

**PENGARUH PEMADATAN CAMPURAN BETON
TERHADAP KUAT TEKAN K 175
(PENELITIAN)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Di Universitas Medan Area**

OLEH :

WAHYUDI

NPM : 12.811.0009



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2016**

**PENGARUH PEMADATAN CAMPURAN BETON
TERHADAP**

KUAT TEKAN 175

(PENELITIAN)

SKRIPSI

Oleh :

WAHYUDI

NPM : 12.811.0009

Disetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. H. Irwan, MT)

(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui

Dekan

Ka. Program Studi

(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc)

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Desember 2016

Wahyudi

12.811.0009

ABSTRAK

Dalam proses pembuatan campuran beton sangat diperlukan perhatian pengendalian mutu beton. Proses pemadatan untuk pencampuran beton juga berpengaruh pada mutu beton dan menghasilkan mutu yang baik apabila proses pemadatan yang dipakai sesuai. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui mutu beton yang terbaik dari berbagai proses pemadatan yang akan di coba dengan nilai FAS yang sama dengan mutu beton K-175. Perbandingan mutu beton K-175 menggunakan bahan-bahan seperti semen, kerikil, pasir dan air. Faktor Air Semen (FAS) yang dipakai 0,60 dan bahan-bahan yang akan digunakan berasal dari Kota Binjai ,provinsi Sumatera Utara. Sehingga dalam aplikasi dilapangan perlu diperhatikan proses pemadatan yang tepat dan memberikan kekuatan tekan yang paling maksimal terhadap beton. Proses pemadatan yang akan diuji adalah proses pemadatan dengan cara dituang (tanpa pemadatan), proses pemadatan beton dengan cara di rojok dan proses pemadatan beton dengan meja getar. Benda uji pada penelitian ini adalah slinder beton dengan ukuran $\varnothing 15\text{cm}$ dimensi 30cm berjumlah 30 sampel . Setelah pengujian dilakukan, didapat perbandingan kuat tekan yang berbeda pada setiap percobaan maka beton yang tanpa pemadatan mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar $9,96\text{N/mm}^2$, beton dengan pemadatan dirojok kuat tekan rata-rata $24,18\text{N/mm}^2$ dan beton dengan pemadatan dengan meja getar kuat tekan rata-rata $21,97\text{N/mm}^2$. pemadatan yang menghasilkan kuat tekan terbaik adalah pemadatan dengan dirojok.

Kata kunci : Pemadatan beton, kuat tekan beton, slump.

ABSTRACT

A high accuracy to the quality control of concrete is a necessity in processing the concrete mixture. The solidification process in concrete mixing also affects the quality of the concrete itself and produces a high quality if its process agrees with the standard. This study aims to investigate the best concrete quality of various solidification processes which will be tested by using water-cement ratio value and concrete quality of K-175. The proportion of K-175 concrete quality using the materials, such as: cement, gravel, sand and water. Water-cement ratio is used about 0,60, and the source of materials that will be utilized is from Binjai, North Sumatera. Thus in applying on the real field, it needs to be concerned with the proper solidification process and provide the maximum compressive strength of the concrete. The technique of solidification processes to be tested is cast (without solidification), leaked and used a vibrating table. The instruments employed in this study are 30 concrete cylinders with size 15cm x 30cm. After the testing is done, it can be obtained a different compressive strength comparison on each trial; the cast concrete (with solidification) has an average compressive strength about 9.96 N/mm², the leaked concrete had 24.18 N/mm² and used vibrating table has 21.97 N/mm². The solidification process that produces the best compressive strength provided on the leaked one.

Keywords :Concrete Solidification, concrete compressive strength, slump.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan yang maha Esa, karena penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Pemadatan Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan K 175 ”. Dimana Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang wajib dipenuhi oleh setiap mahasiswa yang akan menyelesaikan studinya di jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa didalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan atau jauh dari kesempurnaan, maka untuk itulah dengan kerendahan hati penulis siap menerima saran ataupun kritik yang bersifat membangun dan bertujuan untuk menyempurnakan skripsi ini.

Dan akhirnya pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak. Prof. Dr. H.A Ya'kub Matondang, MA selaku Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Prof.DR.Dadan Ramdan,M.Eng,M.sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. H. Irwan, MT selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan mengarahkan penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih banyak untuk koreksi dan waktunya.

5. Ibu Ir. Nurmaidah, MT, selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan mengarahkan penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih banyak untuk koreksi dan waktunya.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff pegawai pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area atas bimbingannya kepada penulis selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
7. Kepada Kedua orang tua Ayahanda “Irwan” dan Ibunda “Ranisah” Penulis mengucapkan banyak terima kasih sedalam-dalamnya.atas dorongan semangat, maupun materil dan tanpa mereka penulis tidak akan pernah berhasil menyelesaikan skripsi ini.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu telah membantu terlaksananya skripsi ini.

Akhir kata, sekali lagi penulis sampaikan terima kasih kepada pihak yang telah banyak membantu semoga Tuhan yang Maha Esa senantiasa melimpahkan Taufiq dan Hidayah-nya kepada kita semua. Agar kita dapat berguna bagi Bangsa,Negara dan juga kita sendiri. Amin...

Medan, Desember 2016
Penulis

Wahyudi
12.811.0009

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Kerangka penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Beton.....	4
2.2. Sifat-sifat beton.....	6
2.2.1 .Sifat-sifat beton segar.....	6
2.2.2 .Sifat-sifat beton keras.....	8
2.3. Material beton	10
2.3.1 .Semen Portland	11
2.5.2 .Agregat	15
2.5.3 .Air	27
2.4.Slump 33	
2.5.Pemadatan Beton (vibrating).....	34
BAB III	38
3.1. Kerangka penelitian	38
3.2. Metode penelitian	39
3.3. Bahan-bahan penelitian.....	39
3.4. Tempat penelitian.....	40
3.4.1 Lokasi laboratorium.....	40
3.5. Pengujian agregat halus.....	40
3.5.1 .Kadar lumpur agregat halus	40

