

**ANALISA PENGARUH SUSUNAN BUTIRAN AGREGAT
CAMPURAN (FINENESS MODULUS) TERHADAP
KUAT TEKAN BETON DENGAN FAKTOR
AIR SEMEN 0,55 DAN 0,60**



TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

HASRUL DENNY HASIBUAN
NIM : 05.811.0002



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2008**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/9/23

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

ABSTRAK

Analisa Pengaruh Susunan Butiran Agregat Campuran (Fineness Modulus) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen 0,55 dan 0,60

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh susunan butir agregat campuran yang dalam hal ini dinyatakan dalam harga fineness modulus agregat campuran terhadap kuat tekan beton.

Pekerjaan ini merupakan bagian dari penelitian beton dengan faktor air semen 0,55 dan 0,60, dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder. Penelitian ini meliputi kuat tekan benda uji silinder beton dengan adanya perbedaan variasi harga fineness modulus yang dilakukan dalam pembuatan benda uji.

Adapun harga fineness modulus yang dipakai adalah 4,25; 4,67; 5,07; 5,65 dan 6,32.

Benda uji yang digunakan semuanya berjumlah 100 buah. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian kuat tekan silinder beton menunjukkan bahwa susunan butir agregat campuran berpengaruh nyata terhadap kuat tekan beton. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton semakin menurun pada susunan butir yang terlalu banyak kerikil dan terlalu banyak pasir.

ABSTRACT

Analyse The Influence of Formation Item Mixture Aggregate (Fineness Modulus) To Strength Depress The Concrete With Factor Irrigate Cement 0,55 and 0,60.

This research aim to know the influence of formation item of mixture aggregate which in this case expressed in price fineness modulus of mixture aggregate to strength depress concrete.

This work represent the part of concrete research with the factor irrigate cement 0,55 and 0,60, by using object test in form of cylinder. This research cover strength depress object test concrete cylinder with the existence difference of variation price fineness modulus performed within object making test.

As for price of fineness modulus weared by 4,25; 4,67; 5,07; 5,65 and 6,32.

Test object used altogether amount to 100 object. Test object used in form of cylinder which have diameter 15 cm and high 30 cm. Result of strong examination depress the concrete cylinder indicate that the formation item of mixture aggregate have an effect on the reality to strength depress concrete. This matter indicate that the strength depress the downhill concrete progressively at item formation which is too much gravel and too much sand.

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	i
Abstrak	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Lampiran	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	1
1.3 Permasalahan.....	1
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
BAB II STUDI KEPUSTAKAAN	
2.1 Sifat-Sifat Fisis Agregat	4
2.1.1 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat	4
2.1.2 Berat Volume Agregat.....	5
2.2 Kandungan Bahan Organik Dalam Agregat.....	5
2.3 Fineness Modulus.....	5
2.4 Komposisi Campuran Beton	7
2.5 Pemeriksaan Mutu Adukan	8
2.6 Kuat Tekan Beton dan Sifat-Sifat Umum Tegangan Regangan Beton	9

2.7 Analisis Data	12
2.7.1 Analisis varian pengaruh Perbedaan Susunan Butir Agregat Campuran (Gradasi) terhadap Kuat Tekan Beton.....	12
2.7.2 Seleksi Data.....	12
2.7.3 Analisis Regresi.....	13
2.7.4 Analisis Varian Untuk Pengujian Nyata Regresi ...	15

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data	16
3.2 Material Yang Digunakan	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1 Persiapan	17
3.3.2 Pengukuran Berat Jenis dan Absorpsi	18
3.3.3 Pengukuran Berat Volume	21
3.3.4 Pengukuran Susunan Butir	22
3.3.5 Pemeriksaan Kandungan Bahan Organik	23
3.3.6 Rancangan Campuran Beton	24
3.3.7 Perbandingan Campuran Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	24
3.3.8 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	25
3.3.9 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	26
3.3.10 Analisis Data	27
3.4 Rancangan yang Digunakan.....	28
3.5 Peralatan Yang Digunakan.....	28

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat.....	29
4.1.1 Berat Jenis dan Absorpsi	29
4.1.2 Berat Volume Agregat.....	32
4.1.3 Susunan Butir Agregat	33
4.1.4 Kandungan Bahan Organik	35
4.2 Rancangan Campuran.....	35
4.2.1 Penentuan Harga Fineness Modulus Rencana.....	35
4.2.2 Rancangan Campuran Beton	37
4.3 Pembuatan Benda Uji.....	41
4.4 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	42
4.5 Seleksi Data.....	43
4.6 Analisis Varian Pengaruh Susunan Butir Agregat Campuran Terhadap Kuat Tekan Beton.....	46
4.7 Hubungan Tegangan Regangan Beton	50
4.8 Analisis Regresi.....	51
4.9 Analisis Varian untuk Pengujian Nyata Regresi	51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	55

Daftar Kepustakaan	56
---------------------------------	----

Lampiran	57
-----------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Agregat sebagai salah satu bahan untuk campuran beton yang terdiri atas pasir dan kerikil merupakan bahan yang mudah didapat dan mampu menahan gaya tekan yang besar. Agregat yang digunakan untuk campuran beton biasanya diambil dari sungai disebut kerikil dan pasir.

Pada penelitian ini susunan butir agregat campuran dinyatakan dengan harga fineness modulus (FM).

1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian bertujuan untuk mengetahui apakah kuat tekan beton dipengaruhi oleh perbedaan susunan butir agregat campuran (gradasi) yang dalam hal ini dinyatakan dalam harga fineness modulus agregat campuran. Penelitian ini diharapkan dapat mengungkapkan apakah susunan butir agregat campuran berpengaruh terhadap kuat tekan beton.

1.3 Permasalahan

Dalam hal ini permasalahan yang timbul antara lain adalah walaupun nilai hasil dari test slump sudah ditentukan, tetapi sulit untuk menemukan kadar air yang tepat untuk mencocokkannya terhadap kuat tekan beton itu sendiri.

1.4 Pembatasan Masalah

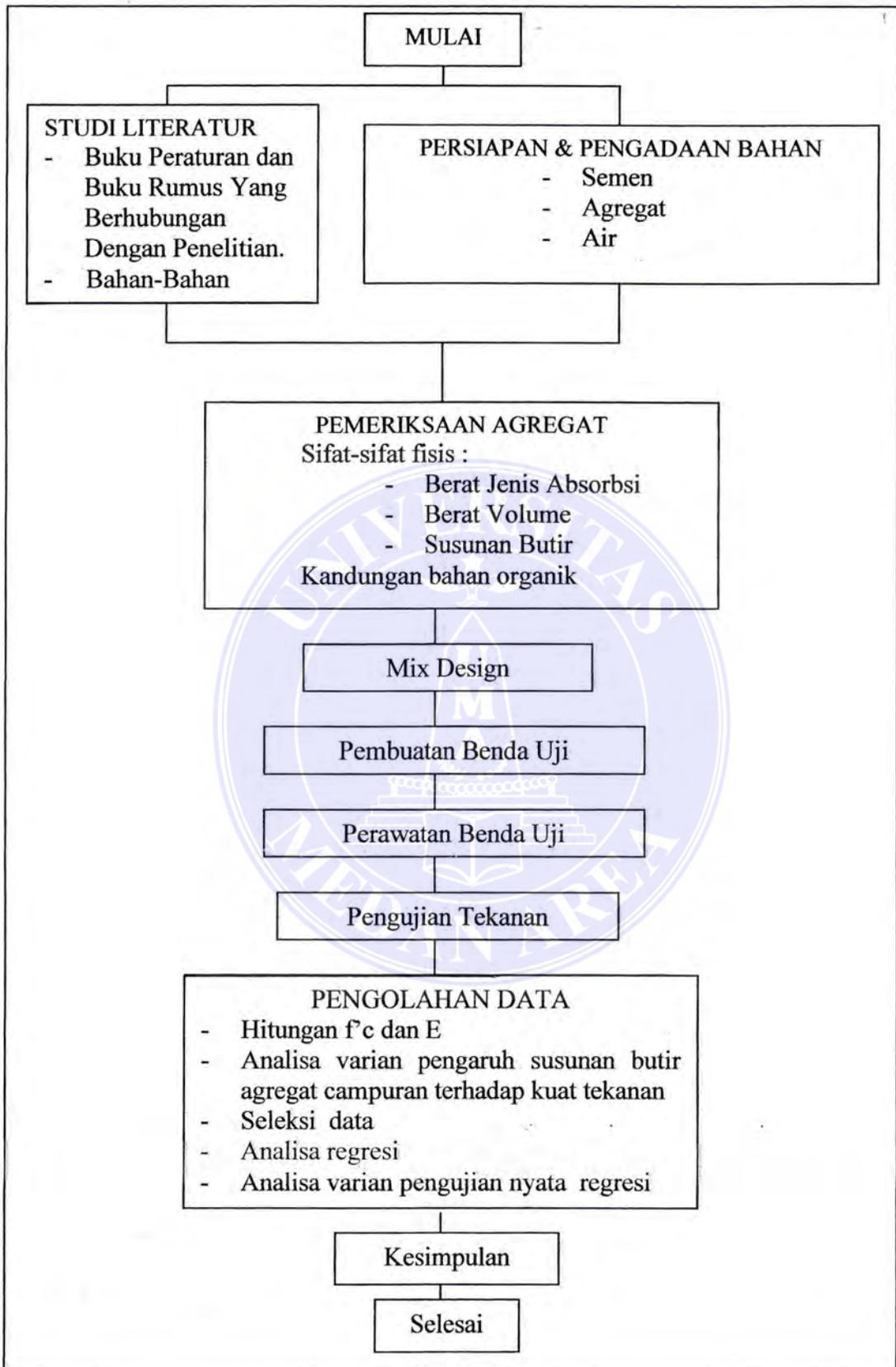
Harga fineness modulus yang diambil merujuk grafik susunan/butiran agregat campuran pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971, masing-masing 4,25; 4,67; 5,07; 5,65 dan 6,32. Faktor air semen (FAS) yang diambil

