang baik untuk campuran adalah agregat dengan bahan butiran yang bervariasi, karena ruang-ruang kosong akan diisi oleh butiran-butiran yang halus sehingga sedikit sekali ruang kosong yang menyebabkan kerapuhan tadi.

Kerikil adalah agregat kasar yang berdiameter 38,1 mm – 4,76 mm (maksudnya lolos saringan berdiameter 38,1 dan tertahan pada saringan 4,76 mm).

Batasan modulus kehalusan kerikil : $5,5 < FM < 7,5$.

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

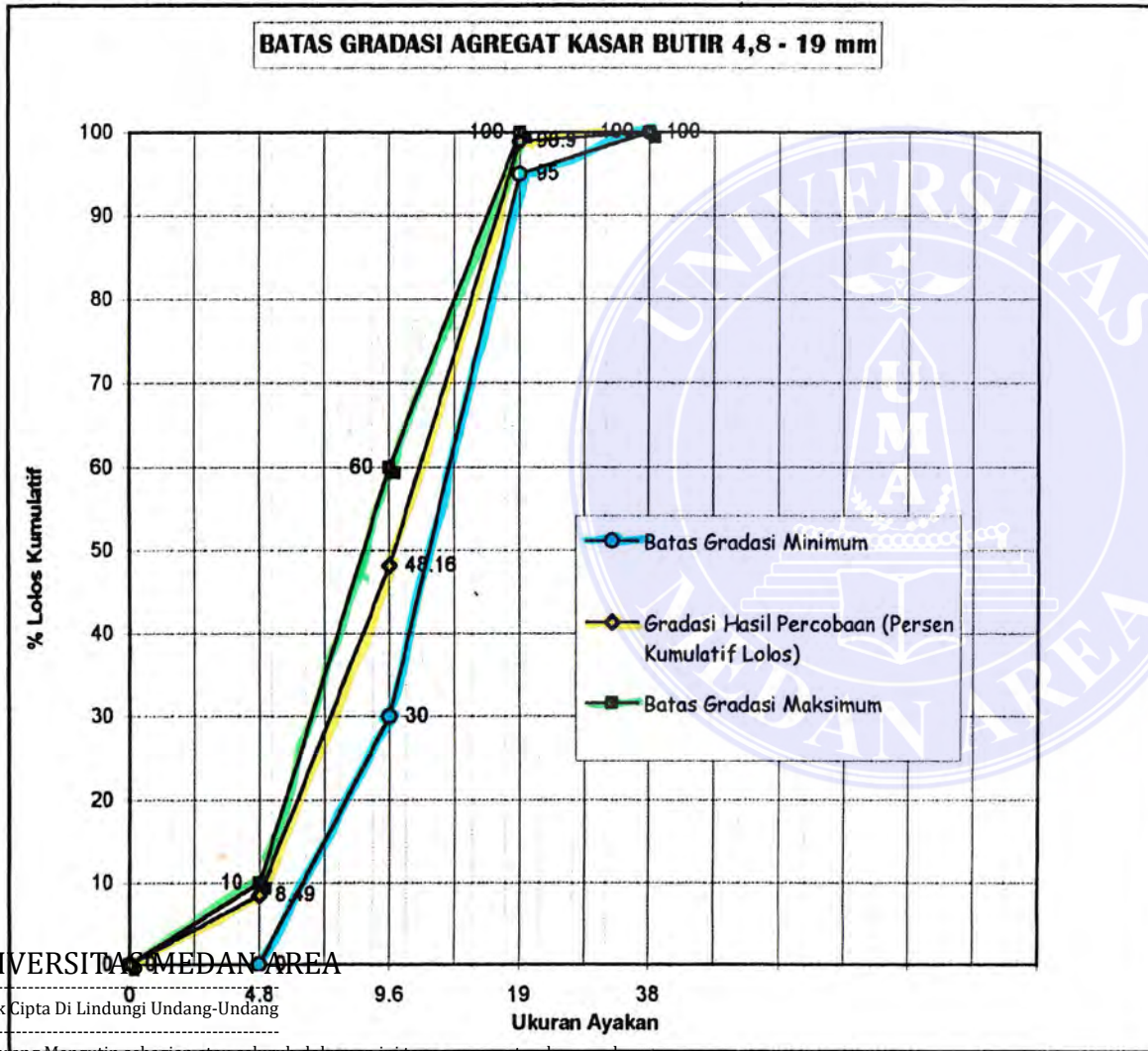
Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

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

Prosedur Percobaan :

1. Ambil kerikil yang telah kering oven.
2. Sediakan kerikil sebanyak 1 sample 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 : 0,15 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 sample yang tertahan pada masing-masing ayakan.

