

**PENGARUH PENAMBAHAN PECAHAN
KULIT KEMIRI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN
AGREGAT KASAR PADA BETON TERHADAP
MASSA DAN KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

**Disusun Oleh :
DIAN AMRI
NPM :128110060**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN PECAHAN KULIT KEMIRI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR PADA BETON TERHADAP MASSA DAN KUAT TEKAN BETON

Disusun Oleh :

DIAN AMRI

NPM :128110060

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

(Ir. H. Irwan, MT)

Dosen Pembimbing II

(Ir. Melloukey Ardan, MT)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

(Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, M. Eng)

Ka. Program Studi

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata 1 (S1) pada jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area merupakan hasil karya saya sendiri.

Adapun bagian-bagian dari penulisan skripsi saya ini yang saya kutip dari buku atau karya tulis orang lain, telah dituliskan sembarunya secara jelas sesuai dengan norma-norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam dalam penulisan skripsi ini.

Demikian lembar pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 12 Februari 2019



Dian Amri
12.811.0060

ABSTRAK

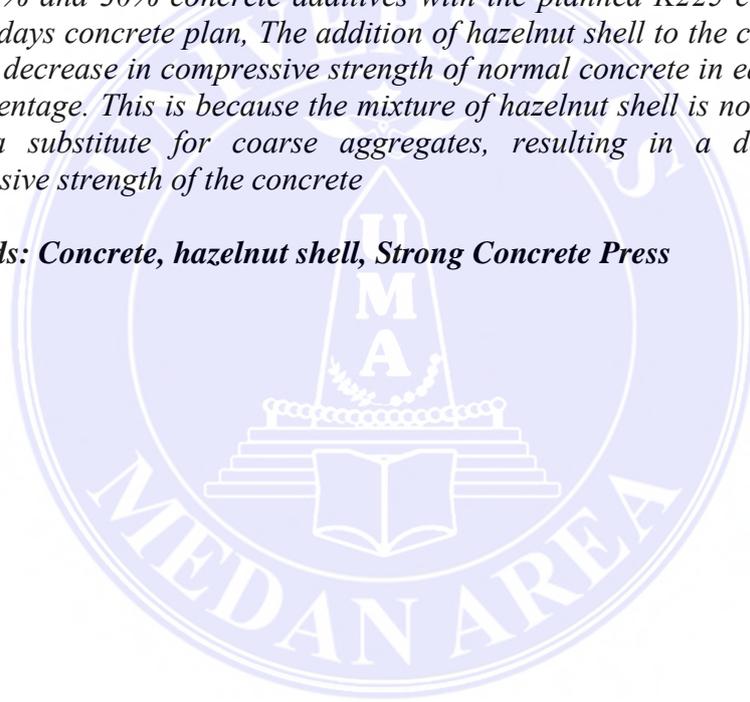
Beton merupakan bahan yang banyak digunakan dan menjadi unsur utama pada bangunan. Kelebihan beton antara lain memiliki kuat desak yang tinggi dibanding kuat tariknya, mudah dibentuk, tidak memerlukan perawatan khusus, bahan susun mudah didapat dari alam sekitar, dan lebih awet dibandingkan bahan bangunan lain. Semakin banyak beton digunakan sebagai bahan penyusun struktur beton, maka mendorong penelitian untuk mengembangkan material maupun cara pembuatan beton. Kulit kemiri merupakan salah satu jenis partikel yang bobotnya sangat ringan dalam keadaan kering dan cukup keras. Dimana kulit kemiri itu sendiri dikenal sebagai limbah yang banyak tertimbun dan cenderung menjadi sampah karena pemanfaatannya yang masih sedikit atau relatif kecil, sehingga perlu ditangani secara serius. Selain itu, dewasa ini kulit kemiri hanya dimanfaatkan untuk sebagian kecil kebutuhan saja. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kuat tekan beton serta memanfaatkan limbah kulit kemiri sebagai bahan tambahan beton sebanyak 10%, 20%, serta 30% dengan mutu beton yang direncanakan K225, dengan umur rencana beton 28 hari, Penambahan kulit kemiri pada campuran beton mengakibatkan penurunan kuat tekan beton normal disetiap variasi persentasenya. Hal ini di sebabkan campuran kulit kemiri tidak cukup kuat untuk menjadi pengganti agregat kasar, sehingga mengakibatkan penurunan kuat tekan beton.

Kata kunci: Beton, Kulit kemiri, Kuat tekan Beton

ABSTRACT

Concrete is a material that is widely used and become a major element in the building. The advantages of concrete, among others, have a strong high pressure than the tensile strength, easily formed, does not require special care, the material is easy to obtain from the surrounding, and more durable than other building materials. The more concrete is used as the constituent material of the concrete, hence encouraging research to develop the material as well as the way of making concrete. Hazelnut shell is one type of particle that is very light weight in a dry and quite hard. Where the hazelnut shell is it self known as a lot of waste accumulated and tend to become garbage because its utilization is still small or relatively small, so it needs to be handled seriously. In addition, today hazelnut shell is only used for a small need only. The purpose of this research is to find out the compressive strength of concrete and to utilize the waste of hazelnut shell as 10%, 20% and 30% concrete additives with the planned K225 concrete quality, with 28 days concrete plan, The addition of hazelnut shell to the concrete mixture resulted decrease in compressive strength of normal concrete in each variation of the percentage. This is because the mixture of hazelnut shell is not strong enough to be a substitute for coarse aggregates, resulting in a decrease in the compressive strength of the concrete

Keywords: Concrete, hazelnut shell, Strong Concrete Press



KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis sampaikan Kehadirat ALLAH SWT atas Rahmat-Nya memberikan kesempatan pada penulis, sehingga mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini berjudul **“Pengaruh penambahan pecahan kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada beton terhadap massa dan kuat tekan beton (Penelitian)”** merupakan tugas akhir yang wajib diselesaikan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program Strata I (S1) jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis banyak menemukan kesulitan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak yang berkaitan dengan penulis skripsi ini, sehingga dapat di selesaikan.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, M. Eng, Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. H. Irwan, MT, Dosen Pembimbing Skripsi I.
5. Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT, Dosen Pembimbing Skripsi II.
6. Kedua Orang Tua Tercinta & Seluruh Keluarga.

7. Seluruh Dosen Dan Pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
8. Kawan-kawan FKMTSI khususnya Teknik sipil USU yang sudah membantu pengumpulan data.
9. Seluruh teman – teman Program study teknik sipil 2012 yang telah memberikan dukungannya.

Kemungkinan masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dimasa mendatang.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi siapa saja yang membacanya.

Medan, Februari 2019

Hormat Saya

Penulis

Dian amri

NPM. 128110060

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Pengambilan Data	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton Normal.....	5
2.2 Bahan Pembentuk Beton.....	7
2.2.1 Semen Portland.....	7
2.2.2 Sifat dan Karakteristik Semen Portland.....	9
2.2.3 Agregat Kasar dan Agregat Halus	12
2.2.4 Serapan Air dan Kadar Air Agregat	13
2.2.5 Berat Jenis dan Daya Serap Agregat	14
2.3 Kuat Tekan Beton	29
2.4 Slump	33
2.5 Standar Deviasi	34
2.6 Kulit Kemiri	35
2.6.1 Komponen Kimia Dalam Kemiri.....	36

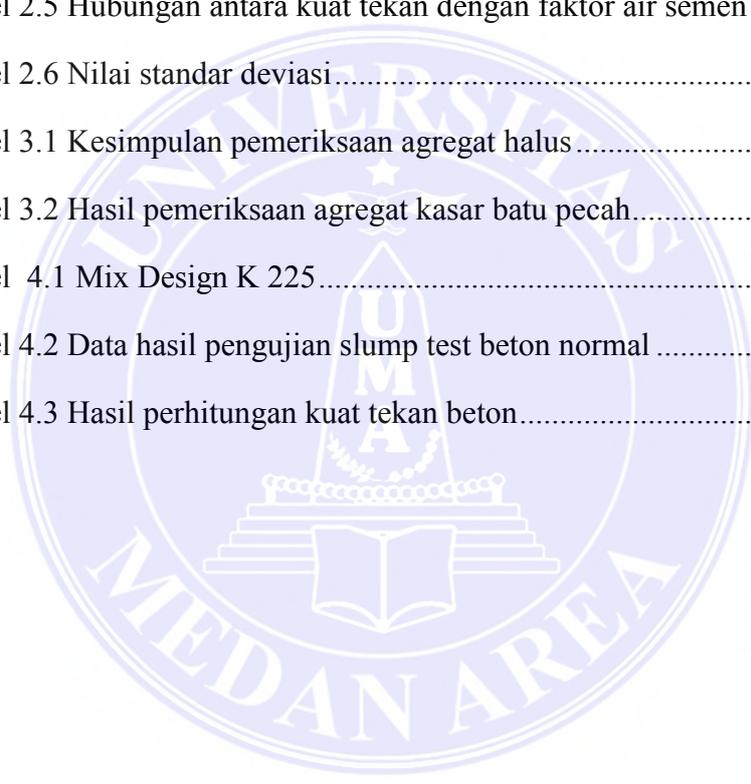
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Umum.....	37
3.2 Penyediaan bahan penyusun beton.....	38
3.3 Pemeriksaan Bahan	38
3.3.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	38
3.3.2 Pemeriksaan Analisa Ayakan Agregat Halus	38
3.3.3 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	39
3.3.4 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Halus.....	39
3.3.5 Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Halus	40
3.3.6 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar Batu sugai	40
3.3.7 Analisa Ayakan Agregat Kasar Batu sugai	40
3.3.8 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar Batu Sugai	41
3.3.9 Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar.....	41
3.3.10 Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Kasar	42
3.4 perencanaan campuran beton (mix design).....	42
3.5 penentuan jenis dan jumlah benda uji	43
3.6 perawatan (curing)	43
3.7 pengujian kuat tekan sampel beton	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Perencanaan Campuran Beton K 225	45
4.2 Nilai Slump	48
4.3 Pengujian Kuat Tekan Benda uji kubus	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1a Daerah gradasi pasir.....	16
Gambar 2.1b Daerah gradasi pasir agak kasar	16
Gambar 2.1c Daerah gradasi pasire agak halus.....	17
Gambar 2.1d Daerah gradasi pasir halus.....	17
Gambar 2.2 Agregat halus.....	24
Gambar 2.3 Uji kuat tekan beton.....	30
Gambar 2.4 Uji Slump tes	34
Gambar 2.5 Kulit Kemiri.....	35
Gambar 3.1 Kuat Tekan Beton.....	44
Gambar 4.1 Uji slump	48
Gambar 4.2 Perbandingan nilai slump pada campuran Beton	49
Gambar 4.3 Uji Kuat tekan beton.....	50
Gambar 4.4 Kurva Kuat tekan beton.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas gradasi agregat halus	15
Tabel 2.2 Batas gradasi agregat kasar menurut B.S.....	18
Tabel 2.3 Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai bentuk benda uji	30
Tabel 2.4 Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur (PBI 1971)	32
Tabel 2.5 Hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen	32
Tabel 2.6 Nilai standar deviasi.....	35
Tabel 3.1 Kesimpulan pemeriksaan agregat halus.....	40
Tabel 3.2 Hasil pemeriksaan agregat kasar batu pecah.....	42
Tabel 4.1 Mix Design K 225.....	45
Tabel 4.2 Data hasil pengujian slump test beton normal	49
Tabel 4.3 Hasil perhitungan kuat tekan beton.....	5





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kebutuhan perumahan, perhubungan dan industri berdampak pada peningkatan kebutuhan bahan-bahan pendukungnya. Salah satu yang meningkat tajam adalah kebutuhan terhadap produk Beton. Beton dibuat dengan menggunakan Semen, pasir, kerikil, dan air. Dalam pembuatan Beton harus mempunyai sifat fisis dan mekanis sesuai dengan standar, misalnya SNI (*Standart Nasional Indonesia*).