adalah 0,55 dan 0,60. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm tinggi 30 cm sebanyak 100 buah.

1.5 Metodologi

Selama melaksanakan penelitian, penyusun telah mendapatkan data yang diperoleh dari beberapa pengkajian. Untuk memperoleh data tersebut, penyusun melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Melakukan studi kepustakaan (literatur) untuk melengkapi penulisan Skripsi ini;
2. Mempersiapkan bahan-bahan yang akan diuji/diteliti;
3. Pemeriksaan terhadap bahan-bahan yang akan diuji/diteliti yang nantinya akan dicampur menjadi suatu *mix design* yang sesuai dengan pembatasan masalah;
4. Membuat benda yang akan diuji/diteliti yaitu silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 100 sampel;
5. Melakukan perawatan benda uji dengan cara merendam dengan waktu yang ditentukan;
6. Pengujian kuat tekan yang akan mendapatkan data yang kemudian diolah dengan cara Hitungan f'_c dan E , Analisa varian pengaruh susunan butir agregat campuran terhadap kuat tekanan, seleksi data, analisa regresi, analisa varian pengujian nyata regresi;
7. Konsultasi dengan dosen pembimbing lalu mengambil kesimpulan.



Gambar 1 Bagan Alir Metode Penelitian

UNIVERSITAS MEDAN AREA

BAB II

STUDI KEPUSTAKAAN

Bab ini menyajikan teori-teori yang mendukung permasalahan dalam penelitian ini. Teori-teori tersebut berkenaan dengan sifat-sifat fisis agregat, fineness modulus, komposisi campuran beton, mutu adukan beton, pengujian kuat tekan, sifat-sifat umum tegangan dan regangan beton dan analisis data.

2.1 Sifat-Sifat Fisis Agregat

Mutu agregat dipengaruhi oleh gradasi, kekerasan butiran, berat jenis dan kadar lumpur, karena itu diperlukan pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisis agregat. Dasar yang digunakan untuk pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat ini adalah metode standar *American Society for Testing of Material (ASTM)*, *British Standard (BS)*, *American Concrete Institute (ACI)*, dan *PBI N.I-2 1971*.

2.1.1 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat

Orchard (1979) menyatakan bahwa kerikil yang baik mempunyai berat jenis antara 2,6-2,7; sedangkan pasir yang baik mempunyai berat jenis lebih besar dan 2,6. Absorpsi dari agregat yang baik berada dalam rentang 0,4% - 1,9%. Troxel dalam bukunya seperti yang dikutip oleh Rahman I.A (1988) menyatakan bahwa kerikil yang baik mempunyai berat jenis antara 2,5 - 2,8; sedangkan pasir antara 2,0 - 2,6. Absorpsi yang disyaratkan untuk kerikil adalah antara 0,5% - 1,0% dan pasir berada dalam interval 0% - 2%.

2.1.2 Berat Volume Agregat

British Standard 812 seperti yang dikutip oleh Orchard (1979) menyatakan bahwa berat volume agregat yang baik untuk material beton adalah lebih besar dan pada 1,445 kg/l sedangkan menurut Troxel berat volume kerikil yang baik adalah 1,56 kg/l dan untuk pasir 1,40 kg/l.

2.2 Kandungan Bahan Organik dalam Agregat

Kandungan bahan organik dalam agregat diperiksa atau ditentukan dari beberapa tingkat kepekatan warna berdasarkan percobaan Abram's Harder. Beberapa kemungkinan yang terjadi dari hasil pemeriksaan ini adalah sebagai berikut:

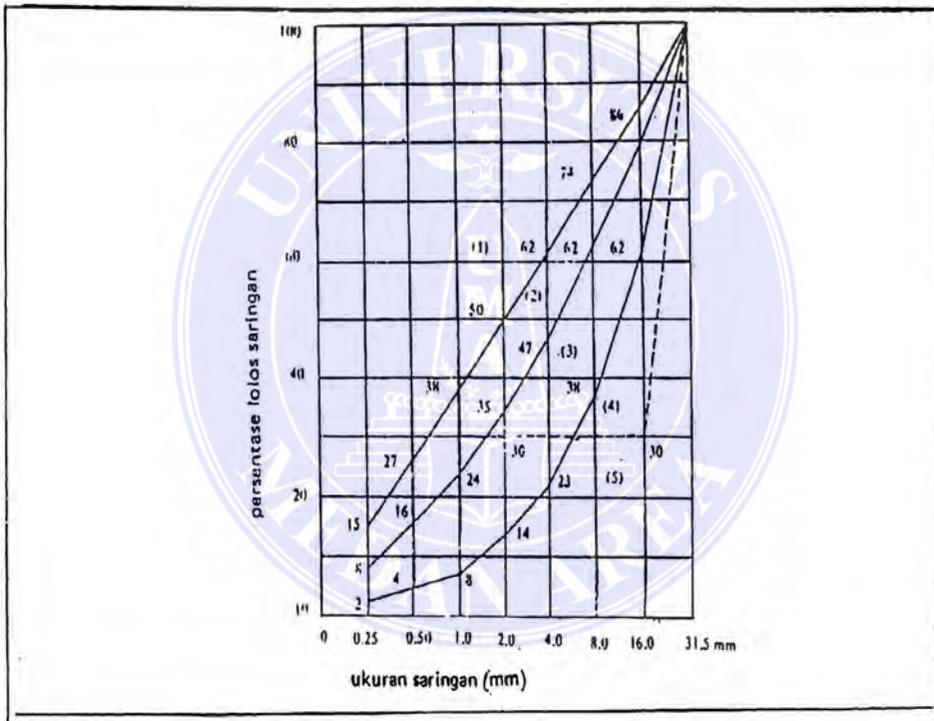
1. Cairan berwarna jernih, artinya pasir bebas dari bahan organik,
2. Cairan berwarna kuning muda, artinya pasir dapat digunakan sebagai bahan pembentuk beton,
3. Cairan berwarna kuning tua, artinya pasir mengandung banyak bahan-bahan organik.

Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971) pasal 3.3 ayat 4 menyatakan bahwa agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna Abram's Harder, Agregat halus yang tidak memenuhi syarat percobaan warna ini dapat juga dipakai, bila kuat tekan beton dengan menggunakan agregat tersebut pada umur 7, 28 hari minimal 95% dari kuat tekan beton yang menggunakan agregat yang sama tetapi sudah bersih dari bahan-bahan organik.

2.3 Fineness Modulus

PBI (1971), menetapkan bahwa susunan butir agregat beton harus

diperiksa dengan melakukan analisis ayakan. Susunan ayakan disusun dengan susunan ayakan yang mempunyai lubang-lubang persegi dengan ukuran lubang berturut-turut 31,5; 16; 8; 4; 2; 1; 0,50 dan 0,25 mm. Standar ASTM (1979) yang disesuaikan dengan ketentuan-ketentuan PBI 1971, mempunyai harga fineness modulus untuk agregat campuran berkisar 4,0 hingga 7,0 dengan susunan ayakan yang digunakan berturut-turut 31,5 mm; 19,1 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,59 mm; 0,29 mm dan 0,149 mm. Untuk lebih jelasnya susunan butirannya dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Daerah Susunan Butiran Agregat Campuran Dengan Diameter Maximum 31,5 mm

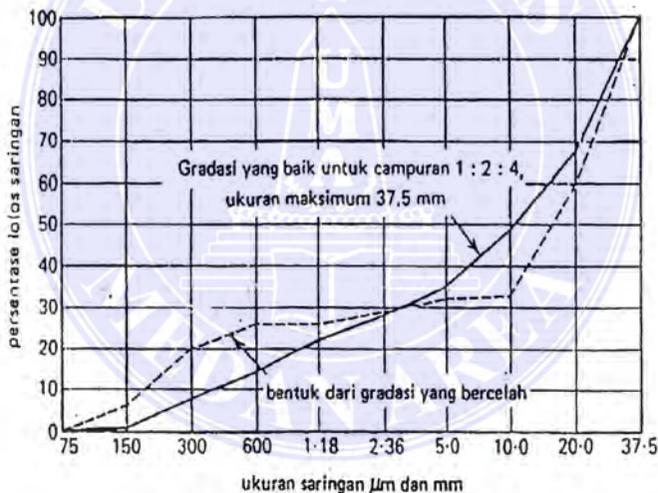
Sumber: Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971

Angka-angka yang terdapat dalam kurung menunjukkan arti sebagai berikut :

- 1) Daerah tidak baik, diperlukan terlalu banyak semen dan air,
- 2) Daerah baik, tetapi diperlukan banyak semen dan air,

- 3) Daerah sangat baik sekali,
- 4) Daerah baik untuk susunan butir diskontinyu,
- 5) Daerah tidak baik, terlalu sulit untuk dikerjakan.

Menurut Neville, AM (1973) harga fineness modulus untuk agregat campuran berkisar antara 2,3-3,0 dengan susunan ayakan yang digunakan berturut-turut 9,6 mm; 5,0 mm; 2,36 mm; 1,18mm; 0,6mm; 0,3 mm dan 0,15 mm sedangkan menurut Murdock (1973) harga fineness modulus untuk agregat campuran berkisar antara 5,7 - 5,8 dengan susunan ayakan yang digunakan berturut-turut 37,5 mm; 20 mm; 10 mm; 5 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 600 mm; 300 mm; 150 mm dan 75 mm. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 3. Kurva Gradasi Pada Diameter Maximum 31,5 mm

Sumber: Murdock, L.J (1991)

2.4 Komposisi Campuran Beton

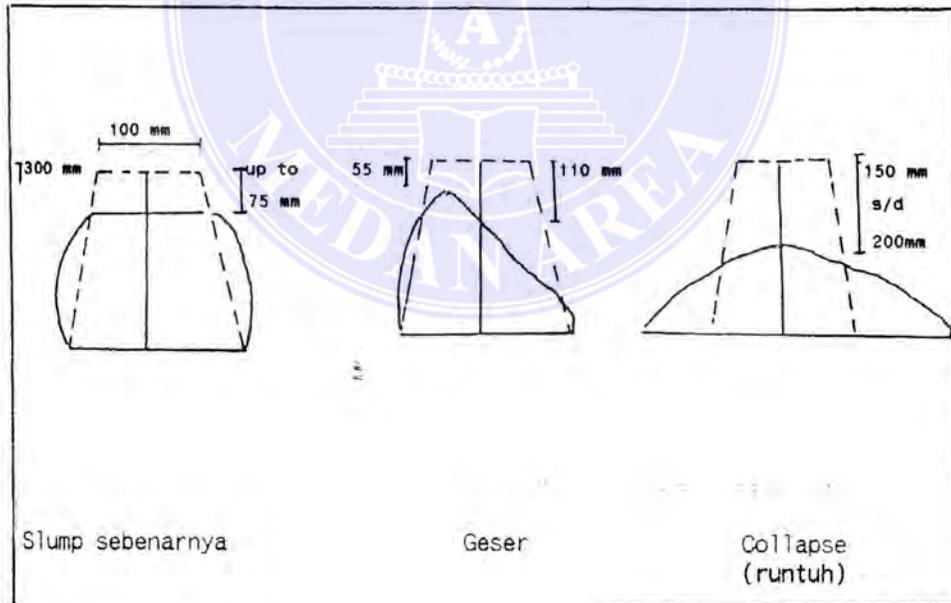
Rancangan beton (*mix design*) didasarkan pada metode perhitungan yang disarankan oleh ACI Standard dengan menggunakan tabel-tabel seperti yang diperlihatkan pada Lampiran B.

Penggunaan rumus Dobokugakai sangat membantu dalam menentukan bagian dari setiap material yang dipakai. Untuk harga fineness modulus agregat campuran rencana diambil sebesar 4,25; 4,67; 5,07; 5,65; dan 6,32.

2.5 Pemeriksaan Mutu Adukan

Pemeriksaan mutu adukan bertujuan untuk mengontrol kembali campuran beton yang telah direncanakan apakah telah sesuai dengan yang diharapkan. Pemeriksaan mutu adukan ini meliputi pemeriksaan slump, berat volume, kandungan udara dalam beton, suhu mortal dan suhu kamar pada saat melakukan pengadukan beton.

Pemeriksaan slump menurut Abram's Harder bertujuan untuk mengukur kekentalan mortal sebelum dipadatkan. Besarnya nilai slump adalah besarnya penurunan tinggi mortal setelah kerucut diangkat vertikal ke atas. Gambar 4 memperlihatkan beberapa jenis slump yang mungkin terjadi pada beton:



Gambar 4. Jenis Slump

Sumber: Murdock (1991)

Kadar udara dalam adukan beton yang menggunakan semen Portland Type I menurut Orchard (1979) berada sekitar 0,5% - 2,5%.

Temperatur air pengaduk beton menurut ASTM tidak boleh melebihi 23°C dan air untuk perawatan beton 20°C. Temperatur kamar dan material beton berkisar antara 20°C-27°C. *American Concrete Institute 305-72* menyarankan suhu mortal maksimum sekitar 32°C. Hal ini mengingat reaksi kimia yang terjadi pada saat semen mengadakan ikatan dan pengerasan diikuti oleh pelepasan panas.