Grafik 3.2. Batas Gradasi Agregat Kasar Butir 4,8 - 19 mm



Ayakan (mm)	% Kumulatif Lolos	% Lolos Ayakan di Zone III
38.1	100	100
19	98.9	95-100
9.52	48.16	30-60
4.76	8.487	0-10

I. 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 sistem coba-coba dengan hasil 37 % untuk agregat halus dan 63 % agregat kasar yang termasuk pada grafik agregat gabungan dengan ukuran maksimum 19 mm.

Tabel 3.7 Hasil Analisa Agregat Gabungan.

Ukuran 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

3.1.3. Abu Sekam Padi.

Pengujian abu sekam padi dilakukan pada beberapa pengujian fisik yang dianggap perlu dalam penelitian ini, mengingat keterbatasan peralatan yang ada. Sedangkan untuk pengujian unsur kimia dari abu sekam padi dilakukan di laboratorium. Adapun pengujian fisik tersebut antara lain hanya pengujian pada berat jenis. Untuk pengujian ini dilakukan dengan cara seperti pemeriksaan berat jenis pada semen yaitu :

- Gunakan gelas ukur dengan kapasitas 500 ml kemudian diisi dengan minyak tanah setinggi 250 ml (A).
- Kemudian timbang abu sekam padi sebanyak 200 gram dan masukkan ke dalam gelas ukur yang telah diisi dengan minyak tanah.
- Usahakan abu sekam padi semuanya larut di dalam cairan minyak tanah bila bila perlu dikocok hingga tidak ada lagi gelembung-gelembung udara.
- Setelah didiamkan beberapa saat dan abu sekam padi semuanya telah larut, ukur 0tinggi penambahan volume minyak tanah (B).

Maka berat jenis abu sekam padi dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Berat Abu Sekam Padi}}{B - A} = \frac{200 \text{ gr}}{365 - 250} = \frac{200}{115} = 1,74$$

3.2. Perencanaan Campuran Beton.

Dalam perancangan beton dibutuhkan data-data hasil pengujian yang antara lain :

- Ukuran Batu pecah max = 20 mm

b. Berat Jenis Agregat Halus	= 2,381
c. Berat Jenis Agregat Kasar	= 2,559
d. Berat Jenis Abu Sekam Padi	= 1,74
e. Kadar Air Agregat Halus	= 1,38 %
f. Kadar Air Agregat Kasar	= 4 %
g. Penyerapan Air Agregat Halus	= 3,52 %
h. Penyerapan Air Agregat Kasar	= 3,477 %
i. Persentase Agregat Gabunga	
Pasir	= 37 %
Kerikil	= 63 %

3.2.1. Perencanaan Kuat Tekan Rata-Rata (σ_{bm})

Dari data-data tersebut diatas, untuk melakukan perencanaan campuran beton normal dengan menggunakan metode SNI, maka yang pertama dilakukan adalah menentukan kuat Tekan Karakteristik (σ_{bk}). Dengan kekuatan beton yang direncanakan sebesar 275 kg/cm^2 dengan harga Deviasi Standard diambil sebesar 50 kg/cm^2 , maka nilai margin diperoleh sebesar $1,64 \times 50 = 82 \text{ kg/cm}^2$. Jadi kekuatan tekan beton yang hendak dicapai adalah kekuatan tekan karakteristik beton ditambah dengan nilai margin sebesar $275 + 82 = 357 \text{ kg/cm}^2$.

3.2.2. Faktor Air Semen.

Dari tabel untuk benda uji kubus pada umur 28 hari, agregat batu pecah, semen portland Tipe I, maka kekuatan tekan beton dengan rasio air semen 0,5 adalah 450 kg/cm^2 . Dengan menggunakan kekuatan tekan beton karakteristik rencana sebesar 357 kg/cm^2 diperoleh rasio faktor air semen sebesar 0,54.