Beton merupakan bahan yang banyak digunakan dan menjadi unsur utama pada bangunan. Kelebihan beton antara lain memiliki kuat desak yang tinggi dibanding kuat tariknya, mudah dibentuk, tidak memerlukan perawatan khusus, bahan susun mudah didapat dari alam sekitar, dan lebih awet dibandingkan bahan bangunan lain. Semakin banyak beton digunakan sebagai bahan penyusun struktur beton, maka mendorong penelitian untuk mengembangkan material maupun cara pembuatan beton. (Siswadi 2007)

Pemakaian serat dalam campuran beton sudah cukup lama dilakukan, namun karena ketersediaannya semakin menurun maka dikembangkan berbagai jenis, salah satunya adalah kulit kemiri. Menurut data dari BPS provinsi Sumatera Utara, Sumut memproduksi kemiri sebesar 12.564,46 ton per tahun. Dimana berat kulit kemiri adalah 70% dari berat total kemiri sehingga total limbah kulit kemiri yang dihasilkan pertahun adalah sebesar 8795,122 ton. Kulit kemiri dalam percobaan ini berasal dari Kecamatan Juhar Kabupaten Karo, dimana Kabupaten

Karo adalah pengasil kemiri terbesar kedua di Sumatera Utara setelah Dairi yaitu sebesar 1.706,40 ton per tahun. Kulit kemiri merupakan salah satu bahan tambah ataupun pengganti pada agregat yang akhir –akhir ini mulai diteliti dampak penggunaannya terhadap campuran pada beton. Penggunaan kulit kemiri ini dapat diperlakukan sebagai pengganti agregat kasar ataupun halus tergantung pada besar butiran cangkang kemiri yang digunakan.

Meskipun teknologi Beton telah terbukti kemampuannya, namun karena tuntutan konstruksi terhadap kuat tekan dan keawetan maka teknologi ini dapat ditingkatkan efektifitas kinerjanya dengan pendekatan: perbaikan atas mutu Beton dan penggabungan teknologi pembuatan berbagai komposit.

Sesuai dengan perkembangan teknologi, beberapa peneliti terus memperbaiki sifat sifat beton antara lain menambah serat ke dalam adukan yang disebut beton serat, yaitu beton yang dibuat dari campuran semen dengan agregat halus dengan bahan tambahan serat. Jenis serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat kurang baik dari beton adalah baja, plastik, kaca, karbon, dan serat alamiah (kulit kemiri).

Kemiri mengandung zat gizi dan nongizi. zat non gizi dalam kemiri misalnya saponin, falvonoida dan polifenol. Banyak peneliti telah membuktikan bahwa ketiga komponen ini memiliki arti besar bagi kesehatan. Kandungan zat gizi mikro yang terdapat dalam kemiri adalah protein, lemak dan karbohidrat. Mineral dominan yang terdapat dalam kemiri adalah kalium, fosfor, magnesium, dan kalsium. Dalam kemiri juga terkandung zat besi, seng, tembaga dan selenium dalam jumlah sedikit. Kandungan penting lainnya adalah vitamin, folat, serta

fitosterol yang dapat merusak enzim pembentuk kolesterol dalam hati sehingga dapat menghambat pembentukan kolesterol.

Pemanfaatan kulit kemiri menjadi alternatif baru untuk memperoleh beton serat yang diperoleh dari limbah kulit kayu. Hasil limbah kemiri diharapkan dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat mekanik dan sifat fisis beton yang jauh lebih baik dari beton yang tanpa bahan tambah tetapi tidak mengurangi mutu.

1.2 Maksud dan Tujuan

maksud penelitian ini adalah untuk menggunakan kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar pengaruh kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap massa dan kuat tekan beton.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka masalah yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah:

- a. Apakah pengaruh kulit kemiri terhadap kuat tekan dan massa beton?
- b. Bagaimana nilai kuat tekan beton sesudah mengalami penambahan kulit kemiri dengan variasi 0%, 10%, 20 %, dan 30% kulit kemiri?
- c. Bagaimana massa beton sesudah mengalami penambahan kulit kemiri dengan variasi 0%, 10%, 20 %, dan 30% kulit kemiri?

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian yang penulis lakukan ini, ada beberapa masalah yang dibatasi agar cakupannya tidak terlalu luas, adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menguji kuat tekan dan massa beton K-225.
2. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm.
3. Perawatan benda uji dengan cara perendaman.
4. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
5. Alat untuk pengujian tekan beton mengguna alat Compression Testing Machine (CTM)

1.5. Metode Pengambilan Data

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan dapat memperkecil kendala-kendala dalam pelaksanaannya. Maka diperlukan metode penelitian pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survey dan penyediaan material beton, pengujian material, rancangan campuran (*Mix Design*), Pembuatan benda uji (Kubus 15x15x15), Pemeliharaan, dan pengujian Kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari. Disamping itu untuk mendukung terlaksananya penulisan hasil penelitian ini diperlukan beberapa literatur baik dari Jurnal, buku-buku serta *e-book* yang berdasarkan dari internet yang berkaitan dengan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Normal

Menurut Ir. Tri Mulyono, MT, beton merupakan fungsi dari bahan penyusunannya yang terdiri dari bahan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (zat addictive). Menurut SK SNI 03 – 2847 – 2002, defenisi beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Perencanaan mutu beton 225kg/m^3 dibuat menggunakan agregat alam.

Dalam pengerjaan beton ada 3 sifat yang harus diperhatikan yaitu :

1. Kemudahan pengerjaan (Workability)

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Unsur – unsur yang mempengaruhinya antara lain :

a. Jumlah air pencampur

Semakin banyak air, semakin mudah dikerjakan.

b. Kandungan semen

Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya semakin tinggi.

c. Gradasi campuran pasir – kerikil

Jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan.

d. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat (guli) lebih mudah dikerjakan

e. Butir maksimum

f. Cara pemadatan dan alat pemadat

2. Pemisahan kerikil (Segregation)

Kecenderungan butir – butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, campuran kurus atau kurang semen. Kedua, terlalu banyak air. Ketiga, besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm. Keempat, semakin besar permukaan butir agregat, semakin mudah terjadi segregasi.

Kecenderungan terjadinya segregasi ini dapat dicegah jika :

- Tinggi jatuh diperpendek
- Penggunaan air sesuai dengan syarat
- Cukup ruangan antara batang tulangan dengan acuan
- Ukuran agregat sesuai dengan syarat
- Pemadatan baik

3. Bleeding (Pemisahan air)

Kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan bleeding. Air yang naik ini membawa semen dan butir – butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (laitance). Bleeding ini dipengaruhi oleh :

- Susunan butir agregat
Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya bleeding kecil.
- Banyaknya air
Semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya bleeding
- Kecepatan hidrasi
Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya bleeding
- Proses pemadatan
Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya bleeding
Bleeding ini dapat dikurangi dengan cara :
 - Memberi lebih banyak semen
 - Menggunakan air sesedikit mungkin
 - Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus

2.2 Bahan Pembentuk Beton

2.2.1 Semen Portland

Menurut ASTM C – 150, 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013 – 81 atau standar uji bahan bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut.

Proses pembuatan semen Portland dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu ;

- Penambangan di (*quarry*)
- Pemecahan di (*crushing plant*)
- Penggilingan (*blending*)
- Pencampuran bahan – bahan
- Pembakaran (*ciln*)
- Penggilingan kembali hasil pembakaran
- Penambahan bahan tambah (*gypsum*)
- Pengikatan (*packing plant*)

Proses pembuatan semen Portland dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

a. Proses Basah

Pada proses basah, sebelum dibakar bahan dicampur dengan air (*slurry*) dan digiling hingga berupa bubur halus. Proses basah umumnya dilakukan jika yang diolah merupakan bahan – bahan lunak seperti kapur dan lempung.

Bubur halus yang dihasilkan selanjutnya dimasukkan dalam sebuah pengering (*oven*) berbentuk silinder yang dipasang miring (*ciln*). Suhu *ciln* ini sedikit dinaikkan dan diputar dengan kecepatan tertentu. Bahan akan mengalami perubahan sedikit demi sedikit akibat naiknya suhu dan akibat terjadinya *sliding* didalam *ciln*. Pada suhu 100° C air mulai menguap dan pada suhu 850° C karbondioksida dilepaskan. Pada suhu 1400° C, berlangsung permulaan perpaduan didaerah pembakaran, dimana akan terbentuk klinker yang terdiri dari senyawa kalsium silikat dan kalsium aluminat. Klinker tersebut selanjutnya didinginkan, kemudian dihaluskan menjadi butir halus dan ditambah dengan bahan gypsum sekitar 1% - 5%.

b. Proses Kering

Proses kering biasanya digunakan untuk jenis batuan yang lebih keras misalnya untuk batu kapur jenis shale. Pada proses ini bahan dicampur dan digiling dalam keadaan kering menjadi bubuk kasar. Selanjutnya bahan tersebut dimasukkan kedalam ciln dan proses selanjutnya sama dengan proses basah.

2.2.2 Sifat dan Karakteristik Semen Portland

a. Sifat dan Karakteristik Fisika Semen Portland

Sifat – sifat fisika semen Portland meliputi :

1. *Kehalusan Butir (Fineness)*

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Waktu (setting time) menjadi lama jika butir semen lebih kasar. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat mengurangi bleeding atau naiknya air kepermukaan, tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut. Menurut ASTM. Butir semen yang lewat ayakan Harus lebih dari 78 %.

2. *Kepadatan (density)*

Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah 3.15 Mg/m³. pada kenyataannya berat jenis semen yang diproduksi berkisar 3.05 Mg/m³ sampai 3.25 Mg/m³. pengujian berat jenis dilakukan dengan menggunakan *Le Chatelier Flask* menurut standar ASTM C – 188.

3. Konsistensi

Konsistensi semen Portland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampuran awal, yaitu pada saat terjadi pengikatan sampai pada saat beton mengeras. Konsistensi yang terjadi sangat bergantung pada kehalusan semen dan kecepatan hidrasi.

4. Waktu Pengikatan

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras dihitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikat dibedakan menjadi 2 yaitu :

- 1) Waktu ikat awal (*initial setting time*) yaitu waktu pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan,
- 2) Waktu ikat akhir (*final setting time*) yaitu waktu antara terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras. Pada semen Portland *initial setting time* berkisar antara 1 -2 jam, tetapi tidak boleh kurang dari 1 jam, sedangkan *final setting time* tidak boleh lebih dari 8 jam.

5. Panas hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air, dinyatakan dalam kalori/gram. Dalam pelaksanaannya perkembangan panas ini dapat mengakibatkan masalah yakni timbulnya retakan pada saat pendinginan. Oleh karena itu perlu perawatan (curing) pada saat pelaksanaan.

b. Sifat dan karakteristik semen Portland

1) Senyawa kimia

Secara garis besar, ada 4 senyawa kimia utama yang menyusun semen Portland, yaitu :

- a. Trikalsium Silikat ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C3S
- b. Dikalsium Silikat ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C2S
- c. Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C3A
- a. Tetrakalsium Aluminoferrit ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C4AF

Menurut SK.SNI T – 15 – 1990 – 03 : 2, semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Semen type ini digunakan untuk bangunan-bangunan umum.

Type II, Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Semen type II memiliki kadar C3A tidak lebih dari 8% dan digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertanam didalam tanah yang mengandung air agresif (Garam-garam dan Sulfat) dan saluran air buangan.

Type III, Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen type ini memiliki kadar C3A serta C3S yang tinggi dan butirannya digiling sangat halus, sehingga cepat mengalami proses hidrasi. Semen jenis ini dipergunakan pada daerah yang memiliki temperature rendah terutama pada daerah yang memiliki musim dingin.

Type IV, Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah . Semen jenis ini memiliki panas hidrasi yang rendah, kadar C3S – nya dibatasi maksimum sekitar 35% dan kadar C3A- nya maksimum 5% digunakan untuk pekerjaan bending (bendungan), pondasi berukuran besar dan pekerjaan besar lainnya.

Type V, Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Semen tipe ini digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industry, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam prosentase yang tinggi.

2) Sifat Kimia

Sifat kimia semen meliputi :

- Kesegaran semen
- Sisa yang tak larut
- Panas hidrasi semen
- Kekuatan pasta semen dan faktor air semen

2.2.3 Agregat Kasar dan Agregat Halus

Kandungan agregat dalam campuran beton berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karna komposisinya yang cukup besar, maka agregat menjadi sangat penting.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam dan agregat buatan. Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Menurut standart ASTM agregat kasar

adalah agregat yang ukuran butirannya lebih besar dari 4.75 mm sedangkan agregat halus adalah agregat yang ukuran butirnya lebih kecil dari 4.75 mm.

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton. Adapun sifat-sifat agregat dalam campuran beton yaitu :

- Serapan air dan kadar air agregat
- Berat jenis agregat
- Gradasi agregat
- Modulus halus butir
- Ketahanan kimia
- Kekekalan
- Perubahan volume
- Kotoran organik

2.2.4 Serapan Air dan Kadar Air Agregat

1. Serapan Air

Serapan air dihitung dari banyaknya air yang mampu diserap oleh agregat pada kondisi jenuh permukaan kering atau kondisi SSD (Standard Surface Dry), dimana kondisi ini merupakan:

- a. Keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah atau mengurangi air dari pasta.
- b. Kadar air dilapangan lebih banyak mendekati kondisi SSD daripada kondisi kering tungku.