2.6 Kuat Tekan Beton dan Sifat-Sifat Umum Tegangan Regangan Beton

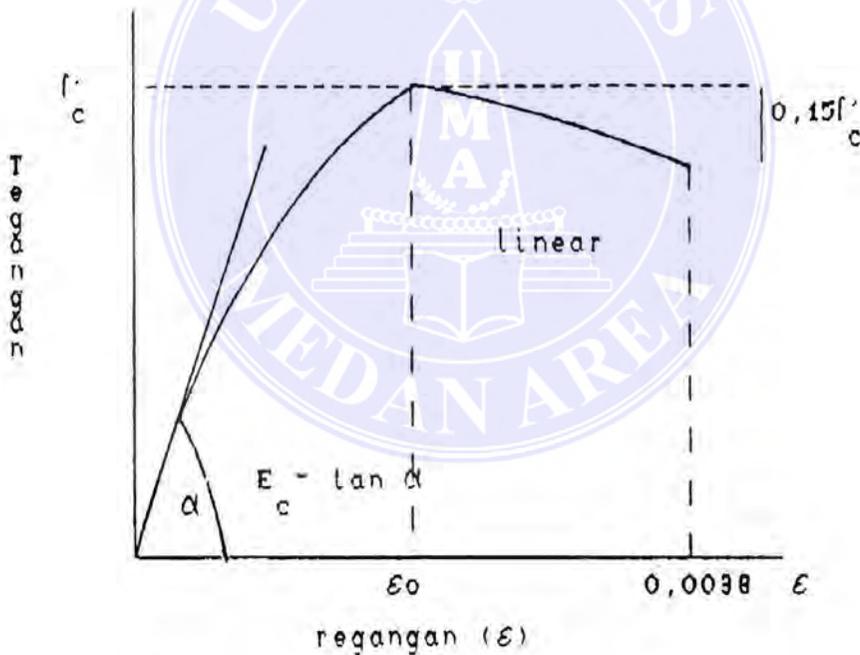
Kuat tekan beton dan sifat-sifat umum tegangan dan regangan sangat tergantung dari faktor air semen, tingkat pemadatan yang dilakukan dan mutu material yang digunakan. Murdock dan Brook (1991) melaporkan bahwa kuat tekan beton tidak hanya dipengaruhi oleh kedua faktor tersebut di atas saja, tetapi juga dipengaruhi oleh jenis dan kualitas semen yang dipakai, jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat, efisiensi dan perawatan, suhu dan umur beton.

Granholm (1965) menyatakan bahwa garis lengkung pada diagram tegangan regangan mempunyai ciri-ciri tertentu, yaitu garis akan terus naik sampai mencapai tegangan maksimum dan kemudian menurun. Bentuk garis lengkung mulai dari nol sampai mencapai puncak tegangan maksimum agak teratur namun setelah itu menjadi tidak teratur. Besar tegangan maksimum terjadi pada regangan 0,0015 sampai 0,0020.

Wang dan Salmon (1986) menyatakan bahwa hubungan tegangan regangan beton memperlihatkan hubungan yang tidak berbanding lurus atau non linier untuk tegangan di atas setengah dari kuat tekan silinder beton. Distribusi tegangan regangan atau stress block beton yang berpola linier di bawah setengah

dari kuat tekan beton maksimum, akan segera memperlihatkan nonlinier begitu melewati batas setengah kuat tekan maksimum. Hubungan kurva tegangan regangan selanjutnya akan mengikuti kurva parabolik hingga mencapai kuat tekan maksimum dan melandai seiring dengan pengurangan tegangan dan penambahan regangan secara tidak proporsional.

Park dan Paulay (1975) mengatakan bahwa garis diagram hubungan tegangan regangan pada saat setengah dari kuat tekan beton hampir berupa garis lurus. Puncak kurva relatif tajam untuk beton mutu tinggi dan relatif mendatar untuk beton mutu rendah. Besarnya nilai regangan maksimum dari grafik tersebut adalah 0,0038.



Gambar 5. Kurva Hubungan Tegangan Regangan Silinder Beton Yang Disederhanakan

Sumber: Park dan Paulay (1975)

Hubungan kuat tekan dan regangan beton diperoleh dari data hasil tes kuat tekan silinder beton sentrik dan data perpindahan dari pembacaan deflection dial. Besarnya kuat tekan yang timbul dapat dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

di mana :

$f'c$ = Kuat tekan yang timbul (kg/W)

P = Beban yang bekerja (kg)

A = Luas tampang (cm)

Besarnya regangan yang timbul akibat pembebanan dapat dihitung dengan rumus :

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

dimana :

ε = Regangan

Δl = Jarak perpindahan yang terjadi dalam arah pembebanan (cm)

l = Jarak frame gage (20 cm)

Perbandingan antara besarnya tegangan yang diperoleh dengan besarnya regangan disebut modulus elastisitas dan dihitung dengan rumus :

$$EC = \frac{f'c}{\varepsilon} \dots\dots\dots(2.3)$$

Wang dan Salmon (1986) menyatakan bahwa modulus elastisitas beton naik sesuai dengan kuat tekan beton dan semakin bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton.

2.7. Analisis Data

2.7.1 Analisis varian pengaruh Perbedaan Susunan Butir Agregat Campuran (Gradasi) terhadap Kuat Tekan Beton

Analisis varian menurut Hines dilakukan untuk mengetahui apakah perbedaan susunan butir agregat campuran (gradasi) dalam hal ini harga fineness modulus berpengaruh nyata terhadap kuat tekan beton. Metode yang dipilih adalah analisis varian untuk rancangan faktorial dua arah model efek tetap.

2.7.2 Seleksi Data

Seleksi data dilakukan secara statistik dan data hasil pengujian kuat tekan beton. Baik tidaknya penyebaran tersebut dapat dilihat dan simpangan baku (*standar deviation*) atau yang terjadi. Besarnya simpangan baku ini tergantung dari tingkat ketelitian pelaksanaan dan pengawasan. Semakin kecil simpangan baku yang timbul akan semakin baik, karena nilai *co* variannya menjadi lebih kecil yang berarti bahwa pekerjaan yang dilakukan semakin teliti. Besarnya simpangan baku dihitung dengan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} \dots\dots\dots(2.5)$$

di mana:

s = Simpangan baku

Xi = Kuat tekan masing-masing benda uji (kg/cm²)

\bar{X} = Kuat tekan rata-rata (kg/cm²)

n = Jumlah benda uji

2.7.3 Analisis Regresi

Analisis regresi umumnya dipakai untuk menganalisa hubungan antara dua variabel atau lebih. Variabel-variabel yang harus diketahui dalam analisis regresi adalah variabel-variabel yang mempengaruhi dan yang dipengaruhi. Variabel yang mempengaruhi disebut variabel bebas independent variabel dan variabel yang dipengaruhi disebut variabel terikat (*dependent variabel*). Analisis regresi berganda digunakan pada variabel bebas (*independent variabel*) yang lebih dari satu. Regresi berganda adalah salah satu teknik statistik yang digunakan secara luas.

Persamaan garis atau kurva yang mewakili kedua variabel tersebut diperoleh dari data yaitu (x_i, y_i) dimana $i = 1, 2, \dots, n$. Kedua data tersebut diplot kedalam salib sumbu kartesian dan kemudian titik-titik tersebut akan membentuk titik pencar, yang disebut dengan diagram pencar (*scatter diagram*).

Berdasarkan pada diagram pencar tersebut, akan didapat garis atau kurva pendekatan yang mewakili kedua kumpulan titik tersebut. Garis atau kurva pendekatan ini dinamakan garis penduga (*approximating curve*), seperti yang dikutip Sudjana (1989). Apabila garis penduga ini mendekati trend sebuah garis lurus, maka dikatakan adanya hubungan linear antara kedua kelompok data. Sebaliknya, apabila garis penduga menyimpang dari trend sebuah garis lurus, maka dikatakan adanya hubungan nonlinear antara kedua kelompok data tersebut.

Garis penduga yang dianggap paling mewakili adalah garis yang dibuat sedemikian rupa sehingga "*total error*" yang mungkin terjadi dapat ditekan sekecil mungkin. Ada dua metode pendekatan yang digunakan untuk memperkecil "*error*" yang ada. Kedua metode tersebut adalah metode kuadrat terkecil dan

metode interpolasi. Metode kuadrat terkecil (*least square method*) masih dianggap yang terbaik dewasa ini. Metode kuadrat terkecil dipakai untuk data yang diperkirakan adanya kesalahan cukup besar dari data, sedangkan metode interpolasi berdasar pada data yang diketahui sangat benar. Metode kuadrat terkecil cocok digunakan untuk meminimumkan jumlah kuadrat dari kesalahan (*error*).