3.2.3. Kadar Air Bebas.

Dari Tabel 2.8 untuk ukuran agregat maksimum 20 mm dan slump 60 – 100 mm dengan jenis agregat kasar yang digunakan batu pecah (w_c), perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan per m^3 pekerjaan pekerjaan pembetotan sebesar 225 kg/m^3 . Sedangkan perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan per- m^3 pekerjaan pembetonan untuk agregat halus tidak dipecah (w_f) sebesar 195 kg/cm^3 . Jadi perkiraan kebutuhan air bebas yang akan digunakan pada agregat dihitung sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air Bebas} &= \frac{2}{3} w_f + \frac{1}{3} w_c \\ &= \frac{2}{3} \cdot 195 + \frac{1}{3} \cdot 225 \\ &= 130 + 75 \\ &= 205 \end{aligned}$$

3.2.4. Kadar Semen.

Dengan perkiraan kadar air bebas sebesar 205 kg/cm^2 , maka dapat diperoleh kadar semen yang merupakan perbandingan antara kadar air bebas dengan faktor air

$$\text{semen yaitu sebesar } \frac{205}{0,54} = 379,63$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

Dari tabel 2.9 dengan kondisi beton diluar ruangan, tidak terlindung dari hujan dan terik panas matahari, kadar semen minimum per- m^3 beton sebesar 325 kg/cm^2 . Kadar semen yang dipakai adalah 379,63 lebih besar dari 325 kg/m^3 .

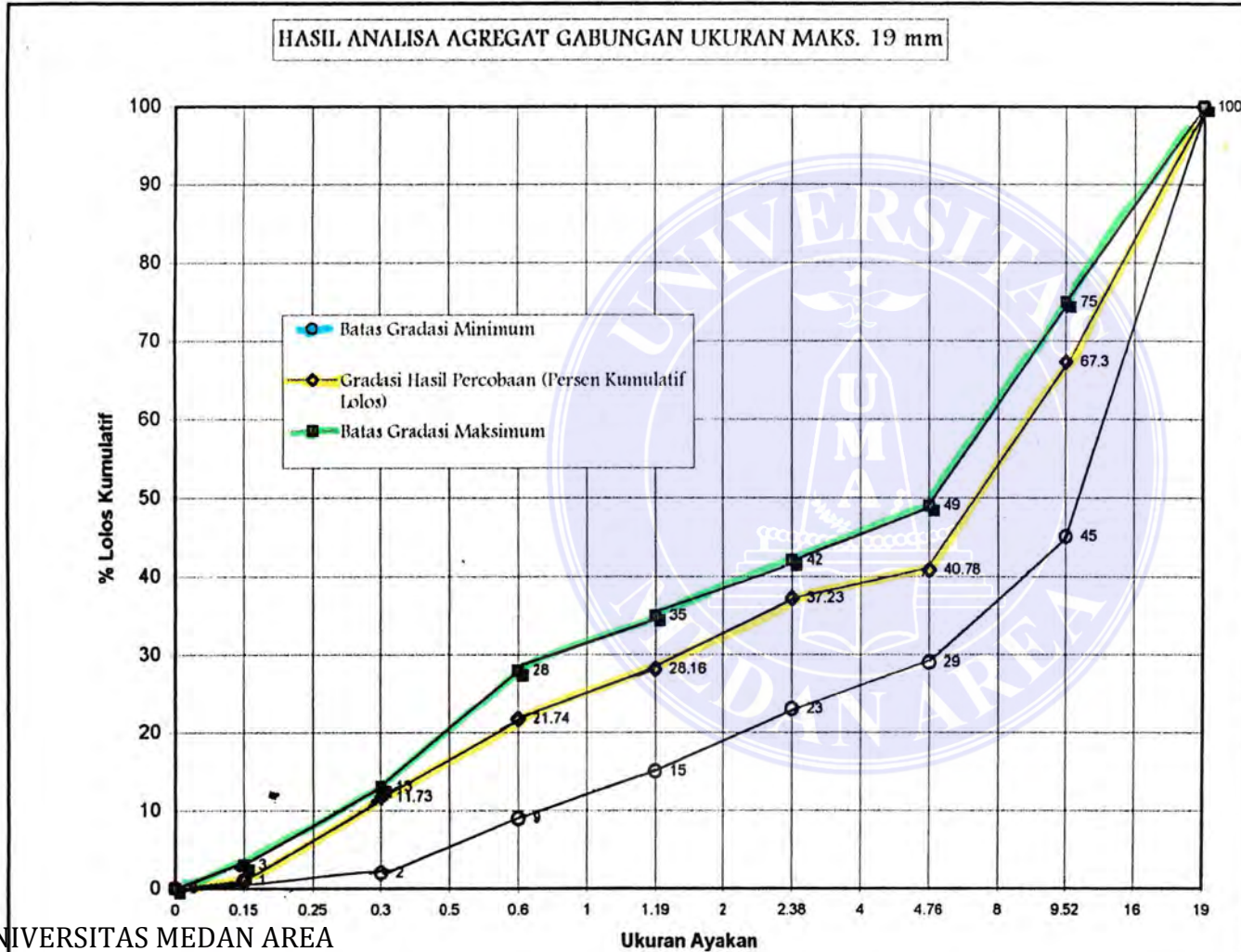
3.2.5. Kadar Agregat.