3.5.2	.Kadar air agregat halus.....	41
3.5.3	.Analisa ayak agregat halus	42
3.5.4	.Berat jenis dan penyerapan air agregat halus.....	43
3.6.	Pengujian agregat Kasar.....	44
3.6.1	.Kadar lumpur agregat kasar	44
3.6.2	.Kadar air agregat kasar	45
3.6.3	.Analisa ayak agregat kasar	46
3.6.4	.Berat jenis dan absorpsi agregat halus.....	47
3.6.5	Berat isi gregat kasar	48
3.7.	Rancangan campuran beton (<i>Mix design</i>)	50
3.8.	Pengujian beton	59
3.8.1	Slump test.....	59
3.8.2	Prosedur Pengerjaan	59
3.8.3	Pengujian kuat tekan beton (<i>Press test</i>)	61
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		63
4.1.	Perencanaan campuran beton K 175.....	63
4.2.	Nilai slump.....	64
4.3.	Pengujian kuat tekan benda uji silinder.....	64
4.4.	Hubungan antara porositas terhadap kuat tekan beton	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		68
5.1.	Kesimpulan.....	68
5.2.	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN 1		
LAMPIRAN 2		
LAMPIRAN 3		
LAMPIRAN 4		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur	9
Tabel 2.2	Batas gradasi agregat halus (BS 882:1973) dan ASTM C33:78.....	20
Tabel 2.3	Batas Gradasi agregat kasar (BS 882 :1973) dan ASTM C33 :78.....	21
Tabel 2.4	Batas agregat kasar menurut BS.....	22
Tabel 2.5	Unsur-unsur kimia dalam air laut	29
Tabel 3.1	Faktor perkalian deviasi standard.....	51
Tabel 3.2	Perkiraan kuat tekan beton dengan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	53
Tabel 3.3	Persyaratan jumlah semen minimum dan FAS maksimum untuk berbagai pembetonan dalam lingkungan khusus	54
Tabel 3.4	Penetapan nilai slump.....	55
Tabel 3.5	Perkiraan kadarair bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan	55
Tabel 4.1	Mix design K 175	63
Tabel 4.2	Data hasil pengujian slump test beton	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerangka penulisan.....	1
Gambar 3.1	Kerangka penelitian	38
Gambar 3.2	Hubungan antara kuat tekan beton dan FAS untuk benda uji kubus (150 x 150 x 150 mm)	53
Gambar 3.3	Persentase jumlah pasir yang dianjurkan untuk daerah susunan butir 1,2,3 dan 4 dengan butir maks. Agregat 40 mm	56
Gambar 3.4	Perkiraan berat jenis beton basah yang dimanfaatkan secara penuh	57
Gambar 4.1	Nilai slump pada campuran beton normal.....	64
Gambar 4.2	Perbandingan hasil kuat tekan beton rata-rata.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu pendukung penting bangunan (konstruksi) yang terdiri dari campuran agregat, semen dan air. Penggunaan beton dan beton bertulang sebagai bahan konstruksi bangunan dewasa ini tidak terlepas dari sifat beton yang banyak menguntungkan, terutama karena kekuatan beton yang dapat di andalkan, serta konstruksi tersebut dapat dibuat sesuai dengan keinginan perencana. Dengan berkembang pesatnya teknologi beton pada akhir-akhir ini maka beton merupakan material konstruksi yang sangat bersaing terutama untuk struktur bangunan bertingkat, jalan dan jembatan, dermaga serta bangunan bendung dan irigasi. Dalam hal proses pembuatan adukan atau campuran beton sangat diperlukan perhatian pengendalian mutu beton.

Pemadatan beton segar merupakan salah satu proses dalam tahapan pengecoran beton yang memiliki pengaruh signifikan pada kekuatan beton sebagai hasil akhir dari pengecoran. Dalam proses pemadatan ini secara umum terdapat dua metode pemadatan yaitu pemadatan dalam dan pemadatan luar. Kedua metode pemadatan memiliki cara penggunaan yang berbeda namun memiliki tujuan yang sama yaitu untuk memadatkan beton segar dengan kepadatan yang optimal. Penelitian ini dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Society of Civil Engineers (ASCE)* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tiga metode pemadatan beton segar terhadap kuat tekan beton dan segregasi beton yang mungkin terjadi.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- a) Bagaimana pengaruh metode pemadatan terhadap kuat tekan beton
- b) Metode pemadatan mana yang paling efektif dalam pencapaian kuat tekan beton dan dampak segregasi terkecil yang mungkin terjadi.

1.3 Maksud dan tujuan penelitian

Adapun maksud penelitian ini untuk menganalisa pengaruh proses pemadatan terhadap kuat tekan

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui mutu beton yang terbaik dari berbagai cara pemadatan yang akan di coba dengan proses pemadatan yang sama dengan mutu beton rencana K-175. Perbandingan mutu beton K-175 menggunakan bahan-bahan seperti semen, kerikil/Split, Pasir dan Air. dan bahan-bahan yang akan digunakan berasal dari daerah Binjai di Provinsi Sumatera Utara, sehingga dalam aplikasi dilapangan perlu diperhatikan proses pemadatan yang tepat dan memberikan kekuatan tekan yang paling maksimal terhadap beton

1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

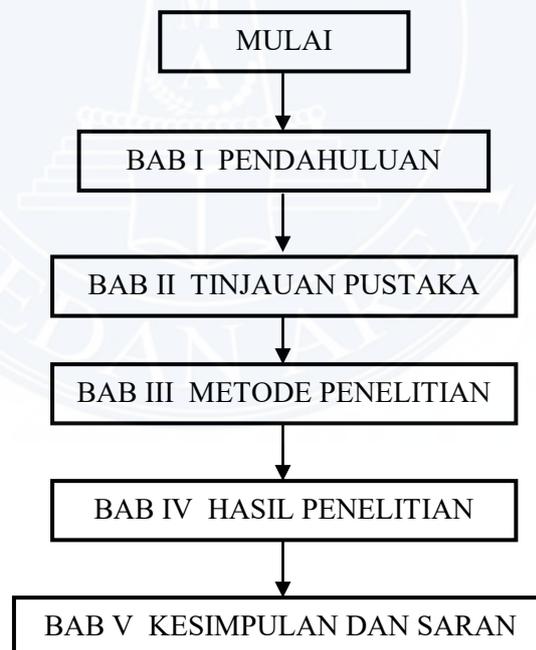
Penelitian ini menggunakan sampel berjumlah 30 buah yang didistribusikan dalam beberapa kelompok perlakuan dan pengujian sesuai dengan prosedur dan kebutuhan sampel pada masing-masing metode pemadatan. Sampel dicetak menggunakan mutu beton K-175 ($f_c' = 17,5$ MPa) sesuai dengan ketentuan SNI 03-2834-2002 yang kemudian dilakukan pemadatan dengan menggunakan tiga metode pemadatan :

1. Tanpa dipadatkan
2. Pematatan beton dengan cara di rojok
3. Pematatan beton dengan meja getar

1.5. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan gabungan antara studi eksperimental dan kajian literatur. Tujuan studi eksperimental ini untuk meneliti pengaruh dari perlakuan pematatan beton berdasarkan landasanteori dan literatur yang berkaitan dengan topik yang diteliti. Studi eksperimental dilakukan dengan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dan pengamatan visual terhadap segregasi beton.

1.6 Kerangka penulisan



Gambar 1.1. Kerangka penulisan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah atau kerikil) dan air. Kadang-kadang ditambahkan campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualitas beton. Campuran dari bahan susun (semen, pasir, kerikil dan air) yang masih plastis ini dicor kedalam acuan dan dirawat untuk mempercepat proses hidrasi campuran semen air, yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, tetapi ketahanan terhadap tarik yang rendah.

Campuran antara bahan semen dan air akan membentuk pasta semen, yang berfungsi sebagai bahan ikat. Sedangkan pasir dan kerikil merupakan bahan agregat yang berfungsi sebagai bahan pengisi, dan sekaligus sebagai bahan yang diikat oleh pasta semen. Ikatan antara pasta semen dengan agregat ini menjadi satu kesatuan yang kompak, dan setelah mencapai waktu tertentu akan menjadi keras dan padat yang disebut beton.

Klasifikasi beton menurut berat volumenya (Tri mulyono, 2004), yaitu:

1. Beton ringan

Merupakan beton yang diproduksi dengan agregat ringan. Beton jenis ini digunakan atas pertimbangan ekonomis dan struktural. Berat jenis beton sekitar 1440-1850 kg/m³.