Garis atau kurva penduga yang mewakili titik-titik dalam diagram pencar dapat berupa garis lurus (*linear*) atau dapat berupa garis lengkung (*non linear*). Regresi "linear berganda digunakan untuk diagram pencar yang berupa garis lurus dan regresi nonlinear berganda digunakan untuk diagram pencar yang berupa garis lengkung.

Data kuat tekan beton adalah sebagai variabel terikat (*dependent variabel*) sedangkan faktor air semen dan fineness modulus sebagai variabel bebas (*independent variabel*). Persamaan regresi berganda yang paling cocok dari ketiga model regresi tersebut adalah regresi yang koefisien determinasinya paling besar dibandingkan dengan yang lainnya.

Koefisien determinasi (*R square*) sering dipergunakan untuk mempertimbangkan ketepatan sebuah model regresi. Namun bukan berarti *R square* yang besar akan memberikan pendugaan yang akurat terhadap suatu model regresi dan suatu observasi. Hal ini disebabkan oleh :

- a. *R square* tidak mengukur besarnya slope garis regresi,
- b. *R square* tidak menyatakan secara langsung curamnya slope,
- c. *R square* tidak mengukur kelayakan garis regresi.

2.7.4 Analisis Varian Untuk Pengujian Nyata Regresi

Model regresi yang diperoleh dalam bentuk sebuah persamaan perlu dilihat kesesuaiannya dengan melakukan uji analisis varian regresi. Analisis varian pengujian nyata regresi ini dilakukan menurut Hines dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Analisis Varian untuk Nyata Regresi Dalam Regresi Berganda

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rata-rata Kuadrat	F ₀
Regresi	SS _R	k	$MS_R = \frac{SS_R}{K}$	$MS_R = \frac{SS_R}{K}$
Error	SS _E	n-k-1	$MS_E = \frac{SS_E}{n-K-1}$	
Total	Syy	n-1		

di mana :

$$Syy = y^1 y - \frac{\left[\sum_{i=1}^n y_i \right]^2}{n} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$SS_R = \bar{\beta}^1 x^1 y - \frac{\left[\sum_{i=1}^n y_i \right]^2}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$SS_E = Syy - SS_R = y^1 y - \bar{\beta}^1 x^1 y \dots\dots\dots (2.8)$$

Berdasarkan perhitungan di atas, model regresi yang dipilih dianggap sesuai jika FO hasil perhitungan lebih besar dari persentase titik distribusi, pada = 0,05 atau F₀ > F_{0,05;k;n-k-1}. Jika F, perhitungan lebih kecil dari persentase titik distribusi F pada = 0,05 maka model regresi yang dipilih tidak sesuai dan dicoba dengan model regresi yang lain.

BAB III

METODE PENELITIAN

Perkembangan teknologi beton sampai sekarang ini adalah dan hasil karya penelitian yang semakin intensif dilaksanakan selama ini. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat-sifat dan mutu beton yang disyaratkan suatu konstruksi dapat dibuat dengan mudah sesuai spesifikasi yang ditentukan. Perhatian pada mutu bahan yang dipergunakan sangat penting untuk memperoleh hasil yang baik.

3.1 Sumber Data

Penelitian ini ingin menjawab pertanyaan apakah susunan butir agregat campuran yang digunakan untuk adukan beton berpengaruh terhadap kuat tekannya. Sebagai variabel bebas (*independent variabel*) yang dipilih adalah dua macam faktor air semen (FAS) dengan lima taraf (level) susunan butir agregat yang dinyatakan dalam fineness modulus (FM) dengan lima taraf pula. Sebagai variabel terikat (*dependent variabel*) adalah kuat tekan beton yang diperoleh dari pengujian kuat tekan beton benda uji silinder.

3.2 Material Yang Digunakan

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland, agregat halus, agregat kasar dan air. Semen Portland yang digunakan adalah semen Portland type I produksi PT. Semen Andalas Indonesia. Pemeriksaan terhadap mutu semen Portland tidak dilakukan lagi karena semen Portland yang digunakan telah memenuhi Standar Industri Indonesia, SII No. 001381. Pemeriksaan hanya di lakukan dengan melihat apakah kantong pembungkus dan kehalusan masih dalam keadaan baik.

Agregat halus yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 3/8 (diameter 9,52 mm) dan tertinggal di atas saringan No. 100 (diameter 0,149 mm). Agregat kasar yang digunakan adalah kerikil yang lolos saringan 31,5 mm. Air yang digunakan adalah air PDAM yang tersedia di lokasi penelitian. Air tersebut sudah memenuhi syarat Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBBI) 1982 yaitu bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, benda terapung dan garam-garaman.

Perawatan benda uji dilakukan dalam bak air yang terdapat di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara (USU).

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan ini meliputi perencanaan fineness modulus rencana dengan mengambil susunan butir (*sieve analysis*) rujukan adalah grafik daerah susunan butir agregat campuran dengan diameter maksimum 31,5 mm.

Jumlah benda uji yang direncanakan berjumlah 100 buah benda uji silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Kelompok kuat tekan dipilih dua kelompok yaitu kuat tekan beton benda uji yang dihasilkan oleh faktor air semen 0,55 dan 0,60. Kelompok susunan butir agregat campuran dipilih harga lima level fineness modulus agregat yaitu 4,24; 4,67; 5,07; 5,65 dan 6,32. Untuk lebih jelasnya pembagian benda uji dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Pengelompokan Jumlah Benda Uji untuk Setiap Perlakuan

FAS	Harga Fineness Modulus					TOTAL
	4,25	4,67	5,07	5,65	6,32	
0,55	10	10	10	10	10	50
0,60	10	10	10	10	10	50
TOTAL	20	20	20	20	20	100

Sumber: Penelitian Laboratorium Tahun 2007

3.3.2 Pengukuran Berat Jenis dan Absorpsi

Pengukuran berat jenis dan absorpsi agregat dilakukan berdasarkan British standard 812. Peralatan-peralatan yang digunakan adalah gelas Thaulow's dan penutupnya, timbangan merek Maruto type C.158. A kapasitas 5000 gr, tongkat besi penumbuk berdiameter 10 mm dengan panjang 150 mm, konis pasir dengan diameter alas 90 mm, diameter atas 40 mm dan tinggi 70 mm.

Agregat halus dan agregat kasar diambil secara acak dan masing-masing tumpukannya kira-kira 10 kg kemudian direndam dalam air selama 24 jam agar kedua jenis agregat tersebut jenuh air. Agregat yang telah direndam tersebut kemudian dihamparkan di lantai agar permukaannya menjadi kering dengan cara membalik-balikkan secara merata.

Keadaan kering air permukaan agregat halus dapat diketahui dengan percobaan konis pasir yaitu dengan cara memasukkan agregat yang telah diangin anginkan tadi ke dalam konis pasir yang terdiri atas tiga lapisan. Setiap lapisan agregat dipadatkan dengan menggunakan tongkat besi berdiameter 10 mm dan panjang 150 mm dengan cara menjatuhkan tongkat tersebut ke atas setiap lapisan sebanyak 25 kali secara merata. Setelah permukaan diratakan lalu konis pasir diangkat secara vertikal ke atas. Jika agregat sudah dalam keadaan sebagian

runtuh, hal ini menunjukkan bahwa agregat tersebut dalam keadaan kering air permukaan.

Keadaan kering air permukaan untuk agregat kasar dapat diketahui dengan cara pemeriksaan secara visual terhadap perubahan warna yang terjadi pada agregat tersebut. Jika agregat tersebut berwarna abu-abu, hal ini menunjukkan bahwa agregat tersebut dalam keadaan kering permukaan.

Pemeriksaan kering air permukaan kedua jenis agregat ini dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang diusulkan oleh Dobokugakai yang dikutip oleh Rahman, I.A (1983).

Pasir dalam keadaan kering air permukaan tadi kemudian dimasukkan dalam gelas Thaulow's dan ditimbang beratnya. Kemudian gelas diisi penuh dengan air bersih dan selanjutnya ditutup rapat dengan menggunakan plat kaca, lalu gelas tersebut dibalik-balikkan beberapa kali agar semua udara yang ada di dalam pasir dapat keluar. Pekerjaan ini terus dilakukan sehingga benar-benar tidak ada lagi gelembung udara di dalam gelas. Gelas, pasir, air dan penutupnya kemudian ditimbang beratnya setelah bebas dari udara. Selanjutnya adalah menimbang gelas, air dan penutupnya saja.