Dalam perkiraan kadar agregat, hal yang penting harus diperhatikan adalah gradasi agregat halus harus memenuhi daerah agregat gabungan sesuai dengan tabel 2.8 Dari masing-masing ukuran agregat maksimum. Hasil dan analisa agregat gabungan dapat dilihat pada tabel berikut :

Ukuran Ayakan	% Pasir Lewat	% Karikil Lewat	% Agregat		% Campuran Agregat
			Pasir (0,37)	Karikil (0,63)	
19,1	100	94,70	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

Dari analisa ayakan agregat gabungan di atas dengan menggunakan metode coba-coba diperoleh kadar agregat halus sebesar 37% dan agregat kasar sebesar 63% yang termasuk dalam zona grafik agregat gabungan dengan ukuran maksimum 19 mm seperti grafik berikut.

Grafik 3.3. Hasil Analisa Agregat Gabungan Ukuran Maks. 19 mm



Ayakan (mm)	% Besar Butir Maks. 19 mm
76	100
38	100
19	100
9,6	45 – 75
4,8	29 – 49
2,4	23 – 42
1,2	15 – 35
0,6	9 – 28
0,3	2 – 13
0,5	1 – 3

% Campuran Agregat	Ayakan (mm)
99,18	19,1
67,30	9,52
40,78	4,76
37,23	2,38
28,16	1,19
21,74	0,60
11,73	0,30
0,99	0,15

Setelah persentase kadar agregat diperoleh, selanjutnya dihitung berat jenis relatif agregat gabungan dengan perhitungan :

$(\% \text{ agregat halus} \times \text{berat jenis agregat halus}) + (\% \text{ agregat kasar} \times \text{berat jenis agregat kasar})$

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

$$= 2,49$$

$$= 2,5$$

Berdasarkan berat jenis agregat gabungan relatif yang diperoleh sebesar 2,5 dan kadar air bebas sebesar 205 kg/m^3 di dapat berat jenis beton basah teoritis dari Grafik 2. 13 sebesar 2275 kg/m^3 .

Kemudian untuk menentukan kadar agregat gabungan dihitung berdasarkan :

= berat jenis beton basah – kadar air – kadar semen.

$$= 2275 - 205 - 379,63$$

$$= 1690,37 \text{ kg/m}^3$$

Berat masing-masing agregat.

$$? \text{ Agregat halus} = 37\% \times 1690,37 = 625,44 \text{ kg/m}^3$$

$$? \text{ Agregat kasar} = 63\% \times 1690,37 = 1064,93 \text{ kg/m}^3$$

3.2.6. Koreksi Air.

Komposisi bahan campuran per m^3 adalah :

$$? \text{ Semen} = 379,63$$

$$? \text{ Agregat Halus} = 625,44$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/1/24

$$\Rightarrow \text{Agregat Kasar} = 1064,93$$

$$\Rightarrow \text{Air} = 205$$

Untuk mengetahui jumlah pemakaian air terhadap keadaan di lapangan dilakukan koreksi air terhadap agregat berdasarkan penyerapan dan kadar air masing-masing.