2. Beton Normal

Merupakan beton yang diproduksi dengan menggunakan agregat normal beton jenis ini memiliki berat isi sebesar 2200-2500 kg/m³. beton normal pada umumnya sering dipakai pada industri konstruksi.

3. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari beton normal. Beton yang mempunyai berat yang tinggi ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya. beton jenis ini memiliki berat jenis antara 3000-3900 kg/m³.

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal ini juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari pada beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori konstruksi yang dibuat.

Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah (STP 196C, Concrete and concrete-making materials) :

1. Memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta memiliki nilai ekonomis.
2. Kekuatan tekan.
3. Durabilitas atau keawetan.

2.2 Sifat-sifat beton

Sifat sifat beton terbagi dua, yaitu ketika beton masih dalam keadaan segar (beton segar) dan ketika beton dalam keadaan mengeras (beton keras).

2.2.1 Sifat-sifat beton segar

Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, diangkut, dituang, dipadatkan, tidak ada kecendrungan terjadi segregasi (pemisahan agregat dari adukan) maupun bleeding (pemisahan semen dan air dari adukan). Hal ini karena segregasi maupun bleeding mengakibatkan mutu beton yang diperoleh akan buruk.

Tiga hal penting yang perlu diketahui dari sifat-sifat beton segar yaitu :

1. Kemudahan pengerjaan (workability)

Sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan atau kesulitan adukan untuk diaduk, diangkut dan dituang.

Unsur unsur yang mempengaruhi workabilitas yaitu:

- a. Jumlah air pencampur
- b. Kandungan semen
- c. Gradasi campuran agregat halus dan kasar
- d. Bentuk butiran agregat kasar
- e. Cara pemadatan dan alat pemadat

Konsistensi/kelacakan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian slump didasarkan pada ASTM C 143-74. Percobaan ini menggunakan

corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, (disebut sebagai kerucut Abrams)

2. Pemisahan Agregat (Segregation)

Kecenderungan agregat kasar untuk lepas dari campuran beton hal ini akan menyebabkan sarang kerikil, yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain :

- a. Campuran kurus atau kurang semen
- b. Terlalu banyak air
- c. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm
- d. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat kasar semakin mudah terjadi segregasi.

Untuk mengurangi kecenderungan segregasi maka diusahakan air diberi sedikit mungkin, adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian yang terlalu besar dan cara pengangkutan, penuangan harus mengikuti cara-cara yang benar.

3. Pemisahan air (Bleeding)

Kecenderungan air untuk naik kepermukaan beton yang baru dipadatkan dinamakan bleeding. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir pasir halus yang pada saat beton mengeras akan membentuk selaput (laitance).

2.2.2 Sifat-sifat beton mengeras (beton keras)

Perilaku beton keras merupakan kemampuan beton dalam memikul struktur bangunan. Kinerja beton keras yang baik ditunjukkan oleh kuat tekan beton yang tinggi, kuat tarik yang baik, perilaku yang lebih detail, kedap air dan udara, ketahanan terhadap sulfat, penyusutan rendah dan keawetan jangka panjang.

1. Kuat tekan beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton :

- a. Faktor air semen dan kepadatan, Semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan betonnya.
- b. Jenis semen, Semen Portland yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditetapkan agar dapat berfungsi secara efektif.
- c. Jumlah semen, Jika faktor air semen sama (slump berubah) beton dengan jumlah kandungan tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit sehingga adukan sehingga adukan beton sulit dipadatkan yang mengakibatkan kekuatan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga

beton mengandung banyak pori yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah.

- d. Sifat agregat, Permukaan yang halus dan kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. oleh karena itu kekerasan agregat ini sangat berpengaruh terhadap bentuk kurva tegangan-regangan tekan dan terhadap kekuatan beton.
- e. Efisiensi dan perawatan (curing), Kehilangan kekuatan sampai sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan dilakukan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pembuatan benda uji.
- f. Umur beton, Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linear) sampai umur 28 hari.

Tabel 2.1 Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Type I	0,4	0,65	0,88	0,95	1	1,2	1,35

Sumber : Wuryati samekto, 2001

2. Kuat tarik beton

Kuat tarik beton berkisar seperdelapanbelas pada waktu umur beton masih muda dan berkisar seperduapuluh setelahnya (Murdock : 1981).

Kuat tarik menjadi penting dalam beton untuk menahan retak-retak

akibat kadar air dan suhu. Untuk melakukan pengujian kuat tarik belah dapat digunakan alat Tensile Splitting Test (TST), yaitu suatu pengujian dengan pembelahan silinder-silinder oleh suatu desakan kearah diameternya untuk mendapatkan kekuatan tarik belah.

3. Sifat tahan lama (durability)

Sifat tahan lama pada beton, merupakan sifat dimana beton tahan terhadap pengaruh luar selama dalam pemakaian..sifat tahan lama pada beton dapat dibedakan dalam beberapa hal (Wuryati samekto, 2001) :

- a. Tahan terhadap pengaruh cuaca; Pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh yang berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
- b. Tahan terhadap pengaruh zat kimia; daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia hasil industri, air gula dan sebagainya, perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.
- c. Tahan terhadap erosi; Beton dapat mengalami kikisan yang diakibatkan oleh adanya orang yang berjalan kaki dan lalu diatasnya, gerakan ombak laut atau partikel-partikel yang terbawa oleh angin atau air.

2.3 Material beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (*Nawy, 1985:8*). Sehingga untuk memahami dan mempelajari karakteritik masing-masing komponen pembentuk beton

terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar dengan air dan semen sebagai pengikatnya.

2.3.1 Semen Portland

Semen portland merupakan bahan pengikat utama adukan beton yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, Bahan utama pembentuk semen Portland (Tri Mulyono, 2004) adalah batu kapur (CaO) sekitar 60%-65%, silica (SiO_2) Sekitar 20%-25%, alumina/tanah liat (Al_2O_3) sekitar 7%-12%, Sedikit Magnesia (MgO), dan terkadang ditambahkan oksida besi / Biji Besi (Fe_2O_3), sedangkan Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ditambahkan untuk mengatur ikat semen.

Keempat bahan baku hasil dari tambang (quarry) berupa campuran CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO dan Fe_2O_3 digiling (blended) bersama-sama, baik dalam proses basah maupun dalam proses kering. Hasil campuran Tersebut dituangkan keujung atas tungku pembakaran yang diletakkan agak miring. Selama tungku pembakaran berputar dan dipanaskan, bahan tersebut mengalir dengan lambat dari ujung atas keujung bawah, Temperatur dalam tungku pembakaran dinaikkan secara perlahan hingga mencapai temperature klinker (clincer temperature). Temperatur ini dipertahankan sampai campuran membentuk butiran semen Portland pada suhu $\pm 1400^\circ\text{C}$. butiran yang dihasilkan disebut sebagai klinker dan memiliki diameter antara 1,5-50mm. Klinker tersebut kemudian didinginkan dalam tempat klinker dan selanjutnya dihancurkan menjadi butiran-butiran yang halus. Bahan tambah, yaitu sedikit gypsum

(sekitar 1-5%) ditambahkan untuk mengontrol waktu ikat semen, yaitu waktu pengerasan semen dilapangan (Tri Mulyono, 2004).