2. Kadar air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat, Kadar Air agregat dapat dibedakan menjadi 4 jenis.

- Kadar air kering tungku, yaitu keadaan yang benar-benar tidak berair
- Kadar air kering udara, yaitu kondisi agregat yang permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air dalam porinya dan masih dapat menyerap air.
- Jenuh kering permukaan, yaitu keadaan dimana tidak ada air dipermukaan agregat, tetapi agregat tersebut masih mampu menyerap air. Pada kondisi ini, air didalam agregat tidak akan menambah atau mengurangi air pada campuran beton.
- Kondisi basah, yaitu kondisi dimana butir-butir agregat banyak mengandung air sehingga akan menyebabkan penambahan kadar air campuran beton.

2.2.5 Berat Jenis dan Daya Serap Agregat

Berat jenis agregat adalah rasio antara masa padat agregat dan masa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Berat jenis agregat dibedakan menjadi 2 istilah, yaitu :

- a. Berat Jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori
- b. Berat Jenis semu, jika volume benda padatnya termasuk pori-pori tertutupnya .

Hubungan antara berat jenis dengan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap agregat tersebut.

a. Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan menjadi volume pori yang kecil. Hal ini karna butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya (kepadatannya) tinggi.

Menurut SK.SNI T – 15 – 1990 – 03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standar* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam 4 zone (daerah) seperti pada tabel 2.1 dibawah ini :

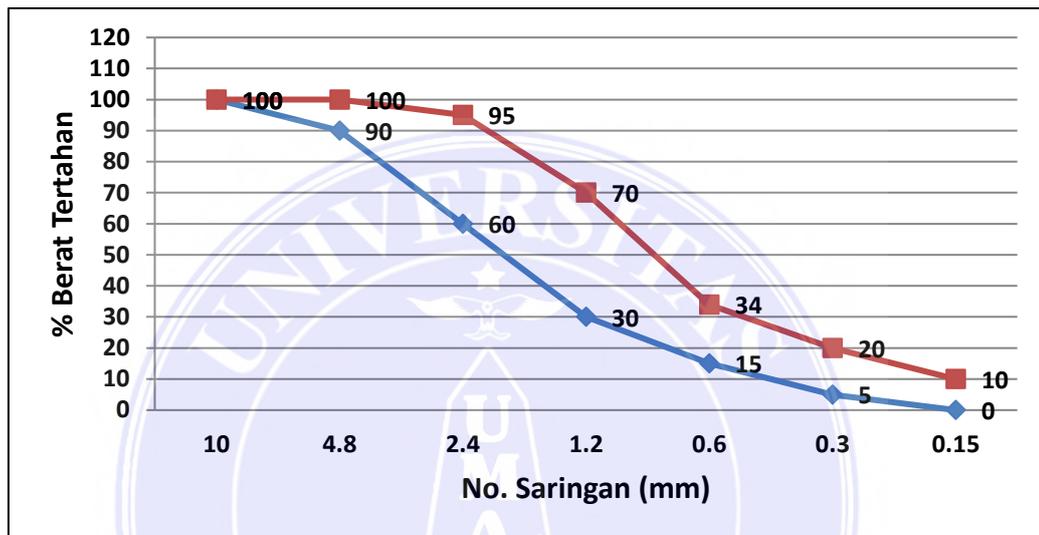
Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2.4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1.2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0.6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0.3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0.15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus

Sumber : *Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT*

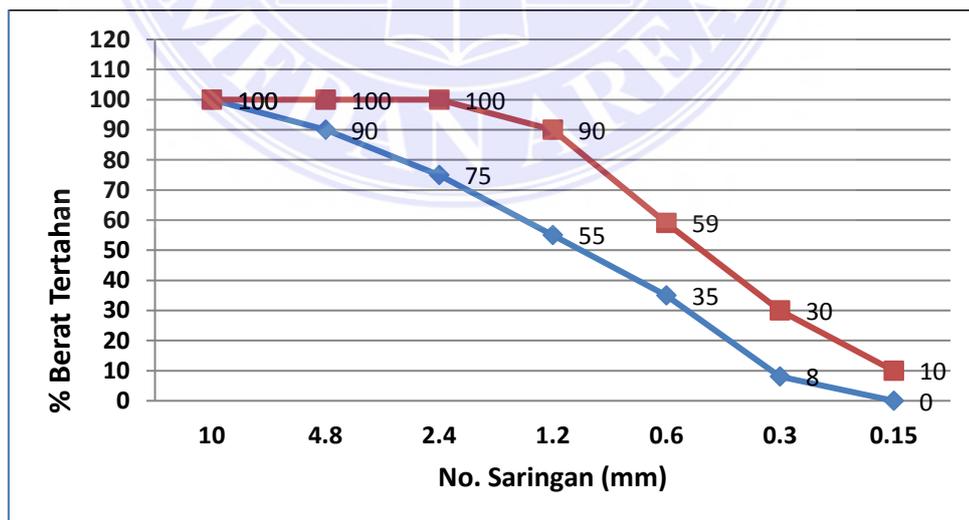
Keterangan :

- Daerah I = Pasir Kasar
- Daerah II = Pasir agak Kasar
- Daerah III = Pasir agak Halus
- Daerah IV = Pasir Halus



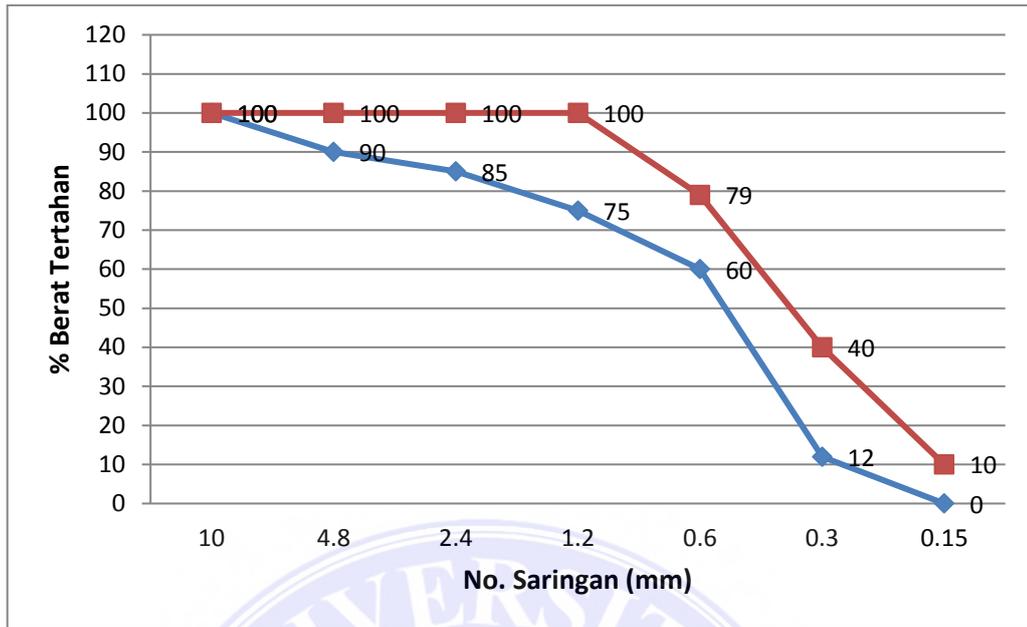
Gambar 2.1.a Daerah Gradasi Pasir Kasar

Sumber : Teknologi Beton, Ir Tri Mulyono ME

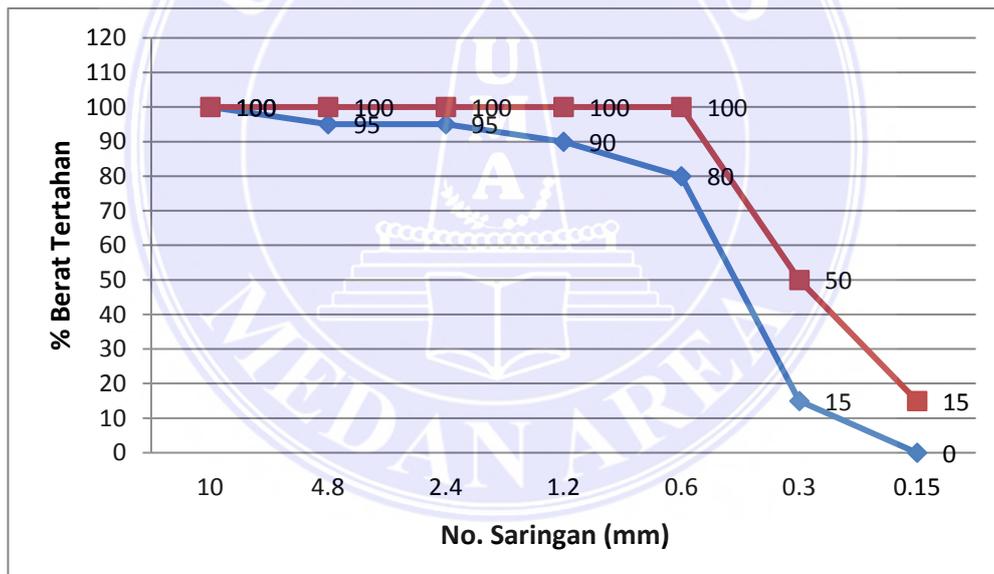


Gambar 2.1.b Daerah Gradasi Pasir Agak Kasar

Sumber : Teknologi Beton, Ir Tri Mulyono MT



Gambar 2.1.c Daerah Gradasi Pasir Agak Halus
 Sumber : Teknologi Beton, Ir Tri Mulyono MT



Gambar 2.1.d Daerah Gradasi Pasir Halus
 Sumber : Teknologi Beton, Ir Tri Mulyono MT

Menurut British Standar (B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik, sebaiknya masuk dalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 2.2

Lubang	Persen Butir Lewat Ayakan, Besar Butir Maks		
	Ayakan MM	40 mm	20 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12.5	-	-	90-100
10	Okt-35	25-35	40-85
4.8	0-5	0-10	0-10

Tabel 2.2 Batas Gradasi Agregat Kasar menurut B.S

Sumber : *Teknologi Beton, Ir Tri Mulyono MT*

Gradasi yang baik kadang sulit didapatkan langsung dari suatu tempat. Dalam praktek biasanya dilakukan pencampuran agar didapat gradasi yang baik antara agregat kasar dan agregat halus.

b. Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (*fineness modulus*) adalah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran agregat.

Modulus halus butir ini didefinisikan sebagai jumlah persen (%) kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas suatu set ayakan dan kemudian dibagi 100 (seratus). Susunan lubang ayakan itu adalah sebagai berikut : 40 mm, 20 mm, 10 mm, 4.8 mm, 2.4 mm, 1.2 mm, 0.60 mm, 0.30 mm dan 0.15 mm. Makin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Pada umumnya pasir memiliki modulus halus butir antara 1.5 sampai 3.8 sedangkan untuk kerikil dan batu pecah biasanya 5 sampai 8.

c. Ketahanan Kimia

Pada umumnya beton tidak tahan terhadap serangan kimia. Adapun bahan kimia yang biasanya menyerang beton yaitu serangan alkali dan serangan sulfat.

Bahan-bahan kimia pada dasarnya bereaksi dengan komponen-komponen tertentu dari pasta semen yang telah mengeras sebagian besar tergantung pada jenis semen yang digunakan, seperti yang diuraikan dibagian semen Portland. Ketahanan terhadap serangan kimia bertambah dengan bertambahnya kedepan terhadap air.

d. Kekekalan

Sifat ketahanan agregat terhadap perubahan cuaca disebut ketahanan cuaca atau kekekalan. Sifat ini merupakan petunjuk kemampuan agregat untuk menahan perubahan volume yang berlebihan yang diakibatkan perubahan-perubahan pada kondisi lingkungan, misalnya pembekuan dan pencairan, perubahan suhu, musim kering dan musim hujan yang berganti-ganti.