Koreksi tersebut dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 205 - (1,38 - 3,52) \times \frac{625,44}{100} - (4 - 3,477) \times \frac{1064,37}{100} \\ &= 205 - (-13,38) - (5,56) \\ &= 212,82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat Halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 625,44 + (1,38 - 3,52) \times \frac{625,44}{100} \\ &= 625,44 - 13,38 \\ &= 612,06 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat Kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1064,93 + (4 - 3,477) \times \frac{1064,93}{100} \\ &= 1064,93 + (0,523 \times 10,65) \\ &= 1070,499 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dimana :

- B = Jumlah air (kg/m^3)
 C = Jumlah Agregat Halus (kg/m^3)
 D = Jumlah Agregat Kasar (kg/m^3)
 Ca = Penyerapan air pada agregat halus (%)
 Da = Penyerapan air pada agregat kasar (%)
 Ck = Kadar air pada agregat halus (%)
 Dk = Kadar air pada agregat kasar (%)

Maka komposisi bahan campuran beton setelah dikoreksi per m^3 di butuhkan :

- a. Semen = $379,63 \text{ kg/m}^3$
 b. Air = $212,82 \text{ kg/m}^3$
 c. Agregat Halus = $612,06 \text{ kg/m}^3$
 d. Agregat Kasar = $1070,499 \text{ kg/m}^3$

Sedangkan untuk pembuatan beton dengan bahan tambahan abu sekam padi sebesar 5%, 10% dan 15% dari berat semen, maka komposisi untuk masing-masing campuran dapat dilihat pada tabel berikut. :

Campuran	Bahan	Berat Per m^3 (Kg)
Beton Normal	Semen	379,63
	Pasir	612,06
	Kerikil	1070,499
	Air	212,82
	Abu Sekam Padi (0%)	0

Campuran	Bahan	Berat Per m³ (Kg)
Beton I	Semen	379,63
	Pasir	612,06
	Kerikil	1070,499
	Air	212,82
	Abu Sekam Padi (5%)	18,98
Beton II	Semen	379,63
	Pasir	612,06
	Kerikil	1070,499
	Air	212,82
	Abu Sekam Padi (10%)	37,96
Beton III	Semen	379,63
	Pasir	612,06
	Kerikil	1070,499
	Air	212,82
	Abu Sekam Padi (15%)	56,94

3.3. Campuran Mortal.

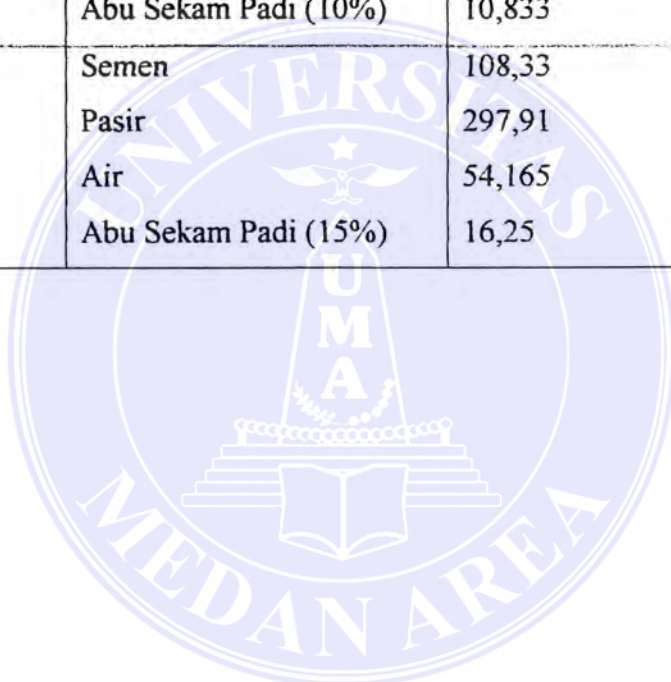
Untuk kuat tekan semen sudah diketahui tetapi untuk mengetahui kuat tekan semen dengan tambahan abu sekam padi sebesar 5%, 10% dan 15% dari berat semen diperlukan percobaan mortal

Untuk percobaan mortal telah ditetapkan perbandingannya yaitu :

1 : 2,75 : 0,5

Maka komposisi campuran mortal.

Campuran	Bahan	Berat Per m³ (Kg)
Mortal I	Semen	108,33
	Pasir	297,91
	Air	54,165
	Abu Sekam Padi (5%)	5,416
Mortal II	Semen	108,33
	Pasir	297,91
	Air	54,165
	Abu Sekam Padi (10%)	10,833
Mortal III	Semen	108,33
	Pasir	297,91
	Air	54,165
	Abu Sekam Padi (15%)	16,25



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Pembuatan Benda Uji Beton.