Pada waktu pembakaran, CaO yang ada dalam kapur akan bersatu dengan SiO₂, Al₂O₃, dan Fe₂O₃ yang terdapat dalam pasir silica, alumin dan pasir besi membentuk senyawa baru, Senyawa tersebut adalah :

- a. Trikalsium Silikat (3CaO.SiO₂) yang disingkat menjadi C₃S
- b. Dikalsium Silikat (2CaO.SiO₂) yang disingkat menjadi C₂S
- c. Trikalsium Aluminat (3CaO.Al₂O₃) yang disingkat menjadi C₃A
- d. Tetrakalsium Alumino Ferrit (4CaO,Al₂O₃.Fe₂O₃) yang disingkat menjadi C₄AF.

Senyawa tersebut menjadi Kristal-kristal yang saling mengikat/mengunci ketika menjadi klinker. Komposisi C₃S dan C₂S adalah 70% - 80% dari berat semen dan merupakan bagian yang paling dominan memberikan sifat semen (Tri Mulyono, 2004). Sedangkan senyawa C₃A persentasinya dalam semen kecil, yaitu sekitar 10%, sehingga pengaruhnya pada jumlah air untuk reaksi pun menjadi kecil. Semen yang mengandung unsur C₃A lebih dari 10% tidak akan tahan terhadap serangan sulfat. Semen yang tahan sulfat harus memiliki kandungan C₃A tidak lebih dari 5%. Begitu pula dengan senyawa C₄AF, kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton sehingga kontribusinya dalam peningkatan kekuatan kecil.

Semen Portland memiliki beberapa sifat, yang pada umumnya terdiri dari:

1. Kehalusan Butir (Fineness)

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan (setting time) menjadi semakin lama jika butir semen terlalu kasar. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar sehingga makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya. Semakin halus butiran semen, proses hidrasi semakin cepat, sehingga kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir akan berkurang. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat mengurangi terjadinya bleeding atau naiknya air ke permukaan, tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

2. Kepadatan (density)

Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah $3,15 \text{ Mg/m}^3$. Pada kenyataannya, Berat Jenis semen yang diproduksi berkisar antara $3,05 \text{ Mg/m}^3$ sampai $3,25 \text{ Mg/m}^3$. Variasi ini akan berpengaruh pada proporsi campuran semen dan campuran.

3. Konsistensi

Konsistensi semen Portland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampurana awal, yaitu pada saat terjadi proses pengikatan sampai pada saat beton mengeras. Konsistensi yang terjadi bergantung pada rasio antara semen dan air serta aspek-aspek dan bahan semen seperti kehalusan dan kecepatan hidrasi. Konsistensi mortar bergantung pada konsistensi semen dan agregat pencampurnya.

4. Waktu Pengikatan

Waktu iat 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 semen dibedakan menjadi dua, yaitu : waktu ikat awal (initial setting time) yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan dan waktu ikat akhir (final setting time) yaitu waktu anantara terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras. Pada semen portland initial setting time berkisar 1-2 jam, tetapi tidak boleh kurang dari 1 jam sedangkan final setting time tidak boleh lebih dari 8 jam. Waktu ikatan sangat penting pada control pekerjaan beton, pada kasus-kasus tertentu diperlukan initial setting time lebih dari 2 jam agar waktu terjadinya ikatan awal lebih panjang. Waktu yang panjang ini diperlukan untuk transportasi (dumping/pouring), pemadatan (vibrating) dan penyelesaiannya (finishing).

5. Perubahan volume (Kekentalan)

Keadaan pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran yang menyatakan kemampuan pengembangan bahan-bahan campurannya dan kemampuan untuk mempertahankan volume setelah pengikatan terjadi. Pemeriksaan secara berkala perlu dilakukan.

a. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan semen diuji dengan cara membuat mortar yang kemudian ditekan sampai hancur. Contoh semen yang akan diuji dicampur dengan pasir silica dengan perbandingan tertentu, Kemudian dibentuk Menjadi kubus-

kubus berukuran 5x5x5 cm setelah berumur 3,7,14 dan 28 hari dan mengalami perawatan dengan perendaman, benda uji tersebut di uji kekuatan tekannya. (Tri mulyono, 2004).

Perbedaan persentasi bahan kimia dan bahan baku lainnya akan menyebabkan perbedaan sifat semen. Kandungan senyawa yang terdapat dalam semen akan membentuk karakter dan jenis semen. Peraturan Beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989) dalam ulasannya di halaman 1, Membagi semen Portland menjadi lima jenis (SK.SNI.T-15-1990-03:2), (Tri mulyono, 2004) yaitu :

- a. Tipe I, Semen Portland dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya
- b. Tipe II, Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah
- e. Tipe V, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

2.3.2 Agregat

Agregat merupakan bahan-bahan utama campuran beton yang disatukan oleh semen. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, Komposisi agregat tersebut berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang

cukup besar, agregat ini pun menjadi penting. karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan.

A. Klasifikasi agregat

Agregat untuk beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut

1. Berdasarkan sumbernya, agregat dapat dibagi menjadi dua, yaitu :
2. Agregat alam, yaitu agregat yang menggunakan bahan baku dari batu alam atau penghancurannya, jenis batuan yang baik digunakan untuk agregat halus harus keras, kekal dan tidak pipih. Agregat alam terdiri dari (1) Kerikil dan pasir alam, agregat yang berasal dari penghancuran oleh alam dan induknya. Biasanya ditemukan disekitar sungai atau didaratan . Agregat Beton alami berasal dari pelapukan atau dari desintegrasi dari batuan besar, baik dari batuan beku, sedimen maupun metamorf. Bentuknya bulat tetapi biasanya tercampur dengan kotoran. (2) Agregat batu pecah, yaitu dari batu alam yang dipecah menggunakan alat pemecah dan dapat menghasilkan ukuran agregat yang seragam dengan ukuran tertentu.
 - a. Agregat buatan, yaitu Agregat yang dibuat dengan tujuan penggunaan khusus (tertentu). Biasanya agregat buatan adalah agregat ringan. Contoh agregat buatan adalah : batu bata pecah yang bersih, Klinker yang berasal dari limbah pembangkit tenaga uap.
3. Berdasarkan diameter butiran , agregat dapat dibagi menjadi dua, (Tri mulyono, 2004), yaitu :

- a. Agregat halus, yaitu agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 (BS.812,1976). Agregat halus biasanya dinamakan pasir.
 - b. Agregat kasar, yaitu agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 (BS.812,1976). Agregat halus biasanya dinamakan kerikil, batu pecah, split dan lain sebagainya.
4. Berdasarkan berat agregat dapat dibagi menjadi tiga Yaitu :
- a. Agregat ringan, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis 1900 kg/m³ biasanya digunakan untuk membuat beton ringan. Terdiri dari : batu apung, asbes dan terak dapur tinggi dengan gelembung udara.
 - b. Agregat normal, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis rata-rata sekitar 2,5-2,7 atau tidak boleh kurang dari 1,2 kg/m³ .Beton yang dibuat dengan menggunakan agregat normal adalah beton normal, yaitu beton yang mempunyai berat isi 2.200-2.500 kg/m³. Kekuatan tekannya 15-40 MPa. Agregat ini berasal dari granit, basalt dan kuarsa.
 - c. Agregat berat, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis lebih besar dari 2.800 kg/m³. Beton yang dibuat dengan agregat ini biasanya digunakan untuk pelindung dari radiasi tertentu. Contoh agregat berat : magnelit dan butiran besi.