Syarat mutu untuk agregat normal adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus jika diuji dengan larutan garam sulfat (Natrium Sulfat, NaSO_4), bagiannya yang hancur maksimum 10% dan jika diujidengan Magnesium Sulfat (MgSO_4) bagiannya yang hancur maksimum 15%.
2. Agregat halus jika diuji dengan larutan garam sulfat (Natrium Sulfat, NaSO_4), bagiannya yang hancur maksimum 12% dan jika diuji dengan Magnesium Sulfat (MgSO_4) bagiannya yang hancur maksimum 18%.

e. Perubahan Volume

Faktor utama yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan dalam volume adalah kombinasi reaksi kimia antar semen dengan air

seiring dengan mengeringnya beton. Jika agregat mengandung senyawa kimia yang dapat mengganggu proses hidrasi pada semen, maka beton yang berbentuk akan mengalami keretakan. ASTM C.330, memberikan ketentuan bahwa susut kering untuk agregat tidak boleh melebihi 0.10%.

f. Kotoran Organik

Bahan-bahan organik yang biasa dijumpai terdiri dari daun-daunan yang membusuk, humus dan asam. Apabila agregat terlalu banyak mengandung bahan-bahan organik maka proses hidrasi akan terganggu sehingga dapat menyebabkan penurunan mutu pada beton yang dihasilkan.

Agregat dapat dibedakan menjadi beberapa jenis :

a. Jenis agregat berdasarkan berat

Ada 3 jenis agregat berdasarkan beratnya, yaitu :

1. Agregat normal yaitu agregat yang memiliki berat isi tidak kurang dari 1200 kg/m^3 .
2. Agregat ringan yaitu agregat yang memiliki berat isi $350 - 880 \text{ kg/m}^3$ untuk agregat kasarnya dan $750 - 1200 \text{ kg/m}^3$ pada agregat halusanya. Campuran dari kedua agregat tersebut memiliki berat isi maksimum 1400 kg/m^3 .
3. Agregat berat adalah agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari 2800 kg/m^3 .

b. Jenis agregat berdasarkan bentuk

Test standar yang dapat digunakan dalam menentukan bentuk agregat ini adalah ASTM D-3398. Kalsifikasi agregat berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut :

- Agregat bulat
- Agregat bulat sebagian dan tidak teratur
- Agregat bersudut
- Agregat panjang
- Agregat pipih
- Agregat pipih dan panjang

c. Jenis agregat berdasarkan tekstur permukaan

Jenis agregat berdasarkan tekstur permukaan dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Agregat licin/halus (*glassy*)

Agregat jenis ini lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat permukaan kasar. Dari hasil penelitian kekasaran agregat akan menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan butir. Sehingga beton yang menggunakan agregat licin cenderung mutunya rendah.

2. Berbutir (*granular*)

Pecahan agregat jenis ini berbentuk bulat dan seragam.

3. Kasar

Pecahannya kasar dapat terdiri dari batuan berbutir halus atau kasar yang mengandung bahan-bahan berkrystal yang tidak dapat dengan terlihat jelas melalui pemeriksaan visual.

4. Kristalin (*crystalline*)

Agregat jenis ini mengandung Kristal-kristal yang Nampak dengan jelas melalui pemeriksaan visual.

5. Berbentuk sarang lebah (*honeycombs*)

Tampak dengan jelas pori-porinya dan rongga-rongganya. Melalui pemeriksaan visual, kita dapat melihat lubang-lubang pada batuan.

d. Jenis agregat berdasarkan ukuran butir nominal

Dari ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi 2 golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976)

2. Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976)

e. Jenis agregat berdasarkan gradasi

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi 3 yaitu :

1. Gradasi sela (*gap gradation*)

Jika salah satu atau lebih dari ukuran butir atau fraksi pada 1 set ayakan tidak ada, maka gradasi ini menunjukkan garis horizontal dalam grafiknya.

Keistimewaan dari gradasi ini antara lain :

a. Pada nilai Faktor Air Semen tertentu, kemudahan pengerjaan akan lebih tinggi bila kandungan pasir lebih sedikit.

b. Pada kondisi kelecakan yang tinggi, lebih cenderung mengalami segregasi, oleh karena itu gradasi sela dipakai pada

tingkat kemudahan pekerjaan yang rendah, yang pematatannya dengan penggetaran (vibration)

c. Gradasi ini tidak berpengaruh buruk terhadap kekuatan beton.

2. Gradasi menerus

Didefinisikan jika agregat yang semua ukuran butirnya ada dan terdistribusi dengan baik. Agregat ini lebih sering dipakai dalam campuran beton untuk mendapatkan angka pori yang kecil dan kemampuan tinggi sehingga terjadi interlocking dengan baik, campuran beton membutuhkan variasi ukuran agregat. Dibandingkan dengan gradasi sela atau seragam, gradasi menerus adalah yang paling baik.

3. Gradasi Seragam

Agregat yang memiliki ukuran yang sama didefinisikan sebagai agregat seragam. Agregat ini terdiri dari batas yang sempit dari ukuran fraksi, dalam diagram terlihat garis yang hampir tegak/vertical. Agregat dengan gradasi ini biasanya dipakai untuk beton ringan yaitu jenis beton tanpa pasir, atau untuk mengisi agregat gradasi sela, atau untuk campuran agregat yang kurang baik atau tidak memenuhi syarat.

1. Agregat Halus



Gambar 2.2 Agregat Halus
Sumber Dokumentasi Penelitian 2017

Agregat halus (pasir) yang digunakan sebagai bahan didalam perencanaan campuran beton adalah merupakan butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butir terletak antara 0.075-4.75 mm.

Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 macam yaitu :

a. Pasir galian

Pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam.

b. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus dan bulat akibat proses gesekan.

c. Pasir pantai

Pasir pantai berasal dari sungai yang mengendap dimuara sungai (dipantai) atau hasil gerusan air didasar laut yang terbawa air laut dan mengendap

dipantai. Pasir pantai biasanya berbutir halus dan banyak mengandung garam. Sehingga pasir laut diteliti terlebih dahulu sebelum dipakai.

Adapun persyaratan menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI '71), bahwa agregat halus yang digunakan sebagai bahan campuran beton adalah :

- a. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan – batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan alat – alat pemecah batu.
- b. Agregat halus yang digunakan harus terdiri dari butir – butiran yang tajam, keras serta bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh – pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian – bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. apabila kadar lumpur melebihi 5%, maka agregat halus harus dicuci.
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan – bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abram – Harder (dengan larutan NaOH)
- e. Agregat halus harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak harus memenuhi syarat – syarat berikut :
 - Sisa diatas ayakan 4 mm harus minimum 2% berat.
 - Sisa diatas ayakan 1 mm harus minimum 10% berat.
 - Sisa diatas ayakan 0.25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal pada ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976). Adapun persyaratan menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI '71) bahwa agregat kasar yang digunakan sebagai bahan campuran beton adalah :

- Agregat kasar dalam beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan – batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu.
- Agregat kasar harus terdiri dari butir – butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir – butir yang pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir – butir yang pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir – butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh – pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian – bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. apabila kadar lumpur melebihi 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung zat – zat yang dapat merusak beton, seperti zat – zat yang reaktif alkali.

- Kekerasan dari butir – butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20T, dengan harus memenuhi syarat – syarat berikut :
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9.5 – 19 mm lebih dari 24% berat.
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22%.

Atau dengan mesin pengaus Los Angeles, dengan tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.

- a. Agregat kasar harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak harus memenuhi syarat – syarat berikut :
 - Sisa diatas ayakan 31.5 mm harus 0% berat.
 - Sisa diatas ayakan 4 mm harus berkisar antara 90 – 98% berat.
 - Selisih antara sisa – sisa kumulatif diatas 2 ayakan yang berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.
- b. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih daripada 1/5 jarak terkecil antara bidang – bidang samping dari cekatan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak bersih minimum diantara batang – batang atau berkas – berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas

ahli, cara – cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadinya sarang – sarang kerikil.

3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa – senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan mengurangi mutu beton, bahkan dapat mengubah sifat – sifat beton yang dihasilkan.

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi perbandingan air dengan semen atau biasa disebut *Faktor Air Semen*. Penggunaan air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

Air yang diperlukan pada campuran beton dipengaruhi oleh faktor – faktor dibawah ini :

- a. Ukuran agregat maksimum semakin besar maka kebutuhan air menurun.
- b. Bentuk butir, untuk bentuk bulat maka kebutuhan air menurun sedangkan untuk batu pecah diperlukan lebih banyak air.
- c. Gradasi agregat, dimana bila gradasi baik kebutuhan air akan menurun untuk kelecakan yang sama.

- d. Kotoran dalam agregat, makin banyak kotoran pada agregat maka kebutuhan air meningkat.
- e. Jumlah agregat halus, jika agregat halus sedikit maka kebutuhan air semakin menurun.

Menurut SNI – 03 – 2847 – 2002 bahwa air yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut :

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan – bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan – bahan lainnya yang merugikan beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut :
 - Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

2.3 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekanan per satuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton

tersebut. Pengujian kuat tekan biasanya digunakan pada benda uji silinder dan kubus.



Gambar 2.3 Uji kuat tekan beton
Sumber Dokumentasi penelitian 2017

Untuk pengujian laboratorium perlu diketahui bentuk benda uji yang akan dibuat. Setiap bentuk benda akan memiliki faktor bentuk yang berbeda – beda. Faktor bentuk benda uji dapat dilihat pada tabel 2.3 :

Benda Uji	Perbandingan Kuat Tekan
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1.00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0.95
Silinder Ø 15 cm, h = 30 cm	0.83

Tabel 2.3 Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai bentuk Benda uji

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI '71)

Rumus – rumus yang digunakan pada perhitungan kuat tekan beton :

$$\sigma_b = \frac{P}{A.F_u.F_b} \dots\dots\dots \text{pers 2.1}$$

- Dimana
- σ_b = Kekuatan Tekan
 - P = Beban
 - A = Luas Penampang Benda Uji
 - F_u = Faktor Umur
 - F_b = Faktor Bentuk

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_1^N \sigma_b}{A.F_u.F_b} \dots\dots\dots \text{pers 2.2}$$

- Dimana
- σ'_{bm} = Kuat Tekan Beton Rata – rata
 - N = Jumlah Benda Uji

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - k.S \dots\dots\dots \text{pers 2.3}$$

- Dimana
- σ'_{bk} = Kuat Tekan Beton Karakteristik
 - k = Bilangan yang tergantung pada banyaknya Benda Uji
 - S = Standar Deviasi

Faktor – faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu :

1. Umur Beton

Kuat tekan beton akan semakin bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan disini adalah sejak beton dicetak.Laju kenaikan kuat tekan beton mula – mula cepat, lama – kelamaan laju kenaikan tersebut semakin lambat.Sehingga sebagai standar kuat tekan beton ialah kuat tekan beton pada umur 28 hari.

Umur Beton (Hari)	3	7	14	21	28	365
Semen Portland Biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1	1.35
Semen Portlan dengan kekuatan awal yang tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1	1.20

Tabel 2.4 Rasio Kuat Tekan Beton pada berbagai Umur (PBI 1971)

Sumber : *Teknologi Beton, Ir. Kardiyono Tjokrodimuljo, ME*

2. Faktor Air Semen

Faktor air semen ialah perbandingan berat antara air dan semen Portland didalam campuran adukan beton. Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919) sebagai berikut :

$$f'c = \frac{A}{B^{1.5x}} \dots \dots \dots \text{pers 2.4}$$

Dimana $f'c$ = Kuat Tekan Beton
 X = fas (Faktuor Air Semen)
 A,B = Konstanta

Kuat Tekan 28 hari (MPa)	Faktor Air – Semen	
	Beton Biasa	Beton Air – entrain
45	0.38	0.3
40	0.42	0.34
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45

Tabel 2.5 Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Faktor Air Semen (ACI 211.1)

Sumber : *Teknologi Beton, Ir. Tri Mulyono, MT*

a. *Kepadatan*

Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang.

b. *Jumlah Pasta Semen*

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir – butir agregat. Sehingga jika pasta semen terlalu sedikit maka rekatan antar butir kurang kuat yang menyebabkan kuat tekan beton berkurang.

c. *Jenis Semen*

Jenis semen sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Seperti pada pembahasan sebelumnya, bahwa semen Portland memiliki sifat tertentu. Misalnya cepat mengeras dan sebagainya yang sangat mempengaruhi kuat tekan beton.

d. *Sifat Agregat*

Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton :

1. Kekasaran Permukaan.
2. Bentuk Agregat
3. Kuat Tekan Agregat

2.4 Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan atau dapat memenuhi syarat workability. Cara uji Slump ialah salah satu cara untuk mengukur kelecakan beton segar, yang dipakai pula untuk memperkirakan tingkat kemudahan dalam pengerjaannya. Dimana semakin besar nilai slump berarti beton segar makin encer dan ini makin mudah dikerjakan.