Campuran beton yang dirancang dengan komposisi material tertentu apabila pelaksanaannya tidak dilakukan dengan baik, maka kekuatan rencana beton tersebut sulit akan dicapai. Oleh karena itu perlu diperhatikan prosedur pelaksanaan pembuatan beton seperti yang diuraikan berikut ini.

4.1.1. Pencampuran Beton

Pencampuran beton dapat dilakukan dengan alat pencampur yaitu molen (concrete mixer) dengan kapasitas yang sesuai. Mula-mula masukan agregat kasar dan sebagian dari jumlah air yang dibutuhkan kedalam molen yang sedang berputar, setelah beberapa saat kemudian tambahkan agregat halus, semen dan sisa air pada saat molen berputar. Setelah semua bahan dimasukkan kedalam molen dan tercampur dengan rata maka kita tunggu beberapa saat sampai sampai campuran beton benar-benar tercampur dengan rata. Proses selanjutnya adalah, campuran beton tersebut dituang kedalam wadah yang bersih.

Sebelum dilakukan pencetakan campuran beton, maka terlebih dahulu diperiksa nilai slump-nya dengan menggunakan kerucut Abrams yang tingginya 300 mm, diameter dasar 200 mm, dan diameter atas 100 mm. Adapun pelaksanaan pengujian slump adalah sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan kerucut Abrams, apakah kondisi permukaan bagian dalamnya sudah bersih.
- b. Letakkan kerucut Abrams di atas bidang datar yang tidak menyerap air.
- c. Masukkan bahan uji kedalam kerucut sebanyak sepertiga bagian kemudian rojok dengan besi yang diameternya 16 mm dan panjang 600 mm sebanyak 25 kali rojokan.
- d. Pengisian kerucut diselesaikan dengan dua lapisan berikutnya yang sama tingginya dengan lapis pertama, dimana plat bagian kaki tetap dipijak sampai kelebihan beton dibersihkan.
- e. Kemudian kerucut diangkat secara vertikal ke atas kemudian beton didiamkan sejenak.
- f. Ukur beda tinggi yang terjadi antara kerucut dan beton yang telah dicetak dengan kerucut tersebut.

Dari hasil pengujian slump pada masing-masing design diperoleh hasil sebagai berikut :

- a. Beton Normal nilai slump-nya 8,5 cm
- b. Beton dengan 5% bahan tambahan abu sekam padi, nilai slumpnya 8,3 cm
- c. Beton dengan 10% bahan tambahan abu sekam padi, nilai slumpnya 7,5 cm
- d. Beton dengan 15% bahan tambahan abu sekam padi, nilai slumpnya 6,2 cm

Dari hasil diatas diketahui bahwa nilai slump telah memenuhi persyaratan workability yang direncanakan yaitu berkisar antara 6 – 10 cm, maka adukan beton siap untuk dicetak kedalam cetakan kubus.

4.1.2. Pencetakan Beton.

Setelah dilakukan pengujian slump, maka beton segar yang dihasilkan dimasukkan kedalam cetakan yang terbuat dari besi atau bahan yang tidak menyerap air, dan untuk memudahkan dalam membuka cetakan, maka permukaan bagian dalam cetakan diberi oli.

Pengisian beton kedalam cetakan dilakukan dengan tiga 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 tusukan. 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 setelah 24 jam kemudian.

4.1.3. 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 ± 2 °C hingga mencapai umur 28 hari dan sehari sebelum dilakukan tes kuat tekan, beton tersebut diangkat dari dalam air dan ditiriskan.

4.2. Pengujian Beton.

Sebelum melakukan pengujian, beton yang telah ditiriskan ditimbang dan dicatat beratnya serta ukurannya (panjang, lebar, tinggi) masing-masing dan untuk selanjutnya diletakkan di atas jack (alas) yang terdapat pada mesin tes tekan dengan kapasitas 200 ton. Bagian permukaan dan dasar dari benda uji yang akan dites diusahakan merupakan bagian yang rata dan datar, karena bagian ini akan bersentuhan dengan penekan dan jack dari mesin tes tekan. Kemudian jarum penunjuk skala pembacaan beban pada mesin tes tekan diatur terlebih dahulu pada posisi nol untuk mengetahui beban ultimat yang dipikul benda uji. Benda uji ditekan dengan jalan memompa alat kompres sampai benda uji tersebut kelihatan retak dan ditandai dengan tidak naiknya jarum penunjuk skala pembacaan. Lalu dicatat angka yang ditunjuk oleh skala pembacaan tersebut.