B. Sifat-sifat agregat dalam campuran beton

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton, untuk menghasilkan beton sesuai dengan kekuatan yang ingin dicapai. Sifat-sifat agregat ini harus diketahui agar kita dapat mengambil tindakan yang benar dalam mengatasi masalah yang timbul pada beton.

1. Bentuk

Dilihat dari bentuknya, Agregat ini terdiri dari beberapa macam (Tri mulyono, 2004) yaitu :

- a. Agregat bulat, Terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air atau keseluruhannya terbentuk karena pengerasan. Rongga udaranya minimum 33%.
- b. Agregat bulat sebagian atau tidak teratur, Agregat ini secara ilmiah berbentuk tidak teratur. Rongga udara sekitar 35%-38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar lebih mudah dikerjakan .
- c. Agregat bersudut, Agregat ini memiliki sudut-sudut yang tampak jelas, yang terbentuk ditempat-tempat perpotongan bidang-bidang dengan permukaan kasar,rongga udara pada agregat ini berkisar antara 38%-40%, sehingga membutuhkan lebih banyak lagi pasta semen agar mudah dikerjakan.
- d. Agregat panjang, Agregat ini panjangnya jauh lebih besar dari pada lebarnya, dan lebarnya jauh lebih besar dari pada tebalnya. Agregat ini berpengaruh buruk pada mutu beton yang dibuat.

- e. Agregat pipih, Agregat ini disebut pipih karena perbandingan lebar dan tebalnya lebih kecil. Agregat pipih mempunyai perbandingan antara panjang dan lebar dengan ketebalannya rasio 1:3 yang dapat digambarkan sama dengan uang logam.
- f. Agregat pipih dan panjang, Agregat jenis ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar daripada lebarnya, sedangkan lebarnya jauh lebih besar daripada tebalnya.

Dari berbagai macam jenis agregat di atas pengaruhnya terhadap beton segar adalah dalam sifat pengerjaan beton. Agregat dengan bentuk bersudut akan sukar dikerjakan, berbeda dengan yang berbentuk bulat. Hal ini dikarenakan gesekan antar agregat pada bentuk yang bersudut lebih besar dibandingkan dengan berbentuk bulat. Selain itu, karena rongga udara pada agregat bersudut berkisar antara 38%-40% sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan, Berbeda dengan agregat bulat yang memiliki agregat lebih kecil dan tidak membutuhkan banyak pasta semen dalam pengerjaannya. Demikian pula agregat yang berbentuk pipih dan lonjong akan mengalami kesulitan pada saat pelaksanaan pengecoran, karena menghambat masuknya campuran mortar ke dalam cetakan yang sempit atau karena tulangan yang terlalu rapat.

2. Kekuatan

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregat. Kekuatan agregat dapat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal :

- a. Karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam hal pengikatan.
- b. Porositas Besar, Porositas besar mempengaruhi keuletan yang menentukan ketahanan terhadap beban kejut .

Untuk menguji kekuatan agregat dapat menggunakan bejana *rudelloff* maupun *los Agelos Test*. Sesuai dengan SII.0052-80. Bejana *Rudelloff* berupa bejana yang berbentuk silinder baja dengan garis tengah bagian dalam 11,8 cm dan tingginya 40 cm dengan dilengkapi stempel pada dasarnya. Dengan menggunakan *Los Angelos Test* berupa mesin silinder baja yang tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm dan panjangnya 50 cm (Tri mulyono, 2004).

Tabel 2.2 Syarat mutu kekuatan agregat sesuai (SII.0052-80)

Kelas dan mutu beton	Kekerasan dengan bejana Rudelloff, bagian hancur menebus ayakan 2mm, persen (%)maksimum		Kekerasan dengan bejana geser Los Agelos, bagian hancur menembus ayakan 1.7 mm ,% maks
	Fraksi butir 9.5-19 mm	Fraksi butir 19-30 mm	
(1)	(2)	(3)	(4)
Beton kelas I dan mutu B ₀ dan B _I	22 – 30	24 – 32	40 – 50
Beton kelas II dan mutu K125, K175 dan K225	14 – 22	16 – 24	27 – 40
Beton mutu III dan mutu > K225 atau beton pratekan	Kurang dari 14	Kurang dari 16	Kurang dari 27

Sumber : Tri mulyono, 2004

3. Gradasi agregat

Gradasi agregat sangat mempengaruhi kepadatan beton. Untuk menghasilkan beton yang padat, diantaranya butiran agregat harus bervariasi dari ukuran yang paling kecil hingga yang paling besar. Untuk mendapatkan mendapatkan campuran beton yang padat kadang-kadang kita harus mencampur beberapa jenis agregat. Dalam pekerjaan beton yang banyak dipakai adalah agregat normal dengan gradasi yang harus memenuhi syarat standar.

Syarat susunan butiran agregat untuk beton sudah diatur dalam SK-SNI T-15-1990-03, atau standar asing lainnya seperti ASTM dan British standart (BS).

Menurut standar-standar tersebut, maka gradasi agregat harus memenuhi syarat sebagai berikut :

a. Persyaratan gradasi agregat halus

SK-SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari British standart. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zone (daerah) sebagai berikut :

Tabel 2.3 Batas gradasi agregat halus (BS 882:1973) dan berstandar ASTM C33:78

Lubang ayakan dalam mm	Persentase Berat Butir yang lewat ayakan				Menurut ASTM C33:78
	I	II	III	IV	
10	100	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100	80-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100	50-85
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100	25-60
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50	10-30
0.15	0-10	0-10	0-10	0-10	2-10

Sumber : Tri mulyono, 2004

Keterangan :

- a) Daerah gradasi I = Pasir kasar
- b) Daerah gradasi II = Pasir agak kasar
- c) Daerah gradasi III = Pasir halus
- d) Daerah gradasi IV = Pasir agak halus
- e) Persyaratan gradasi agregat kasar

- i. Menurut BS (*British Standard*) gradasi agregat kasar yang baik adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 Batas gradasi agregat kasar menurut(BS 882:1973) dan berstandar ASTM C33:78

Lubang Ayakan (mm)	Persen butir lewat ayakan besar butir maks		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12.5	-	-	90-100
10	10-35	25-35	40-85
4.8	0-5	0-10	0-10

Sumber : Tri mulyono, 2004

4. Kadar air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat. Kadar air pada agregat berbeda sesuai dengan kondisi agregatnya. kadar air agregat dapat di bedakan menjadi empat jenis :

- a. Kadar air kering tungku, Yaitu keadaan yang benar-benar tidak berair

- b. Kadar air kering udara, Yaitu kondisi agregat yang permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air di dalam porinya dan masih dapat menyerap air.
 - c. Kondisi jenuh kering permukaan (JKP), Yaitu keadaan dimana tidak ada air di permukaan agregat tetapi agregat tersebut masih mampu menyerap air. Pada kondisi ini, air dalam agregat tidak akan menambah atau mengurangi air pada campuran beton.
 - d. Kondisi basah, Yaitu kondisi dimana butir-butir agregat bananyak mengandung air, sehingga akan menyebabkan penambahan kadar air dalam campuran beton.
5. Berat jenis dan daya serap agregat

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Hubungan antara berat jenis dan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut.