Gambar 2.4 Slump test

Sumber Dokumentasi Penelitian 2017

2.5 Standar Deviasi

Standar deviasi adalah alat ukur tingkat mutu pelaksanaan pembuatan pembetonan. Nilai S ini digunakan sebagai salah satu data masukan pada perencanaan campuran beton.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(fc - fcr)^2}{N-1}} \dots\dots\dots \text{pers 2.5}$$

Rumus standar deviasi :

- Dengan :
- S = Deviasi Standar
 - Fc = Kuat tekan masing-masing silinder beton
 - Fcr = Kuat tekan rata-rata
 - N = Banyaknya nilai Kuat tekan beton

Volume Pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (MPa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (<1000 m ³)	4.5 < s.d ≤ 5.5	5.5 < s.d ≤ 6.5	6.5 < s.d ≤ 8.5
Sedang (1000 – 3000 m ³)	3.5 < s.d ≤ 4.5	4.5 < s.d ≤ 5.5	5.5 < s.d ≤ 6.5
Besar (>3000 m ³)	2.5 < s.d ≤ 3.5	3.5 < s.d ≤ 4.5	4.5 < s.d ≤ 5.5

Tabel 2.6 Nilai Standar Deviasi
 Sumber : Teknologi Beton, Ir. Kardiyono Tjokrodinuljo, ME

2.6 Kulit Kemiri



Gambar 2.5 Kulit kemiri
 Sumber Dokumentasi penelitain 2017

Pada penelitian Daniel Kristian Nababan (2011) membuat variasi komposisi Kulit kemiri sebesar 5 %, 15%, dan 25% dari berat kerikil yang digunakan. Dari hasil pengujian diperoleh sifat mekanik yaitu kuat tekan beton terendah pada komposisi 95% kerikil dan 5% Kulit kemiri yaitu 130,96±0,87 kg/cm², sedangkan kuat tekan beton tertinggi pada komposisi 75% kerikil dan 25% Kulit kemiri yaitu 199,64±1,33 kg/cm². Dari hasil pengujian diperoleh sifat fisik yaitu penyerapan air beton tertinggi terjadi pada komposisi 95% kerikil dan 5%

Kulit kemiri yaitu 2,17%, sedangkan penyerapan air beton terendah terjadi pada komposisi 75% kerikil dan 25% Kulit kemiri yaitu 1,44%.

beton tertinggi pada komposisi 95% kerikil dan 5% Kulit kemiri yaitu 4,9%, sedangkan porositas beton terendah terjadi pada komposisi 75% kerikil dan 25% Kulit kemiri yaitu 3,01%.

2.6.1 Komponen Kimia Dalam Kemiri

Kemiri (*Aleurites moluccana*) adalah tumbuhan yang bijinya dimanfaatkan sebagai sumber minyak dan rempah-rempah. Tumbuhan ini masih sekerabat dengan singkong dan termasuk dalam suku Euphorbiaceae. Dalam perdagangan antarnegara dikenal sebagai candleberry, Indian walnut, serta candlenut, sekarang sudah tersebar luas di daerah-daerah tropis.

Kemiri mengandung unsur kimia seperti gliserida, asam linoleat, palmitat, stearat, miristat, asam minyak, protein, vitamin B1, dan zat lemak. Disamping itu diketahui kemiri juga kaya serat, vitamin E, dan mineral seperti magnesium dan tembaga.

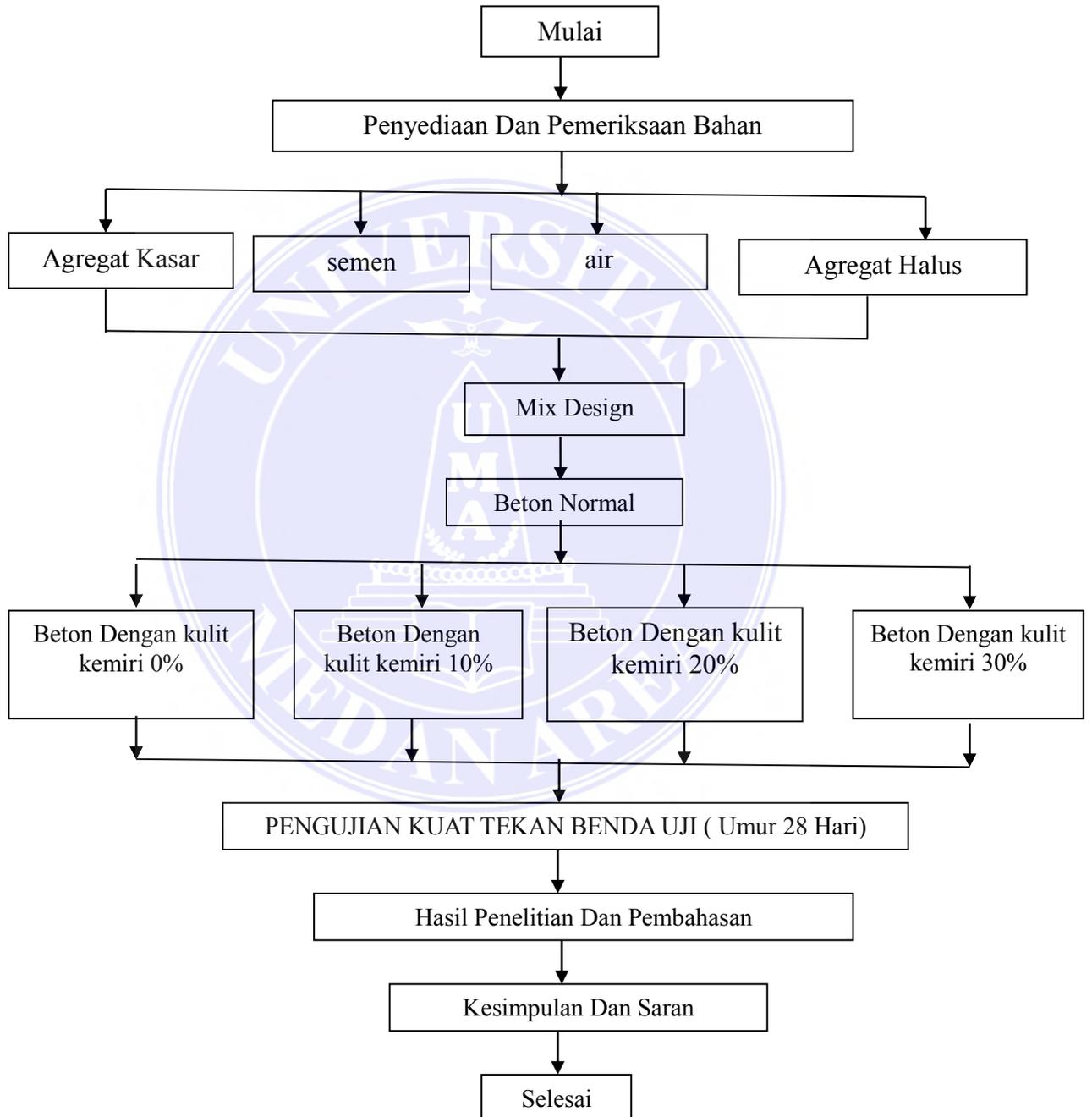
Kemiri mengandung zat gizi dan nongizi. Zat nongizi dalam kemiri misalnya saponin, flavonoida, dan polifenol. Mineral yang dominan dalam kemiri adalah kalium, fosfor, magnesium, dan kalsium. Juga terkandung zat besi, seng, tembaga, dan selenium dalam jumlah sedikit.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Adapun kerangka metode penelitian adalah sebagai berikut :



3.2 Penyediaan Bahan Penyusun Beton

Bahan-bahan penyusun beton dalam penelitian ini adalah :

1. Semen yang digunakan semen portland, Semen Padang type I (*Ordinary Portland Cement*)
 - SNI 15-3500-2004
2. Agregat halus pasir yang digunakan dari toko material yang diambil dari Kota Binjai.
3. Agregat kasar kerikil yang digunakan dari toko material yang berasal dari Kota Binjai.
4. Air dari PDAM LAB Beton Universitas Sumatera Utara.

3.3 Pemeriksaan Bahan

3.3.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

1. Tujuan : Untuk memeriksa kadar lumpur pada pasir
2. Pedoman Penelitian : Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus dicuci.
3. Hasil penelitian : Dari hasil pemeriksaan, kadar lumpur dalam pasir sebesar 2,21%. Dinyatakan layak untuk penelitian.

3.3.2 Pemeriksaan Analisa Ayakan Agregat Halus

1. Tujuan Penelitian : Untuk menentukan gradasi dan modulus kehalusan pasir (FM).
2. Pedoman Penelitian :

$$FM = \frac{\Sigma \% \text{ kumulatif tertahan ayakan } 0,150 \text{ mm}}{100}$$

Dari hasil pemeriksaan analisa ayakan pasir tersebut didapat nilai FM = 2,65

termasuk dalam pasir sedang ($2,60 < FM < 2,90$).

3.3.3 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

1. Tujuan Penelitian : Untuk mengetahui berat isi pasir cara padat dan cara longgar.
2. Pedoman penelitian menunjukkan bahwa pasir yang dirojok atau cara padat lebih besar dari pada dengan pasir yang tidak dirojok atau dengan cara longgar.
3. Dari hasil pemeriksaan didapat :
 - a. Berat isi cara merojok : $1310,35 \text{ kg/m}^3$
 - b. Berat isi cara tidak merojok : $1231,70 \text{ kg/m}^3$

3.3.4 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Halus

1. Tujuan Penelitian : Untuk menentukan berat jenis dan penyerapan (absorpsi) pasir.
2. Pedoman Penelitian : Berat jenis kering $<$ Berat jenis SSD $<$ Berat jenis semu
3. Dari hasil penelitian didapat :
 - a. Berat jenis kering : $2,44 \text{ gr/cm}^3$
 - b. Berat jenis SSD : $2,49 \text{ gr/cm}^3$
 - c. Berat jenis semu : $2,53 \text{ gr/cm}^3$
 - d. Absorpsi : $1,5\%$
4. $2,44 < 2,49 < 2,53$, pasir layak untuk percobaan.

3.3.5 Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Halus

Tabel 3.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	2,21%
Analisa Ayakan	2,65
Berat Isi (UW)	1231,70 kg/m ³
Berat Jenis (SSD)	2,49 gr/cm ³
Absorpsi	1,5%

Sumber: hasil penelitian laboratorium 2017

3.3.6 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar Batu sugai

1. Tujuan Penelitian : Untuk memeriksa kadar lumpur batu sungai
2. Pedoman Penelitian : Kandungan lumpur pada agregat kasar tidak melebihi 1% apabila melebihi agregat harus dicuci.
3. Dari hasil penelitian kadar lumpur batu sungai sebesar = 0, 73% sehingga batu sungai dapat digunakan dalam percobaan.

3.3.7 Analisa Ayakan Agregat Kasar Batu sugai

1. Tujuan Penelitian : Untuk memeriksa penyebaran gradasi dan menentukan modulus kehalusan (FM).
2. Pedoman Penelitian

$$FM = \frac{\Sigma \% \text{ komulatif tertahan ayakan } 0,150 \text{ mm}}{100}$$

Agregat kasar yang dapat dipakai dalam campuran beton harus mempunyai modulus kehalusan (FM) antara 5,5 – 7,5. Dari hasil pemeriksaan diperoleh FM adalah 7,16 sehingga dapat digunakan dalam percobaan.