Berdasarkan pekerjaan di atas dapat dihitung berat jenis agregat yaitu perbandingan antara berat sejumlah volume agregat tanpa rongga udara dengan berat air pada volume yang sama.

Berat jenis pasir kering air permukaan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Sg_{(sada)} = \frac{Ws}{Ws - Wcsw' + Wcw''} \dots\dots\dots(3.1)$$

di mana :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

$Sg_{(sad)}$ = Berat jenis kering air permukaan

W_s = Berat agregat kering air permukaan (gram)

W_{CSW}^I = Berat gelas berisi air dan agregat (gram)

W_{CW}^{II} = Berat gelas dan air (gram)

Berat jenis pasir kering oven diperoleh dengan cara membuang air yang bercampur dengan agregat dan kemudian dioven selama 24 jam dengan temperatur berkisar antara 100°C hingga 110°C lalu pasir ditimbang beratnya.

Berat jenis kering oven dapat dihitung dengan rumus:

$$Sg_{(od)} = \frac{Wd}{W_s - W_{CSW}^I + W_{CW}^{II}} \dots\dots\dots(3.2)$$

di mana :

$Sg_{(od)}$ = Berat jenis kering oven

W_s = Berat agregat kering oven (gram)

Absorpsi yaitu persentase perbandingan antara berat air yang diserap oleh agregat pada keadaan kering permukaan dengan berat agregat pada keadaan kering oven.

Perrntungan absorpsi dari setiap agregat halus dan agregat kasar dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$W = \frac{(W_s - Wd)}{Wd} \times 100 \dots\dots\dots(3.3)$$

di mana :

W = Absorpsi (%)

Langkah pemeriksaan dan perhitungan absorpsi untuk kedua jenis agregat tersebut dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing agregat. Harga yang diambil adalah harga rata-rata ketiga sampel yang diuji tersebut.

Kerikil yang dalam keadaan kering permukaan dihitung berat jenisnya dengan cara memasukkan sejumlah sampel ke dalam keranjang, kemudian ditimbang beratnya bersama-sama. Pemeriksaan berat jenis kerikil ini menggunakan timbangan merek Maruto type C.158.A yang tersedia di laboratorium. Berat jenis kerikil kering air permukaan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Sg_{(sad)} = \frac{W_s}{W_s - W_w} \dots\dots\dots(3.4)$$

di mana:

W_w = Berat kerikil dalam air (gram)

Pemeriksaan berat jenis kerikil kering oven sama dengan pemeriksaan terhadap pasir. Perhitungan berat jenis kering oven dapat dihitung rumus:

$$Sg_{(od)} = \frac{W_s}{W_s - W_w} \dots\dots\dots(3.5)$$

Hasil perhitungan berat jenis dan absorpsi ini dapat dilihat pada Tabel 6 Halaman 36.

3.3.3 Pengukuran Berat Volume

Pengukuran berat volume agregat didasarkan pada metode British Standard 812. Agregat kasar dan agregat halus diambil secara acak sebanyak kira-kira 2 kg, kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada temperatur sekitar 100°C.

Berat volume ini diperiksa dengan bantuan timbangan yang mempunyai kapasitas 50 kg dan kontainer yang mempunyai volume 1,552 liter. Agregat yang telah kering oven tadi kemudian dimasukkan ke dalam kontainer sebanyak tiga lapisan. Volume tiap lapis diusahakan lebih kurang sama besarnya. Pematatan

dilakukan pada tiap lapisan dengan menggunakan tongkat best berdiameter 16 mm dan panjang 600 mm. Agregat kemudian ditumbuk dengan menggunakan tongkat besi tersebut sebanyak 25 kali dengan tinggi jatuh 25 cm untuk tiap lapisan. Setelah penumbukan selesai, permukaan agregat diratakan sejajar dengan permukaan kontainer lalu ditimbang beratnya. Berdasarkan berat agregat, kontainer serta volume kontainer yang dipakai, berat volume agregat dapat dihitung.

Berat volume agregat yaitu perbandingan antara berat agregat dalam kontainer dengan volume dari kontainer tersebut. Perhitungan berat volume dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$W_v = \frac{(W_{ca} - W_c)}{V_c} \dots\dots\dots(3.6)$$

di mana:

W_v = Berat volume (kg/l)

W_{ca} = Berat kontainer + agregat pemadatan (kg)

W_c = Berat kontainer (kg)

V_c = Volume kontainer (l)

3.3.4 Pengukuran Susunan Butir

Pengukuran susunan butir agregat campuran dilakukan terhadap kedua jenis agregat tadi. Agregat yang dipakai dalam pengukuran ini harus agregat kering oven. Agregat halus dan agregat kasar diambil secara acak sebanyak masing-masing 500 gram dan 1500 gram. Saringan yang digunakan untuk pengukuran ini adalah saringan buatan pabrik Maruto Testing Machine, Jepang. Susunan saringannya didasarkan pada ketentuan dari ASTM. Diameter dari saringan tersebut adalah 31,50 mm; 19,10 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm;

1,19 mm; 0,59 mm; 0,279 mm; dan 0,149 mm.

Agregat yang akan diukur susunan butirnya kemudian dimasukkan ke dalam saringan yang telah disusun berdasarkan ketentuan ASTM tadi, kemudian saringan digetar-getarkan agar butir butiran agregat yang lebih halus dapat turun ke saringan berikutnya. Agregat yang tinggal di atas saringan saringan ditimbang beratnya dengan menggunakan timbangan merek Maruto type C.158.A berkapasitas 5000 gram. Demikian seterusnya sampai diameter yang paling kecil hingga diperoleh sisa dan hasil pengukuran tadi.

Pengukuran susunan butir ini dilakukan tiga kali untuk masing-masing agregat yang kemudian dihitung harga rata-ratanya. Berdasarkan persentase berat agregat yang tertinggal di atas tiap saringan akan diperoleh harga kumulatif dan derajat kehalusan (*fineness modulus*).

3.3.5 Pemeriksaan Kandungan Bahan Organik

Pemeriksaan kandungan bahan organik bertujuan untuk melihat material yang digunakan untuk campuran beton memenuhi syarat agregat beton atau tidak. Kandungan bahan organik dalam material sangat mengganggu proses pengikatan beton, sehingga dapat menurunkan kuat tekan beton itu sendiri. Material harus bersih dan bebas dari kandungan bahan organik untuk memperoleh campuran beton yang baik.

Pemeriksaan kandungan bahan organik ini dikhususkan pada agregat halus. Metode pemeriksian didasarkan pada ASTM C40-73 yaitu percobaan warna Abram's Harder dan sesuai dengan PBI N1-2 1971. Agregat halus dimasukkan ke dalam gelas ukur sebanyak 130 ml, kemudian ditambahkan larutan Natrium Hydroxida (NaOH) 3% hingga volume gelas menjadi 200 ml. Campuran lalu

diaduk hingga merata dan dibiarkan selama 24 jam, setelah 24 jam diamati warna cairan dalam gelas ukur tersebut.

3.3.6 Rancangan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton (*mix design*) dirancang dengan mengambil analogi Metode ACI Standard 211.1-77, dengan slump rencana berada 8-10 cm, diameter agregat maksimum lolos # 31,5 mm, kebutuhan air untuk 1 m³ mortal adalah 186,33 kg. Hasil yang diperoleh akan dapat diketahui komposisi dan agregat halus dan agregat kasar.

Komposisi campuran beton pada penelitian ini dirancang berdasarkan faktor air semen 0,55 dan 0,60. Hasil perhitungan rancangan campuran beton diperlihatkan pada Tabel 11 Halaman 45.