C. Pemeriksaan mutu agregat dan syarat mutu agregat

Pemeriksaan mutu agregat dimaksudkan untuk mendapatkan bahan-bahan campuran beton yang memenuhi syarat. Sehingga beton yang dihasilkan nantinya sesuai dengan yang diharapkan. Jika dilihat dari volume agregat dalam campuran beton, agregat memberikan kontribusi yang besar terhadap campuran.

1. Agregat normal menurut SII.0052

a. Agregat Halus

- 1) Modulus halus butir 1.5 sampai 3.8
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm) maksimum 5%
- 3) Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding tidak lebih tua dari pada warna standar.
- 4) Kekekalan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika di pakai magnesium sulfat, maksimum 15%).

b. Agregat Kasar

- 1) Modulus halus butir 6.0 sampai 7.1
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm) maksimum 1%.
- 3) Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- 4) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.
- 5) Tidak bersifat reaktif terhadap alkali jika kadar alkali dalam semen sebagai Na_2O lebih besar dari 0.6%.
- 6) Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.

- 7) Kekerasan agregat harus memenuhi syarat seperti Tabel 2.2 di atas.

2. Agregat normal menurut ASTM C.33

Agregat normal yang dipakai dalam campuran beton sesuai dengan ASTM, berat isinya tidak boleh kurang dari 1200 kg/m^3 .

a. Agregat Halus

- 1) Modulus halus butir 2.3 sampai 3.1
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm atau No.200) dalam persen berat maksimum,
 - Untuk beton yang mengalami abrasi sebesar 3.0%
 - Untuk beton jenis lainnya sebesar 5%.
- 3) Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%.
- 4) Kandungan arang dan lignit,
 - Bila tampak permukaan beton dipandang penting, maksimum 0.5%.
 - Beton jenis lainnya, maksimum 1.0 % .
- 5) Kadar zat organik yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) 3%, tidak menghasilkan warna yang lebih tua dibanding warna standar. Jika warnanya lebih tua maka ditolak kecuali :

- Warna lebih tua timbul karena sedikit adanya arang lignit atau yang sejenis
 - Ketika duji dengan uji perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan pasir standar silika hasilnya menunjukkan nilai lebih besar dari 95%.
- 6) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.
 - 7) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%.
 - 8) Susunan gradasi harus memenuhi syarat .
- b. Agregat Kasar
- 1) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.
 - 2) Susunan gradasi harus memenuhi syarat.
 - 3) Kadar bahan atau partikel yang berpengaruh buruk pada beton.

- 4) Sifat fisika yang mencakup kekerasan agregat diuji dengan bejana Los Agelos dan sifat kekal. batas ijin partikel yang berpengaruh buruk terhadap beton dan sifat fisika yang diijinkan untuk agregat kasar.

2.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar air garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas 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 yang biasa disebut sebagai Faktor Air Semen (*water cement ratio*). 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.

A. Sumber-sumber air

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan untuk campuran beton. Sumber-sumber air yang ada (Tri mulyono,2004) adalah :

1. Air yang terdapat di udara, Air yang terdapat diudara atau atmosfer adalah air yang terdapat diawan. Kemurnian air ini sangat tinggi. Air yang terdapat dalam atmosfer kondisinya sama dengan air suling, sehingga sangat mungkin untuk mendapatkan beton yang baik dengan menggunakan air ini.
2. Air hujan, Air hujan menyerap gas-gas serta uap dari udara ketika jatuh ke bumi, Biasanya air hujan mengandung unsur oksigen, nitrogen dan karbondioksida.
3. Air tanah, Terdiri dari unsure kation (seperti Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , dan K^+) dan unsur Anion pada kadar yang lebih rendah, Terdapat juga unsur Fe, Mn, Al, B, F dan Se. disamping itu air tanah juga menyerap gas-gas serta bahan-bahan organik seperti CO_2 , H_2S , dan NH_3 .
4. Air permukaan, Air permukaan dibagi menjadi air sungai, air danau, situ, dan air genangan. Erosi yang disebabkan oleh aliran air permukaan, membawa serta bahan-bahan organik dan mineral-mineral. Air sungai atau air danau dapat digunakan sebagai campuran beton, asal tidak tercemar oleh air buangan industri. Air rawa-rawa atau air genangan tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, kecuali setelah melalui pengujian kualitas air.

5. Air laut, Air laut mengandung 30.000-36.000 mg garam per liter (3%-3,6%) pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran untuk beton tidak bertulang, beton pra-tegang dan beton pra-tekan atau dengan kata lain untuk beton-beton mutu tinggi. Air laut tidak boleh digunakan pembuatan beton pra-tegang atau pra-tekan, karena batang-batang baja pra-tekan langsung berhubungan dengan betonnya. Air laut sebaliknya tidak digunakan untuk beton yang ditanami alumunium di dalamnya beton yang memakai tulangan atau yang mudah mengalami korosi pada tulangannya akibat perubahan panas (temperatur) dan lingkungan lembab. (ACI 318-89:2-2)

Tabel 2.5 Unsur-unsur kimia dalam air laut

Unsur Kimia	Kandungan (ppm)
Clorida (Cl)	19.000
Natrium (Na)	10.600
Magnesium (mg)	1.270
Sulfur (S)	880
Calium (Ca)	400
Kalsium (K)	380
Brom (Br)	65
Carbon (C)	28
Cr	13
B	4,6

Sumber : *Concrete Technology and Practice*

B. Syarat umum air

Air yang akan dipakai untuk membuat campuran beton dan juga untuk pemeliharaan beton yang telah mengeras harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut :

1. Air tawar yang dapat diminum.

2. Air harus bersih dan tidak boleh mengandung minyak ; asam alkali, garam-garam bahan-bahan organis atau bahan-bahan yang dapat merusak beton dan baja tulangan beton.
3. Air yang bereaksi netral terhadap lakmus.
4. Air pencampur yang digunakan pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
5. Apabila terdapat keragu-raguan terhadap pemakaian air, dianjurkan untuk mengirim contoh air itu ke lembaga pemeriksaan air untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton/baja tulangan.

C. Pemilihan pemakaian air

Pemilihan air yang digunakan sebagai campuran beton didasarkan pada campuran beton. Air tersebut harus berasal dari sumber yang sama dan terbukti menghasilkan beton yang memenuhi syarat. Jika air yang ada dari sumber belum terbukti memenuhi syarat, harus dilakukan uji tekan mortar yang dibuat dengan air tersebut, yang kemudian dibandingkan dengan campuran mortar yang menggunakan air suling.