3.3.8 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar Batu Sugai

1. Tujuan Penelitian : Untuk menentukan berat isi batu kali dengan cara padat dan cara longgar.
2. Pedoman Penelitian : Dari hasil penelitian berat isi dengan cara padat atau merojok lebih besar dari pada berat isi dengan cara longgar atau tidak merojok.
3. Dari hasil penelitian diperoleh :
 - a. Berat isi padat : $1785,40 \text{ kg/m}^3$
 - b. Berat isi longgar : $1680,04 \text{ kg/m}^3$

3.3.9 Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar

1. Tujuan Penelitian : Untuk menentukan berat jenis dan penyerapan (absorpsi) air batu kali.
2. Pedoman penelitian : Berat jenis kering < Berat jenis SSD < Berat jenis semu
3. Dari hasil penelitian diperoleh :
 - a. Berat jenis kering : $2,53 \text{ gr/cm}^3$
 - b. Berat jenis SSD : $2,62 \text{ gr/cm}^3$
 - c. Berat semu : $2,65 \text{ gr/cm}^3$
 - d. Absorpsi : $1,74\%$

3.3.10 Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Pecah

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	0,73%
Analisa Ayakan	7,16
Berat Isi (UW)	1680,04 kg/m ³
Berat Jenis (SSD)	2,62 gr/cm ³
Absorpsi	1,74%

Sumber: hasil penelitian laboratorium 2017

3.4 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran beton dengan perbandingan berat material dilakukan untuk menentukan kekuatan beton yang diinginkan. Dalam penelitian ini digunakan metode *Development Of Environment (DOE)*. Adapun langkah-langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode DOE menurut SK SNI T – 15 – 1990 – 03 adalah sebagai berikut :

- Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan
- Menetapkan nilai deviasi standar / nilai tambah
- Menghitung nilai tambah (M)
- Menghitung kuat tekan rata-rata perlu
- Menetapkan jenis semen dan agregat
- Menentukan faktor air semen
- Menetapkan nilai *slump*
- Menetapkan ukuran besar butir maksimum
- Menetapkan kadar air bebas

- Menghitung kebutuhan semen
- Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai
- Menentukan persentase agregat halus dan kasar
- Menghitung berat jenis SSD agregat gabungan
- Menentukan berat jenis beton
- Menghitung berat masing-masing agregat
- Koreksi berat agregat dan berat air

3.5 Penentuan Jenis dan Jumlah Benda Uji

Direncanakan dalam penelitian ini jumlah benda uji masing-masing adalah 20 benda uji beton normal, 20 Benda uji Beton dengan Campuran kulit kemiri 10% dan 20 Benda uji Beton dengan campuran kulit kemiri 20% serta 20 benda uji beton dengan campuran 30% kulit kemiri, Cetakan benda uji berbentuk kubus (15x15x15) cm³.

3.6 Perawatan (*curing*)

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

1. Setelah 24 jam maka cetakan beton kubus dibuka, lalu dilakukan perendaman terhadap sampel beton tersebut.
2. Perendaman dilakukan sampai umur beton 28 hari.
3. Sebelum beton direndam terlebih dahulu diberi nama pada permukaannya.

3.7 Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton

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

1. Kubus beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton , kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan
3. Pengujian Kuat Tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton
4. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton
5. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.



Gambar 3.1 Kuat Tekan Beton
sumber dokumentasi penelitian 2017

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton K 225

Tabel 4.1 Mix Design K 225

No	Uraian	Tabel/grafik	Nilai
1.	Kuat desak yang disyaratkan	Ditetapkan	K 225
2.	Deviasi standar (S)	Diketahui	60 Kg/cm ²
3.	Nilai tambah/margin M	-	98 Kg/cm ²
4.	Kuat desak rata-rata yang hendak dicapai (f'cr)	1+3	323 Kg/cm ²
5.	Jenis semen	Ditetapkan	Semen Tipe I (Semen Padang)
6.	Jenis agregat kasar Jenis agregat halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu kali Pasir
7.	Faktor air semen	Ditetapkan	0,6
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	60-180 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Ditetapkan	200 Kg/m ²
12.	Kadar semen	11:8	333 Kg/m ²
13.	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	335 kg/m ³
14.	Kadar semen minimum	Ditetapkan/S NI- 03-2834- 200	318.18 kg/m ³
15.	F.a.s yang disesuaikan	-	0,6
16.	Susunan besar butir agregat	-	Zone 2
17.	Persen bahan <4,8 mm	-	40%
18.	Berat jenis relatif agregat	-	2,63 Kg/m ³

19.	Berat jenis beton	-	2380 kg/m ³
20.	Kadar agregat gabungan	19-12-11	1847 kg/m ³
21.	Kadar agregat halus	1847x40%	739 kg/m ³
22.	Kadar agregat kasar	1847x60%	1108 kg/m ³

Sumber: hasil penelitian laboratorium 2017

Pengukuran takaran untuk beton dengan campuran 0% kulit kemiri

Apabila pengecoran 1 kubus 15×15×15 volumenya = 0.003375 m³

- Semen = 0.003375 × 335 kg = 1.13 kg
- Pasir = 0.003375 × 739 kg = 2.49 kg
- Krikil = 0.003375 × 1108 kg = 3.73 kg
- Air = 0.003375 × 225 kg = 0.74 ml

pengukuran takaran untuk beton dengan campuran 10% kulit kemiri

- Semen = 0.003375 × 335 kg = 1.13 kg
- Pasir = 0.003375 × 739 kg = 2.49 kg
- Krikil = 0.003375 × 1108 kg = 3.73 kg

Massa jenis kerikil = 1800kg/m³

$$V = m/\rho$$

$$V = 1/1800$$

$$V = 0.00055 \text{ m}^3$$

$$L = V \times 1000$$

$$L = 0.55$$

Jumlah kerikil keseluruhan = 0.55 x 3.73 = 2.0515 Liter

Jadi untuk 1 kg kerikil didapat 0.55 L kerikil jadi untuk 3.73 kg kerikil didapat 2.0515 Liter

$$10\% \text{ kulit kemiri} = 2.0515 \times 10\% = 0.20515 \text{ Liter}$$

- Air = $0.003375 \times 225 \text{ kg} = 0.74 \text{ ml}$

Pengukuran takaran untuk beton dengan campuran 20% kulit kemiri

- Semen = $0.003375 \times 335 \text{ kg} = 1.13 \text{ kg}$
- Pasir = $0.003375 \times 739 \text{ kg} = 2.49 \text{ kg}$
- Krikil = $0.003375 \times 1108 \text{ kg} = 3.73 \text{ kg}$

$$\text{Massa jenis krikil} = 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$V = m/\rho$$

$$V = 1/1800$$

$$V = 0.00055 \text{ m}^3$$

$$L = V \times 1000$$

$$L = 0.55$$

$$\text{Jumlah krikil keseluruhan} = 0.55 \times 3.73 = 2.0515 \text{ Liter}$$

Jadi untuk 1 kg krikil didapat 0.55 L krikil jadi untuk 3.73 kg krikil didapat 2.0515 Liter

$$20\% \text{ kulit kemiri} = 2.0515 \times 20\% = 0.4103 \text{ Liter}$$

- Air = $0.003375 \times 225 \text{ kg} = 0.74 \text{ ml}$

Pengukuran takaran untuk beton dengan campuran 30% kulit kemiri

- Semen = $0.003375 \times 335 \text{ kg} = 1.13 \text{ kg}$
- Pasir = $0.003375 \times 739 \text{ kg} = 2.49 \text{ kg}$
- Krikil = $0.003375 \times 1108 \text{ kg} = 3.73 \text{ kg}$

$$\text{Massa jenis krikil} = 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$V = m/\rho$$

$$V = 1/1800$$

$$V = 0.00055 \text{ m}^3$$

$$L = V \times 1000$$

$$L = 0.55$$

$$\text{Jumlah kerikil keseluruhan} = 0.55 \times 3.73 = 2.0515 \text{ Liter}$$

Jadi untuk 1 kg kerikil didapat 0.55 L kerikil jadi untuk 3.73 kg kerikil didapat 2.0515 Liter

$$30\% \text{ kulit kemiri} = 2.0515 \times 30\% = 0.61545 \text{ Liter}$$

- Air = $0.003375 \times 225 \text{ kg} = 0.74 \text{ ml}$

4.2 Nilai Slump

Perhitungan nilai slump pada beton pada dasarnya percobaan sederhana untuk mengetahui workability beton segar sebelum diaplikasikan dalam pengecoran. Percobaan dilakukan menggunakan kerucut abrams yang berdiameter atas 10 cm dan berdiameter bawah 20 cm. Penelitian mengacu pada SNI 1972 : 2008. Pada pengujian slump beton normal direncanakan sebesar 6 - 18 cm.



Gambar 4.1 Uji Slump

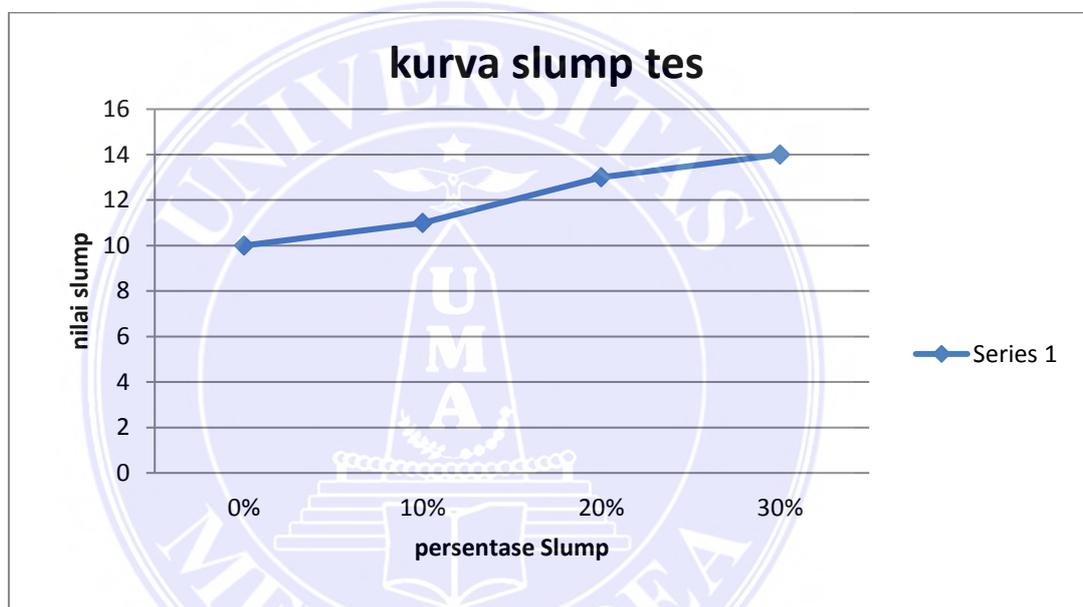
Sumber Dokumtasi Penelitian 2017

Tabel 4.2 Data hasil pengujian slump test beton normal

Sampel	Nilai Slump (cm)
--------	---------------------

0%	9
10%	11
20%	13
30%	14
Rata-rata	12

Sumber : Hasil penelitian 2017



Gambar 4.2 Perbandingan nilai slump pada campuran beton

Sumber: hasil penelitian laboratorium 2017

4.2 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Kubus

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton normal dengan karakteristik K 225 (dengan tambahan kulit kemiri). Pada penelitian ini, pengujian kuat tekan dilakukan setelah 28 hari dari pembuatan benda uji. Pada dasarnya pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 03 – 1974 – 1990 “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton”. Apabila

sesuai prosedur maka dapat dibandingkan kuat tekan beton normal dan beton campuran kulit kemiri.