3.3.7 Perbandingan Campuran Agregat Halus dan Agregat Kasar

Menurut Dobokugakai, yang dikutip Rahman, I.A dan Hanafiah, A (1983) menerangkan bahwa untuk memperoleh perbandingan campuran agregat digunakan persamaan Fineness Modulus Campuran yaitu:

$$FM_{(camp)} = FM_{(fa)} \cdot X + FM_{(ka)} \cdot (1 - X) \dots\dots\dots (3.7)$$

di mana:

- FM_(fa) = Fineness modulus agregat halus
- FM_(ka) = Fineness modulus agregat kasar
- FM_(camp) = Fineness modulus agregat campuran rencana
- X = Bagian dari agregat halus
- (1-X) = Bagian dari agregat kasar

Berdasarkan perhitungan awal harga fineness modulus campuran rencana diambil sebesar 4,25; 4,67; 5,07; 5,65 dan 6,32.

3.3.8 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Benda uji seluruhnya berjumlah 100 buah dengan fineness modulus 5 level dan faktor air semen 2 level. Harga fineness modulus yang dipakai adalah 4,25; 4,67; 5,07; 5,65 dan 6,32 serta faktor air semen 0,55 dan 0,60. Jumlah benda uji untuk tiap perlakuan adalah 10 buah.

Pembuatan benda uji dilakukan untuk satu perlakuan satu kali pengecoran. Pekerjaan pengecoran dilakukan sesuai dengan jumlah mortal yang di rencanakan dan kapasitas molen yang tersedia. Molen yang digunakan molen yang digerakkan oleh elektro motor berkapasitas adukan 150 liter adukan, merek Maruto Testing Machine, Jepang.

Pekerjaan pengecoran dimulai dengan menimbang semua material sesuai perbandingan campuran yang telah dirancang sebelumnya.

Selanjutnya cetakan silinder diolesi dengan oli agar dapat memudahkan pada saat pembukaan cetakan setelah beton mengeras. Molen dibersihkan terlebih dahulu agar bersih dari bahan-bahan yang tertinggal di dalam molen, demikian juga dengan wadah mortal. Alat-alat untuk pengukuran kadar udara dalam mortal, serta alat pengukur slump harus dalam keadaan baik.

Pengadukan beton dilakukan dengan memasukkan kerikil, pasir, semen dan air secara berurutan. Tujuannya adalah mencegah terjadinya penggumpalan dan mengakibatkan campuran beton tidak merata. Lamanya waktu pengadukan sekitar 5 menit dengan kemiringan sumbu molen sekitar 45° .

Adukan yang telah tercampur baik diukur slumpnya dengan menggunakan kerucut Abram's sesuai dengan ketentuan ASTM C 143-78. Alat ini terbuat dari logam dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm

berbentuk kerucut terpancung. Alat ini dilengkapi dengan sebuah plat baja berukuran 45 cm x 45 cm dan sebuah alat pemadat dari besi yang berdiameter 1,6 cm, panjang 60 cm dan salah satu ujungnya dibulatkan.

Kekentalan adukan diperoleh dengan cara mengukur besar penurunan permukaan beton muda (*fresh concrete*) setelah kerucut ditarik vertikal ke atas. Besarnya penurunan permukaan beton muda ini disebut dengan slump yang besarnya direncanakan 8-10 cm. Kandungan udara dan berat volume adukan beton diukur dengan alat yang dinamakan air meter seperti yang disyaratkan oleh ASTM C 231-78. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer. Suhu yang diukur adalah suhu mortal dan suhu kamar. Adukan beton kemudian dimasukkan ke dalam cetakan silinder dan dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat dari besi baja dalam tiga lapisan agar tercapai pemadatan yang baik. Kemudian dinding cetakan dipukul dengan palu karet secara perlahan.

Benda uji yang sudah dicetak kemudian disimpan dalam ruang perawatan. Setelah itu benda uji dicapping atau diberi pasta semen pada permukaannya hingga merata. Setelah benda uji berumur 48 jam, cetakan dapat dibuka dan untuk setiap benda uji diberi nomor sesuai dengan yang telah direncanakan. Selanjutnya benda uji ditempatkan ke dalam bak perawatan sesuai dengan lamanya waktu yang direncanakan. Sehari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan beton, benda uji dikeluarkan dan bak perawatan agar air permukaan menjadi kering.

3.3.9 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Pengujian kuat tekan silinder beton dilakukan setelah benda uji mencapai umur 28 hari. Metode untuk pengujian kuat tekan silinder beton didasarkan pada ASTM C 39-72. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin pembebanan

merek Tonindustrie No. 2551.90.1970 buatan pabrik Manhein Jerman dengan kapasitas beban 200 ton. Perpendekan yang terjadi diukur pada tiga buah *deflection dial* yang dipasang pada *frame gage* di sekeliling benda uji. Bentuk dan cara pemasangan *deflection dial* diperlihatkan pada lampiran A.1.

Perpendekan yang terjadi diukur dengan mencatat secara manual angka yang ditunjukkan oleh ketiga *deflection dial* untuk setiap interval pembebanan 2 ton sampai beban mencapai beban maksimum. Beban mencapai maksimum ditandai dengan turunnya jarum penunjuk angka pembebanan serta diikuti dengan retak atau hancurnya benda uji. *Deflection dial* yang digunakan merek Mitutoyo, Jepang.

3.3.10 Analisis Data

Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat dihitung nilai rata-ratanya. Nilai ini digunakan untuk memeriksa apakah agregat yang digunakan memenuhi ketentuan yang disyaratkan sebagai agregat beton yang baik dan juga digunakan untuk menentukan jumlah material yang digunakan dalam 1 m³ beton. Selanjutnya data hasil pemeriksaan adukan digunakan untuk memeriksa apakah campuran beton sesuai dengan rencana.

Data dari hasil pengujian kuat tekan beton dihitung nilai kuat tekan dari masing-masing perlakuan yang diberikan. Berdasarkan data kuat tekan yang tersedia tersebut, kemudian dilakukan analisis varian untuk melihat apakah susunan butir agregat campuran berpengaruh terhadap kuat tekan silinder beton. Kemudian dilakukan seleksi data untuk melihat penyebaran data.

Selanjutnya dibuat grafik hubungan antara susunan butir agregat campuran dalam hal ini fineness modulus dengan kuat tekan beton. Grafik tersebut dibuat

berdasarkan analisis regresi. Kesesuaian model regresi yang dipakai diuji dengan analisis van an untuk pengujian regresi.

3.4 Rancangan yang Digunakan

Sesuai pasal 2.7.1 halaman 10 rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan faktorial dua arah dengan model efek tetap dengan variabel bebas (*independent variabel*) adalah FAS dan FM sedangkan variabel terikat (*dependent variabel*) adalah kuat tekan beton. Untuk lebih jelasnya rancangan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Rancangan Pengumpulan Data Kuat Tekan Beton :

FAS	FINENESS MODULUS				
	4,25	4,67	5,07	5,65	6,32
0,55	y 111	y 121	y 131	y 141	y 151
	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
	y 1110	y 1210	y 1310	y 1410	y 1510
0,60	y 211	y 221	y 231	y 241	y 251
	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
	y 2110	y 2210	y 2310	y 2410	y 2510

Untuk analisis regresi sesuai dengan penelitian ini digunakan analisis regresi berganda dimana variabel x. adalah faktor air semen (FAS) dan variabel x adalah fineness modulus (FM).

3.5 Peralatan yang Digunakan

Peralatan-peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin pembebanan tekan (*loading tester*), cetakan benda uji silinder, oven, timbangan, pengaduk beton (*mixer concrete*) dan satu set saringan standar ASTM 79.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang dicapai dari uraian terdahulu dalam penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap perbedaan susunan butir agregat campuran dalam adukan beton dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Material yang digunakan sebagai bahan pembentuk beton dalam penelitian Ini memenuhi ketentuan seperti yang disyaratkan sebagai bahan beton.
2. Perbedaan harga fineness modulus dan faktor air semen dalam suatu adukan menunjukkan kuat tekan beton yang berbeda.
3. Terdapat interaksi antara faktor air semen dan fineness modulus yang berarti bahwa faktor air semen dan fineness modulus saling berhubungan antara satu sama lain dalam menentukan kuat tekan beton.
4. Kuat tekan beton relatif rendah pada FM 4,25 dan 4,67 kemudian naik mencapai optimal pada FM 5,07 dan akhirnya mulai turun kembali pada FM 5,65 dan 6,32. Hal ini disebabkan karena pada FM yang kecil terlalu banyak terdapat pasir pada campurannya sedangkan pada FM yang berharga besar terlalu banyak terdapat Kerikil atau dengan kata lain susunan gradasi pada campuran tidak seimbang sehingga kuat tekan beton tidak mencapai kekuatan yang diinginkan.