D. Syarat mutu air menurut British Standart (BS.3148-80)

Berikut adalah criteria yang harus dipenuhi oleh air yang akan digunakan sebagai campuran beton. Jika ketentuan ketentuan dibawah ini tidak terpenuhi,

Sebaiknya air tidak digunakan untuk membuat campuran beton. Syarat-syarat tersebut antara lain adalah (Tri mulyono, 2004) :

1. Garam-garam Anorganik, Ion-ion utama yang terdapat dalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, sulfat, klorida, nitrat, dan karbonat. Gabungan ion-ion tersebut tidak boleh lebih besar dari 2000 mg per liter. garam-garam anorganik ini akan memperlambat waktu pengikatan beton dan menyebabkan menurunnya kekuatan beton. Konsentrasi garam-garam tersebut hingga 500 ppm dalam campuran beton masih diijinkan.
2. NaCl dan Sulfat, Konsentrasi NaCl atau garam dapur sebesar 20000 ppm pada umumnya masih diijinkan. Air campuran beton mengandung 1250 ppm natrium sulfat, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, dapat digunakan dengan hasil yang memuaskan.
3. Air asam, Air campuran asam dapat digunakan atau tidak berdasarkan konsentrasi asamnya yang dinyatakan dalam ppm (*Parts per million*). Bisa atau tidaknya air ini digunakan ditentukan berdasarkan nilai pH. Air netral biasanya mempunyai pH sekitar 7.00. nilai pH diatas 7.00 menyatakan keadaan kebasaan dan nilai pH Menyatakan nilai keasaman. Semakin tinggi nilai asam ($\text{pH} > 3.00$), semakin sulit kita mengelola pekerjaan beton. Karena itu penggunaan air dengan pH diatas 3.00 harus dihindarkan.
4. Air basa, Air dngan kandungan natrium hidroksida sekitar 0.5% dari berat semen, tidak banyak berpengaruh pada kekuatan beton, asalkan

waktu pengikatan tidak berlangsung dengan cepat. Konsentrasi bias lebih tinggi dari 0.5% berat semen akan mempengaruhi kekuatan beton.

5. Air gula, Apabila kadar gula dalam campuran dinaikkan hingga mencapai 0.2% dari berat semen, maka waktu pengikatan biasanya akan semakin cepat. Gula sebanyak 0.25% berat semen atau lebih akan mengakibatkan bertambah cepatnya waktu pengikatan secara signifikan dan berkurangnya kekuatan beton pada umur 28 hari.
6. Minyak, Minyak mineral atau minyak tanah dengan konsentrasi lebih dari 2% berat semen dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20%. Karena itu penggunaan air yang tercemar minyak sebaiknya dihindari.
7. Rumput laut, Rumput laut yang tercampur dalam air campuran beton dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton secara signifikan. Bercampurnya rumput laut dengan semen akan mengakibatkan berkurangnya daya lekat dan menimbulkan terjadinya sangat banyak gelembung-gelembung udara dalam beton. Beton menjadi keropos dan pada akhirnya kekuatannya akan berkurang. Rumput laut dapat juga dijumpai dalam agregat terutama jika agregat yang digunakan adalah agregat halus dari pasir pantai. Hal itu membuat hubungan antara agregat dan pasta semen terganggu, bahkan menjadi buruk.
8. Zat-zat Organik, Lanau dan Bahan-bahan Terapung, Kandungan zat organik dalam air dapat mempengaruhi waktu pengikatan semen dan kekuatan beton. Air yang berwarna tua, berbau tidak sedap dan mengandung butir-butir lumut perlu diragukan dan harus diuji sebelum dipakai. Kira-kira 2000 ppm lempung yang terapung atau bahan-bahan

halus yang berasal dari batuan diijinkan ada dalam campuran. Untuk mengurangi kadar lanau dan lempung dalam adukan beton, yang mengandung lumpur harus diendapkan terlebih dahulu dalam bak-bak penampung sebelum digunakan.

9. Pencemaran limbah Industri atau air limbah, Air yang tercemar limbah industri sebelum dipakai harus dianalisis kandungan pengotornya dan diuji (dengan percobaan perbandingan) untuk mengetahui pengikatannya dan kekuatan tekan betonnya. Air limbah biasanya mengandung 400 ppm senyawa organik. Setelah air limbah itu disaring ditempat yang cocok untuk keperluan pencampuran beton, konsentrasi senyawa organik biasanya turun menjadi 20 ppm atau kurang dari itu. Jadi, setelah disaring, barulah air limbah dapat digunakan.

E. Syarat kimia air

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Kandungan kurang dari 1000 ppm (parts per million) masih diperbolehkan meskipun konsentrasi lebih dari 200 ppm sebaiknya dihindari. Pada BS 3148 terdapat dua metode untuk menilai kelayakan air untuk campuran beton, yaitu dengan membandingkan waktu pengikatannya dan kuat tekan benda uji yang dibuat dengan semen dan air. Air suling dianggap memenuhi syarat jika tidak berubah waktu pengikatannya lebih dari 30 menit, atau berkurang kekuatannya dengan lebih dari 20% dibandingkan air suling.

Bila masih diragukan, adakan perbandingan antara mortar yang memakai air tersebut dengan mortar yang memakai air suling/air tawar.

Dipakai kubus mortar ukuran 50 mm, sesuai SII 0013-81 atau ASTM C109. Kekuatan umur 7 dan 28 hari minimal 90% dari kekuatan mortar dari air tawar. Namun sifat-sifat lain harus diperiksa, misalnya pengaruh jangka panjang.

2.4 Nilai slump

Nilai **slump** adalah nilai yang diperoleh dari hasil uji **slump** dengan cara beton segar diisikan ke dalam suatu corong baja berupa kerucut terpancung, kemudian bejana ditarik ke atas sehingga beton segar meleleh ke bawah. Besar penurunan permukaan beton segar diukur, dan disebut nilai '**slump**'. Makin besar nilai **slump**, maka beton segar makin encer dan ini berarti semakin mudah untuk dikerjakan.

Penetapan nilai **slump** dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut:

1. Cara pengangkutan adukan beton.
2. Cara penuangan adukan beton.
3. Cara pemadatan beton segar.
4. Jenis struktur yang dibuat.

Cara pengangkutan adukan beton dengan aliran dalam pipa yang dipompa dengan tekanan membutuhkan nilai **slump** yang besar, adapun pemadatan adukan dengan alat getar (triller) dapat dilakukan dengan nilai **slump** yang sedikit lebih kecil.

2.5 Pemadatan Beton (Vibrating)

Pencampuran bahan – bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan – bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Agar tetap terjaga konsistensi rancangannya, tahapan lebih lanjut dalam pengolahan beton perlu diperhatikan. Tahapan pelaksanaan di lapangan meliputi :

- a. Persiapan
- b. Penakaran
- c. Pengadukan (mixing)
- d. Penuangan atau Pengecoran (Placing)
- e. Pemadatan (Vibrating)
- f. Penyelesaian Akhir (Finishing)
- g. Perawatan (Curing)

Dalam penguraian pekerjaan beton hanya di uraikan adalah pemadatan (vibrating)

Pemadatan dilakukan segera setelah beton dituang. Kebutuhan akan alat pemadat disesuaikan dengan kapasitas pengecoran dan tingkat kesulitan pengerjaan. Pemadatan dilakukan sebelum terjadinya *setting time* pada beton.

Untuk menghilangkan udara yang terdapat antara dinding dan spesi beton juga di dalam campuran beton itu sendiri dilakukan pemadatan. Karena kalau tidak dilakukan maka udara akan membentuk ruang kosong dalam beton. Ruang kosong itu sangat merugikan bagi kualitas beton, selain kekuatannya berkurang hasil cornya akan buruk dan berongga.