Gambar 4.3 Uji Kuat Tekan Beton
Sumber Dokumtasi penelitian 2017

Tabel 4.3 Hasil perhitungan kuat tekan beton

No	Besi (cm)	Tanggal di Cetak	Tanggal di Tes	Batu (cm)	Umur Hari	hasil km/cm ²		Kategori
						Membuat (cm)	sa 28 hari	
1	8100	16/08/2017	12/09/2017		28	826,53	270	
2	8000	16/08/2017	12/09/2017		28	816,33	255	
3	8200	16/08/2017	12/09/2017		28	836,73	285	
4	8200	16/08/2017	12/09/2017		28	836,73	225	
5	8100	16/08/2017	12/09/2017		28	826,53	285	
6	8000	16/08/2017	12/09/2017		28	816,33	270	
7	8100	16/08/2017	12/09/2017		28	826,53	255	
8	8200	16/08/2017	12/09/2017		28	836,73	285	
9	8100	16/08/2017	12/09/2017		28	826,53	285	
10	8200	16/08/2017	12/09/2017		28	836,73	225	
11	8100	16/08/2017	12/09/2017		28	826,53	270	
12	8000	16/08/2017	12/09/2017		28	816,33	255	
13	8200	16/08/2017	12/09/2017		28	836,73	285	
14	8200	16/08/2017	12/09/2017		28	836,73	225	
15	8100	16/08/2017	12/09/2017		28	826,53	285	
16	8000	16/08/2017	12/09/2017		28	816,33	270	
17	8100	16/08/2017	12/09/2017		28	826,53	255	

II	8200	16/08/2017	12/09/2017	28	836,73	285
II	8100	16/08/2017	12/09/2017	28	826,53	285
II	8200	16/08/2017	12/09/2017	28	836,73	225
r a t a - r a t a					828,57	264
1	7400	17/08/2017	13/09/2017	28	755,10	180
2	7300	17/08/2017	13/09/2017	28	744,90	195
3	7200	17/08/2017	13/09/2017	28	734,69	165
4	7300	17/08/2017	13/09/2017	28	744,90	180
5	6900	17/08/2017	13/09/2017	28	704,08	180
6	7000	17/08/2017	13/09/2017	28	714,29	195
7	7200	17/08/2017	13/09/2017	28	734,69	165
8	7200	17/08/2017	13/09/2017	28	734,69	150
9	7400	17/08/2017	13/09/2017	28	755,10	150
II	6900	17/08/2017	13/09/2017	28	704,08	180
II	7400	17/08/2017	13/09/2017	28	755,10	180
II	7300	17/08/2017	13/09/2017	28	744,90	195
II	7200	17/08/2017	13/09/2017	28	734,69	165
II	7300	17/08/2017	13/09/2017	28	744,90	180
II	6900	17/08/2017	13/09/2017	28	704,08	180
II	7000	17/08/2017	13/09/2017	28	714,29	195

II	7200	17/08/2017	13/09/2017	28	734,69	165
II	7200	17/08/2017	13/09/2017	28	734,69	150
II	7400	17/08/2017	13/09/2017	28	755,10	150
II	6900	17/08/2017	13/09/2017	28	704,08	180
r a t a - r a t a					732,65	174
1	6900	18/08/2017	14/09/2017	28	704,08	75
2	7000	18/08/2017	14/09/2017	28	714,29	90
3	7000	18/08/2017	14/09/2017	28	714,29	105
4	6800	18/08/2017	14/09/2017	28	693,88	90
5	6700	18/08/2017	14/09/2017	28	683,67	120
6	6900	18/08/2017	14/09/2017	28	704,08	75
7	6900	18/08/2017	14/09/2017	28	704,08	90
8	7000	18/08/2017	14/09/2017	28	714,29	75
9	6800	18/08/2017	14/09/2017	28	693,88	120
II	7000	18/08/2017	14/09/2017	28	714,29	90
II	6900	18/08/2017	14/09/2017	28	704,08	75
II	7000	18/08/2017	14/09/2017	28	714,29	90
II	7000	18/08/2017	14/09/2017	28	714,29	105
II	6800	18/08/2017	14/09/2017	28	693,88	90
II	6700	18/08/2017	14/09/2017	28	683,67	120

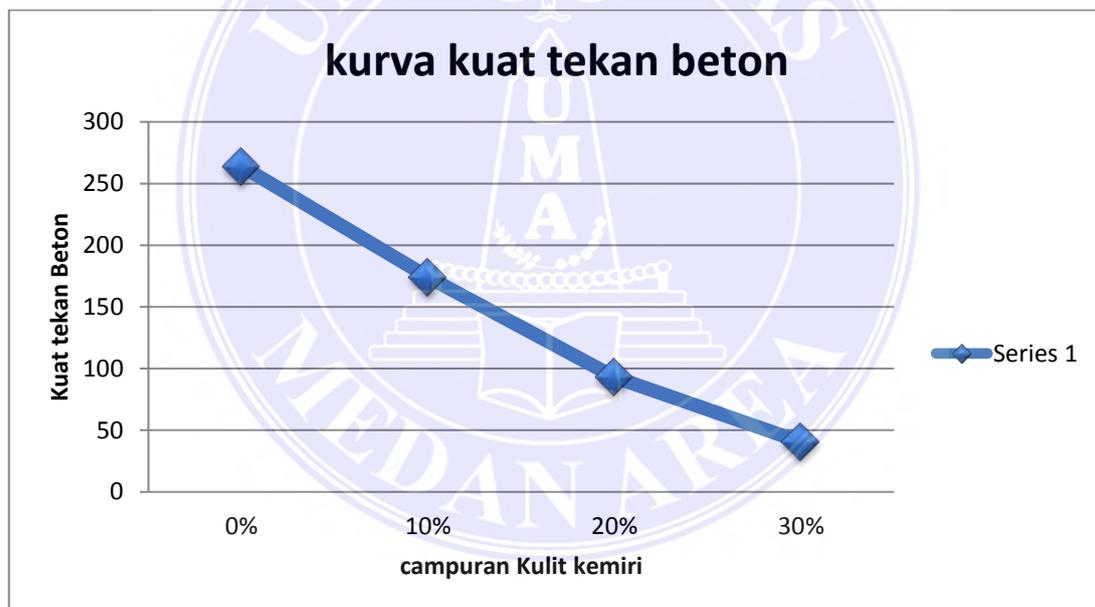
16	6900	18/08/2017	14/09/2017	28	704,08	120
17	6900	18/08/2017	14/09/2017	28	704,08	90
18	7000	18/08/2017	14/09/2017	28	714,29	75
19	6800	18/08/2017	14/09/2017	28	693,88	75
20	7000	18/08/2017	14/09/2017	28	714,29	90

r a t a - r a t a 704,08 93

1	4800	19/08/2017	15/08/2017	28	489,80	45
2	4900	19/08/2017	15/08/2017	28	500,00	30
3	4800	19/08/2017	15/08/2017	28	489,80	30
4	5000	19/08/2017	15/08/2017	28	510,20	45
5	5100	19/08/2017	15/08/2017	28	520,41	60
6	5300	19/08/2017	15/08/2017	28	540,82	45
7	4700	19/08/2017	15/08/2017	28	479,59	30
8	5500	19/08/2017	15/08/2017	28	561,22	30
9	5400	19/08/2017	15/08/2017	28	551,02	45
10	5000	19/08/2017	15/08/2017	28	510,20	45
11	4800	19/08/2017	15/08/2017	28	489,80	45
12	4900	19/08/2017	15/08/2017	28	500,00	30
13	4800	19/08/2017	15/08/2017	28	489,80	30
14	5000	19/08/2017	15/08/2017	28	510,20	45

15	5100	19/08/2017	15/08/2017	28	520,41	60
16	5300	19/08/2017	15/08/2017	28	540,82	45
17	4700	19/08/2017	15/08/2017	28	479,59	30
18	5500	19/08/2017	15/08/2017	28	561,22	30
19	5400	19/08/2017	15/08/2017	28	551,02	45
20	5000	19/08/2017	15/08/2017	28	510,20	45
r a t a - r a t a					515,31	40,5

Sumber: hasil penelitian laboratorium 2017



Gambar 4.4 Kurva Kuat tekan beton

Sumber: hasil penelitian laboratorium 2017

Dari hasil pengujian kuat tekan diperoleh hubungan rata-rata dari beton normal dan beton yang dicampur dengan kulit kemiri. Massa beton normal memiliki rata-rata 828,57 Gram dan Massa rata-rata beton dengan campuran kulit

kemiri 30% adalah 515,31 Gram. Hasil dari kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 264,00 kg/cm² dan kuat tekan rata-rata beton 10% yang tambah dengan kulit kemiri sebesar 174,00 kg/cm², sehingga karakteristik beton yang awalnya K 225 berkurang menjadi menjadi K 175. Bahan-bahan material penyusun beton diperiksa dan dianalisa dengan baik sehingga perkiraan penetapan kuat tekan sedikit lebih besar dari yang direncanakan.

Penambahan kulit kemiri sebagai bahan tambahan beton mengakibatkan kurangnya daya ikat antara semen dan pasir. Dengan penyerapan yang besar ini sebelum dicampur kulit kemiri dikondisikan terlebih dahulu dalam kondisi jenuh agar tidak terjadi penyerapan yang besar terhadap air semen. Berat jenis kulit kemiri menyebabkan kulit kemiri naik kepermukaan beton saat proses pemadatan beton menggunakan vibrator. Hal ini menyebabkan permukaan beton menjadi tidak rata. Kulit kemiri yang naik kepermukaan menyebabkan kekuatan pada permukaan beton menjadi sangat lemah. Pada proses pengujian kuat tekan beton, permukaan beton yang mendapat tekanan lebih cepat mengalami retakan dan membuat daya tekan pada beton mengalami penurunan yang sangat besar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Penambahan Kulit kemiri pada campuran beton mengakibatkan penurunan kuat tekan beton normal disetiap variasi persentasenya. Hal ini di sebabkan kurangnya daya ikat antara semen dan pasir. Berat jenis kulit kemiri menyebabkan kulit kemiri naik kepermukaan beton saat proses pemadatan beton menggunakan vibrator. Hal ini menyebabkan permukaan beton menjadi tidak rata. Kulit kemiri yang naik kepermukaan menyebabkan kekuatan pada permukaan beton menjadi sangat lemah. Pada proses pengujian kuat tekan beton, permukaan beton yang mendapat tekanan lebih cepat mengalami retakan dan membuat daya tekan pada beton mengalami penurunan yang sangat besar. Massa pada beton juga mengalami perubahan yang cukup besar. Hal ini disebabkan berat kulit kemiri yang jauh lebih ringan dibandingkan berat kerikil yang membuat berat beton menjadi lebih ringan.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan setelah melihat hasil dan hambatan-hambatan yang dilalui dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk peneliti selanjutnya dapat melakukan variasi campuran kulit kemiri dengan variasi yang berbeda sehingga dapat kuat tekan beton yang berguna.
2. Pada penelitian selanjutnya bisa membandingkan kuat tekan beton dengan kulit kemiri dengan waktu yang berbeda.

3. Untuk peneliti selanjutnya bisa menambahkan zat aditif untuk kulit kemiri.
4. Pada penelitian selanjutnya kulit kemiri yang digunakan dapat diubah terlebih dahulu menjadi *Fly Ash* agar kandungan minyak pada kulit kemiri dapat berkurang.



DAFTAR PUSTAKA

Departemen PU Republik Indonesia. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung: Yayasan Lembaga Penyidik Maalah Bangunan
Mulyono, Try, 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi

Biduan Manahan Nainggolan Dan Alkhafi Maas Siregar, (2015), "Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri Terhadap Kuat Tekan Dan Retakan Beton Pasca Bakar", Jurnal Einsten Prodi Fisika Fmipa Unimed, 1 (5): 9-14.

Sandro Janesra Gurning Dan Nursyamsi, Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Dan Cangkang Kemiri Terhadap Sifat Mekanis Beton
Frederick Raymond, Tito Sucipto, Irawati Azhar, Pengaruh Perlakuan Pengarangan Dan Penambahan Partikel Kemiri Terhadap Kualitas *Paving Bloc*

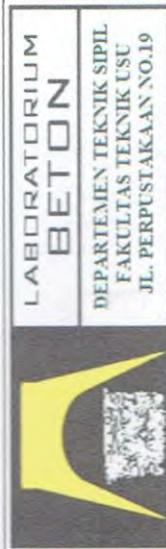
Sni 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Sni 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standardisasi Nasional, Sni 15-3500-2004. Semen Portland Campur

"Kasiat Dan Kandungan Kemiri", <https://minyakkemiriasli.wordpress.com/2013/02/26/khasiat-dan-kandungan-kemiri/> (diakses tanggal 12 juni 2017)

Risdiyanto, Yudi, Kajian Tekan Beton Dengan Perbandingan Volume Dan Perbandingan Berat Untuk Produksi Beton Massa Menggunakan Agregat Kasar Batu Pecah Merapi (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Sabo Dam)

Daud Patabang, "Analisis Nilai Kalor Secara Eksperimental Dan Teoritik Dari Briket Arang Kulit Kemiri"

"Kandungan Gizi Dan Manfaat Kemiri bagi kesehatan", <http://buahansehat.blogspot.co.id/2014/03/khasiat-dan-kandungan-gizi-kemiri.html>



LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON

No : 12/LB/11/2017

Lembar Ke 1 Dari 8

PEMOHON PENGUJIAN
PEKERJAAN
LOKASI

DIAN AMRI
PENELITIAN TUGAS AKHIR

Jenis Benda Uji : Kubus (15x15x15)cm

DIPERIKSA :
Asisten :
1 Muhammad Ridwan Siregar
2 Rizky Ananda Syahputra
3 Bagas Sangga Buana