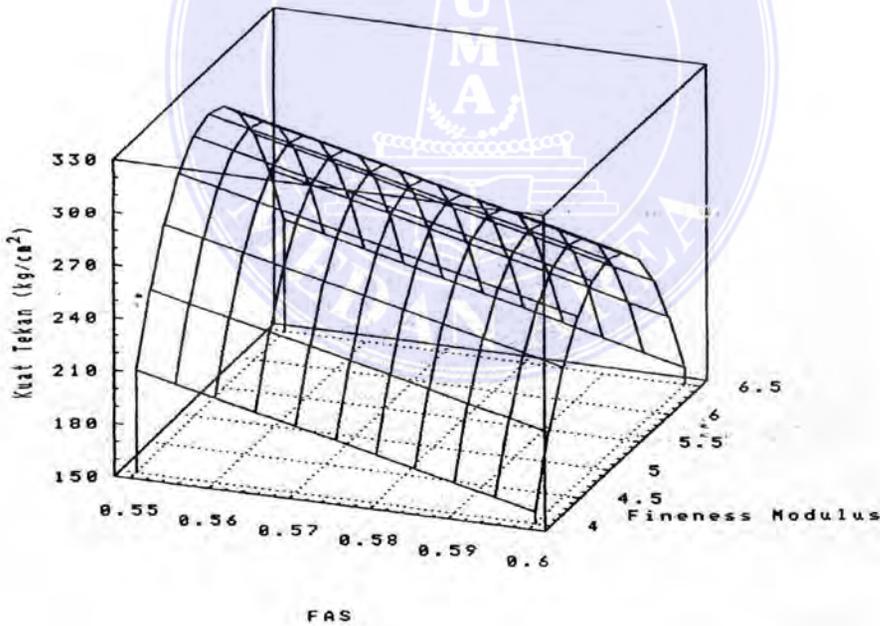
5. Bentuk persamaan hubungan antara kuat tekan beton dengan fineness modulus dan faktor air semen dapat diberikan sebagai berikut :

$$Y = - 1050,870 - 761,438 X_1 + 707,452 X_2 - 131,385 X_1^2 - 65,693 X_1^2 - 27,840 X_1X_2$$

X_1 adalah faktor air semen (FAS).

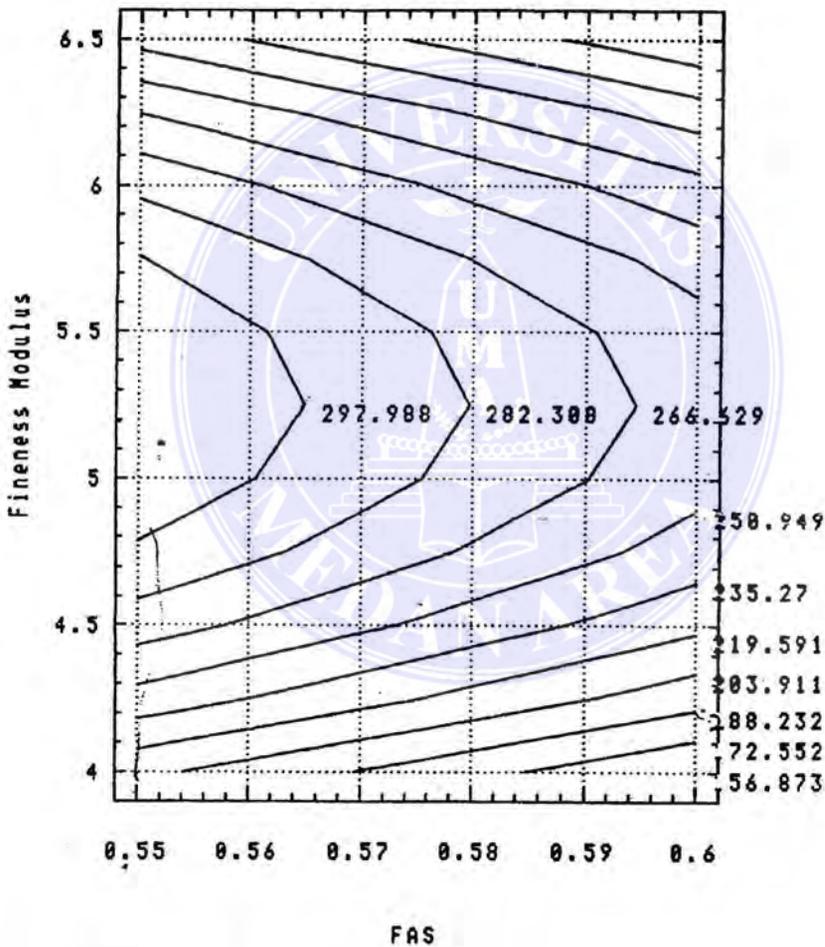
X_2 adalah harga fineness modulus (FM).

6. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh susunan butir agregat campuran yang dipakai dalam campuran beton adalah nyata. Grafik hubungan kuat tekan beton dengan fineness modulus menunjukkan bahwa kuat tekan pada FM 4,25 dan 4,67 rendah lalu mencapai optimal pada FM 5,07 dan akhirnya kembali menurun pada FM 5,65 dan 6,32.



Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan dan Susunan Butir Agregat Campuran Terhadap Pengaruh FAS

7. Grafik hubungan kuat tekan beton dan fineness modulus menunjukkan slope yang menukik tajam pada FM 4,25 dan 4,67 serta 5,65 dan 6,32. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan kuat tekan yang cukup besar dalam rentang antara 4,25 dan 4,67 serta 4,67 dan 5,07 serta 5,65 dan 6,32, artinya pengaruh susunan butiran yang digunakan dalam campuran beton sangat besar, baik itu susunan butir yang terlalu banyak mengandung kerikil 1 maupun susunan butir yang terlalu banyak mengandung pasir.



Gambar 8. Hubungan Kuat Tekan dan Susunan Butir Agregat Cmpuran Terhadap Pengaruh FAS dalam Bentuk Countur

5.2 Saran

Penelitian pengaruh susunan butir agregat campuran terhadap kuat tekan beton diharapkan dapat dilanjutkan oleh para peneliti lain. Hal ini disebabkan oleh karena terbatasnya peninjauan terhadap variabel yang diteliti.

Untuk melakukan topik penelitian ini, hal-hal yang dapat penulis sarankan antara lain :

1. Ukuran agregat maksimum yang dipakai dalam adukan beton diperbesar;
2. Memperbanyak jumlah sampel ;
3. Memasukkan variasi umur sebagai variabel bebas untuk melihat kuat tekan beton tersebut.



DAFTAR KEPUSTAKAAN

Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1982, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia. (PUBI-1982), Departemen Pekerjaan Umum dan Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman.

Hines, W.W. dan Montgomery, D.C., 1990, Probabilita dan Statistik dalam ilmu Rekayasa dan Manajemen, Terjemahan Rudiansyah dan Adier Manurung, UI Press.

Murdock, L.J. Brook, K.M., 1991, Bahan dan Praktek Beton, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Panitia Pembaharuan PBI, 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Dirjen Cipta Karya, Lembaga Penyelidikan Masalah Bahan Bangunan.

Park, R., dan Paulay, T, 1975, Reinforced Concrete Structure, John Wiley & Sons. Inc., New York.

Troxell, G.E., et al, 1986, Composition and Properties of Concrete, Mac Graw Hill Book Company, London.P