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

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

dimana :

f_c' = kekuatan tekan beton (Mpa)

P = beban ultimet.

A = Luas tampang benda uji (cm^2)

BAB VI

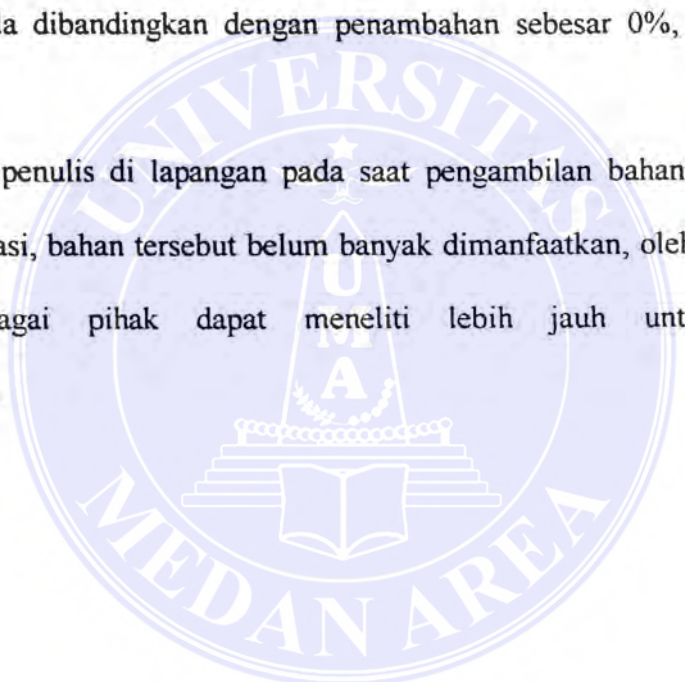
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian kuat tekan beton dari masing-masing persentase penambahan abu sekam padi, menunjukkan kekuatan tekan beton pada campuran dengan penambahan bahan tambahan abu sekam padi pada nilai 5% dari berat semen memiliki nilai yang tertinggi dari persentase penambahan lainnya pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dari beton normal (0%) sebagai campuran pembanding. Nilai kuat tekan yang didapatkan dari penambahan Abu Sekam padi sebanyak 5% dari berat semen adalah :
 - Umur 7 hari dapat kuat tekan sebesar $258,66 \text{ Kg/cm}^2$
 - Umur 14 hari didapat kuat tekan sebesar $349,34 \text{ Kg/cm}^2$
 - Umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar $397,33 \text{ Kg/cm}^2$
2. Dari hasil pengujian beton segar terhadap nilai slump diperoleh makin banyak penambahan persentase penambahan abu sekam padi, nilai slump akan semakin kecil sebesar :
 - ≅ 0% nilai slumpnya 8,5 cm
 - ≅ 5% nilai slumpnya 8,3 cm
 - ≅ 10% nilai slumpnya 7,5 cm
 - ≅ 15% nilai slumpnya 6,2 cm

6.2. Saran-saran.

1. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan keakuratan data hendaknya dilakukan penelitian yang menggunakan sample lebih banyak untuk mendapatkan data yang lebih beragam.
2. Perlu dianalisa lebih jauh apa kira-kira penyebab penambahan abu sekam padi pada campuran sebesar 5% berat semennya justru menghasilkan kekuatan tekan yang optimum bila dibandingkan dengan penambahan sebesar 0%, 10%, dan 15%.
3. Dari pengamatan penulis di lapangan pada saat pengambilan bahan baku abu sekam padi di lokasi, bahan tersebut belum banyak dimanfaatkan, oleh sebab itu diharapkan berbagai pihak dapat meneliti lebih jauh untuk dapat memanfaatkannya.



DAFTAR PUSTAKA

1. Amir Sayarifuddin, "Skripsi"
2. J. Murdoch dan M. Brook, "Concrete Materials And Practice", Ahli bahasa oleh, Ir. Stephanus Hendarko, edisi keempat, Penerbit Erlangga, 1986.
3. Peraturan Beton Betulang Indonesia, 1971, NI-2, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, DE. PU Bandung, 1971.
4. Sjafei Amri, Dipl, E,Eng "Pengantar Teknologi Beton"
5. Petunjuk Pratikum Beton USU.
6. Yayasan LPMB "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Cetakan I Bandung, 1990.