No.	Nomor Benda Uji	CAMPURAN	PSR	KR	FAS	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN AKTUAL (kN)	BEBAN TEKAN KALIBRASI (kN)	KOKOH TEKAN		
								cetak	uji					(Kg/cm ²)	Mpa	
1	SAMPEL 1	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,10	589,8	267,30	269,19	21,85	22,00
2	SAMPEL 2	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,00	559,9	253,76	255,54	20,74	20,88
3	SAMPEL 3	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	629,8	285,41	287,43	23,33	23,49
4	SAMPEL 4	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	500,1	226,66	228,26	18,52	18,65
5	SAMPEL 5	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,10	629,8	285,41	287,43	23,33	23,49
6	SAMPEL 6	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	589,8	267,30	269,19	21,85	22,00
7	SAMPEL 7	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,10	559,9	253,76	255,54	20,74	20,88
8	SAMPEL 8	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	629,8	285,41	287,43	23,33	23,49
9	SAMPEL 9	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,10	629,8	285,41	287,43	23,33	23,49
10	SAMPEL 10	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,00	500,1	226,66	228,26	18,52	18,65
11	SAMPEL 11	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	589,8	267,30	269,19	21,85	22,00
12	SAMPEL 12	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	559,9	253,76	255,54	20,74	20,88
13	SAMPEL 13	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,10	629,8	285,41	287,43	23,33	23,49
14	SAMPEL 14	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	559,9	253,76	255,54	20,74	20,88
15	SAMPEL 15	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,10	629,8	285,41	287,43	23,33	23,49
16	SAMPEL 16	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	589,8	267,30	269,19	21,85	22,00
17	SAMPEL 17	-	-	-	-	-	0%	16-Aug-17	12-Sep-17	27	8,20	559,9	253,76	255,54	20,74	20,88
PASIR : Ø max		-	-	(mm)	FM	-	-									
KERIKIL : Ø max		-	-	(mm)	FM	-	-									
asap		-	-	-	-	-	-									

Medan, 12-September 2017
FAKULTAS ASISTENK U.S.U

LABORATORIUM

BETON

MHD. RIDWAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
-- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk penyimpanan sampel yang telah diuji

LABORATORIUM BETON		PEMOHON PENGUJIAN		Lembar Ke 3		Dari 8									
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK USC JL. PERPUSTAKAAN NO.19		DIAN AMRI													
PEKERJAAN		PENELITIAN TUGAS AKHIR													
LOKASI															
Jenis Benda Uji		Kubus (15x15x15)cm		DIPERIKSA :											
Jumlah Benda Uji		17 (Lima Belas) Unit		Asisten :											
		CE		1 Muhammad Ridwan Siregar											
				2 Rizky Ananda Syahputra											
				3 Bagas Sangga Buana											
No.	Nomor Benda Uji	CAMPURAN		SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN AKTUAL (kN)	BEBAN TEKAN KALIBRASI (kN)	KOKOH TEKAN			
		PSR	KR			FA S	KR					Uji cetak	Uji	Sewaktu Pengujian (Kg/cm ²)	Estimasi 28 hari
1	SAMPEL 1	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,40	396,0	396,5	179,68	180,95	14,68	14,79
2	SAMPEL 2	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,30	426,0	426,4	193,24	194,60	15,79	15,90
3	SAMPEL 3	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,20	362,0	362,4	164,23	165,39	13,42	13,52
4	SAMPEL 4	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,30	396,0	396,5	179,68	180,95	14,68	14,79
5	SAMPEL 5	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	6,90	396,0	396,5	179,68	180,95	14,68	14,79
6	SAMPEL 6	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,00	426,0	426,4	193,24	194,60	15,79	15,90
7	SAMPEL 7	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,20	330,0	330,3	149,69	150,75	12,23	12,32
8	SAMPEL 8	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,40	330,0	330,3	149,69	150,75	12,23	12,32
9	SAMPEL 9	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	6,90	396,0	396,5	179,68	180,95	14,68	14,79
10	SAMPEL 10	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,40	396,0	396,5	179,68	180,95	14,68	14,79
11	SAMPEL 11	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,40	396,0	396,5	179,68	180,95	14,68	14,79
12	SAMPEL 12	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,30	426,0	426,4	193,24	194,60	15,79	15,90
13	SAMPEL 13	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,20	362,0	362,4	164,23	165,39	13,42	13,52
14	SAMPEL 14	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,30	396,0	396,5	179,68	180,95	14,68	14,79
15	SAMPEL 15	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	6,90	396,0	396,5	179,68	180,95	14,68	14,79
16	SAMPEL 16	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,00	426,0	426,4	193,24	194,60	15,79	15,90
17	SAMPEL 17	-	-	-	10%	17-Aug-17	13-Sep-17	27	7,20	362,0	362,4	164,23	165,39	13,42	13,52
PASIR : Ø max		(mm)		FM						Medan, 13 September 2017					
KERIKIL : Ø max		(mm)		FM						FAKULTAS ASISTENK U.S.U					
										LABORATORIUM					
										BETON					
										MHD RIDWAN					
										JURUSAN TEKNIK SIPIL					

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 - - Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

LABORATORIUM BETON		LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON									
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK USU JL. PERPUSTAKAAN NO.19		PEMOHON PENGUJIAN PEKERJAAN LOKASI		No. : 12/LB/11/2017		Lembar Ke 5		Dari 8			
Jenis Benda Uji		Kubus (15x15x15)cm		DIPERIKSA :		1 Muhammad Ridwan Siregar					
Jumlah Benda Uji		17 (Lima Belas) Unit		Asisten :		2 Rizky Ananda Syahputra					
CAMPURAN		BAHAN TAMBAHAN		TANGGAL		UMUR BETON (hari)		BERAT uji (kg)		BEBAN TEKAN AKTUAL (kN)	
PC	PSR	KR		celak	uji	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,90	166,0	166,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	7,00	7,00	198,0	198,0	198,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	7,00	7,00	232,0	232,0	232,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,80	6,80	198,0	198,0	198,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,70	6,70	264,1	264,1	264,1
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,90	6,90	166,0	166,0	166,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	7,00	7,00	198,0	198,0	198,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,80	6,80	264,0	264,0	264,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	7,00	7,00	198,0	198,0	198,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,90	6,90	166,0	166,0	166,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	7,00	7,00	232,0	232,0	232,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,80	6,80	198,0	198,0	198,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,70	6,70	264,0	264,0	264,0
-	-	-	20%	18-Aug-17	14-Sep-17	27	6,90	6,90	198,0	198,0	198,0
PASIR	ø max	(mm)	FM								
	ø max	(mm)	FM								
	ø max	(mm)	FM								
KOKOH TEKAN											
Mpa											
Estimasi Sewaktu Pengujian											
Estimasi Sewaktu Pengujian 28 hari											
Medan-14 September-2017											
FAKULTAS ASISTENIX U.S.U											
LABORATORIUM											
BIMELAWAN											
JURUSAN TEKNIK SIPIL											

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 -- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

LABORATORIUM BETON		LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON										Lembar Ke 7		Dari 8							
 DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK USC JL. PERPUSTAKAAN NO.19		No. : 12 / LB / 11 / 2017																			
PEMOHON PENGUJIAN PEKERJAAN LOKASI		D/IAN AMRI PENELITIAN TUGAS AKHIR																			
Jenis Benda Uji Jumlah Benda Uji		DIPERIKSA : Asisten : 1 Muhammad Ridwan Siregar 2 Rizky Ananda Syahputra 3 Bagas Sangga Buana																			
No.	Nomor Benda Uji	CAMPURAN		PSR	KR	F A S	SLUMP (cm)	TAMBAHAN	BAHAN	CE	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN AKTUAL (kN)	BEBAN TEKAN KALIBRASI (kN)	KOKOH TEKAN (Kg/cm ²)		Mpa		
		PC	PSR								celak	uji					Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 hari		Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 hari
1	SAMPEL 1	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	4,80	100,0	100,0	45,31	45,63	3,70	3,73			
2	SAMPEL 2	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	4,90	66,0	66,0	29,91	30,12	2,44	2,46			
3	SAMPEL 3	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	4,80	66,0	66,0	29,91	30,12	2,44	2,46			
4	SAMPEL 4	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,00	100,0	100,0	45,31	45,63	3,70	3,73			
5	SAMPEL 5	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,10	132,0	132,0	59,81	60,23	4,89	4,92			
6	SAMPEL 6	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,30	100,0	100,0	45,31	45,63	3,70	3,73			
7	SAMPEL 7	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	4,70	66,0	66,0	29,91	30,12	2,44	2,46			
8	SAMPEL 8	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,50	66,0	66,0	29,91	30,12	2,44	2,46			
9	SAMPEL 9	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,40	100,0	100,0	45,31	45,63	3,70	3,73			
10	SAMPEL 10	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,00	100,0	100,0	45,31	45,63	3,70	3,73			
11	SAMPEL 11	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	4,90	66,0	66,0	29,91	30,12	2,44	2,46			
12	SAMPEL 12	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	4,80	66,0	66,0	29,91	30,12	2,44	2,46			
13	SAMPEL 13	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	4,80	66,0	66,0	29,91	30,12	2,44	2,46			
14	SAMPEL 14	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,40	100,0	100,0	45,31	45,63	3,70	3,73			
15	SAMPEL 15	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,10	132,0	132,0	59,81	60,23	4,89	4,92			
16	SAMPEL 16	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	5,30	100,0	100,0	45,31	45,63	3,70	3,73			
17	SAMPEL 17	-	-	-	-	-	-	30%	19-Aug-17	15-Sep-17	27	4,70	66,0	66,0	29,91	30,12	2,44	2,46			
PASIR : Ø max						FM														Medan, 15 September 2017	
KERIKIL : Ø max						FM															
KERIKIL : Ø max						FM															

FAKULTAS TEKNIK U.S.U
 LABORATORIUM
 B. RIDWAN
 JURUSAN TEKNIK SIPIL

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 -- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

FOTO DOKUMENTASI



Mal kubus ukuran 15x15x15



Proses Mixing



Slump Test



Pengisian Mal dengan adonan semen



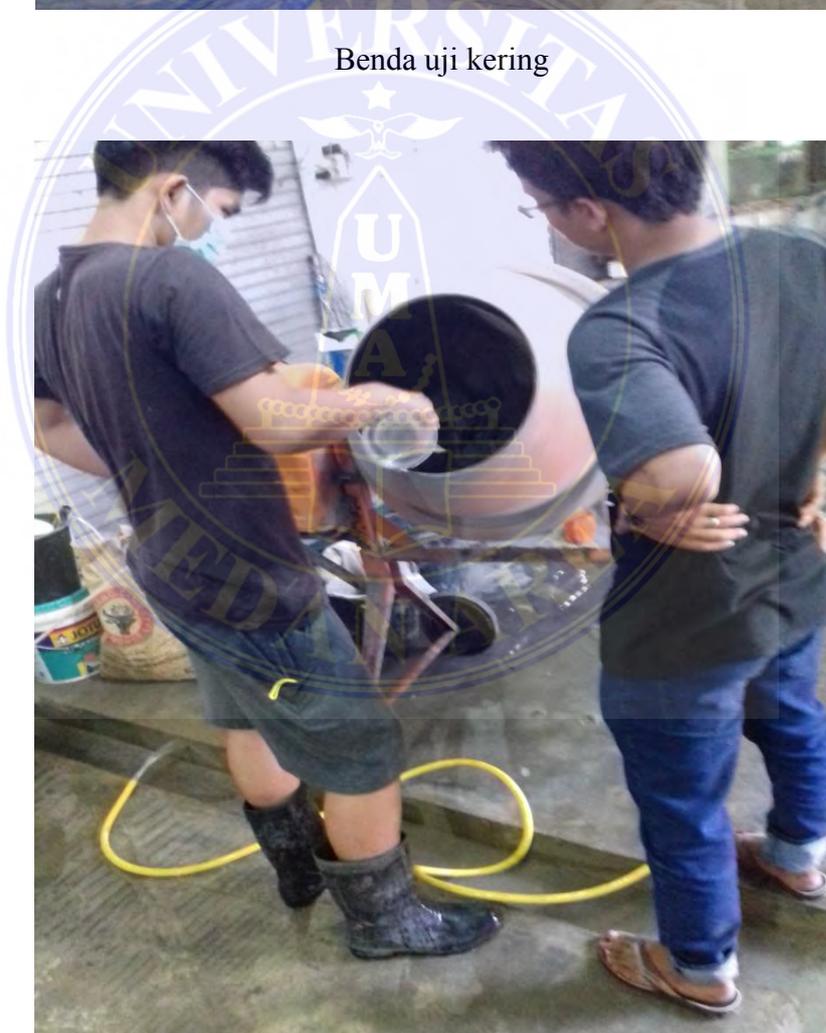
Pemadatan benda uji dengan Vibrator



Benda uji selesai dipadatkan



Benda uji kering



Proses Mixing



Slump Test



Pengisian Mal dengan adonan semen



Pemadatan benda uji dengan Vibrator



Benda uji selesai dipadatkan



Benda uji kering