Metode pemadatan beton

- a) Metode pedatan dengan cara di tuang yaitu dengan cara menuangkan benda uji kedalam bejana secara berlahan-lahan ,dengan jarak antara sekop dan bejana 5 cm.
- b) Metode pemadatan dengan cara di rojok yaitu dengan cara menusuk-nusuk dengan sepotong kayu atau batang lain
- c) Metode pemdatan meja getar yaitu pemadatan dengan menggunakan alat mekanis yang di sebut meja getar

Pengambilan keputusan apakah telah atau belum cukup pemadatan yang dilakukan ialah dengan menggunakan indera penglihatan dan pendengaran. Untuk indera penglihatan dapat dilihat keluarnya gelembung-gelembung udara yang besar kemudian disertai gelembung-gelembung yang kecil. Juga dapat dilihat pada permukaan beton akan mulai bersinar akibat cukupnya air akibat bleeding.

Pemadatan dimaksudkan untuk menghilangkan rongga-rongga udara yang terdapat dalam beton segar. Pada pengerjaan beton dengan kapasitas kecil, alat pemadat dapat berupa kayu atau besi tulangan. Sedangkan adapun alat yang sering digunakan pada pengerjaan dengan volume besar yaitu *vibrator* atau alat getar.

Pada pengerjaan beton dengan kapasitas kecil, alat pemadat dapat berupa kayu atau besi tulangan. Untuk pengecoran dengan kapasitas lebih besar dari 10 m³, alat pemadat mesin harus digunakan. Alat pemadat ini lebih dikenal dengan nama *vibrator* atau alat getar. Pemadatan dilakukan dengan penggetaran.

Campuran beton akan mengalir dan memadat karena rongga-rongga akan terisi dengan butir-butir yang lebih halus. Alat getar ini dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Alat getar intern (*internal vibrator*), yaitu alat getar yang berupa tongkat dan digerakan dengan mesin. Untuk menggunakannya, tongkat dimasukkan ke dalam beton pada waktu tertentu, tanpa harus menyebabkan *bleeding*.
2. Alat getar cetakan (*external vibrator or form vibrator*), yaitu alat getar yang mengetarkan *form work* sehingga betonnya bergetar dan memadat.

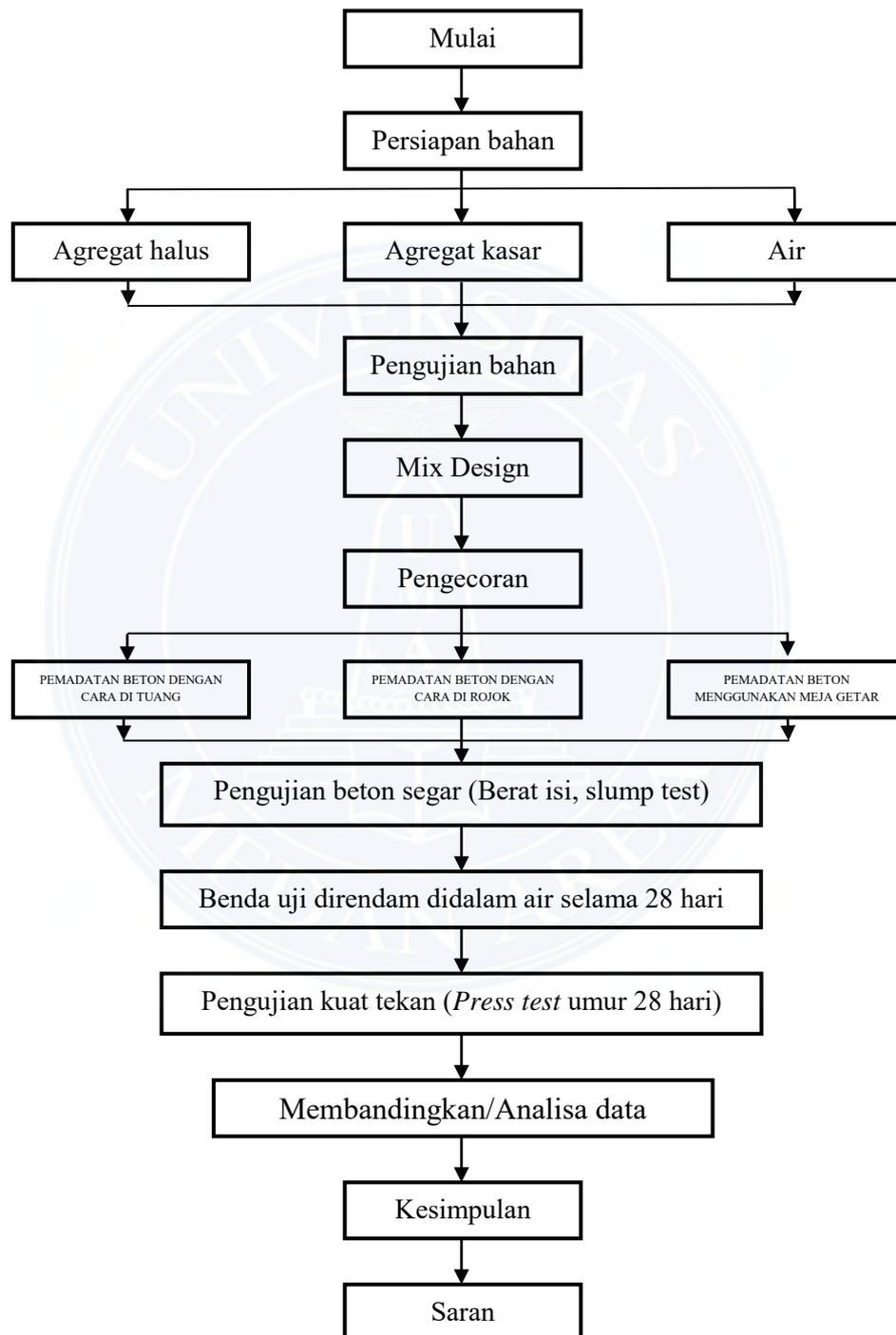
Ada beberapa pedoman yang digunakan dalam proses pemadatan, antara lain:

- a. Pada jarak yang berdekatan/pendek, pemadatan dengan alat getar dilaksanakan dalam waktu yang pendek.
- b. Pemadatan dilaksanakan secara vertikal dan jatuh dengan beratnya sendiri.
- c. Tidak menyebabkan *bleeding*.
- d. Pemadatan merata.
- e. Tidak terjadi kontak antara alat getar dengan bekisting.
- f. Alat getar tidak berfungsi untuk mengalirkan, mengangkat atau memindahkan beton.

Pemadatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton, karena tidak terjadinya pencampuran bahan yang homogeny. Pemadatan yang berlebih pun akan menyebabkan terjadinya *bleeding*. Pemadatan harus dilakukan sesuai dengan syarat mtu. Hal ini yang dapat dilakukan adalah melihat manual pemadat yang digunakan sehingga pemadatan pada campuran beton dapat dilakukan secara efisien dan efektif.

BAB III

3.1 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1. Kerangka penelitian

3.2 Metode penelitian

Metode pengujian pada agregat, yaitu pada agregat kasar dan agregat halus dilakukan sesuai dengan standart pengujian yaitu sebagai berikut :

- a. Berat jenis dan penyerapan air sesuai dengan SK SNI M 09 -1989 - F (agregat kasar) dan SK SNI M 10-1989-F (agregat halus).
- b. Berat isi sesuai dengan ASTM C-91A-78
- c. Analisa ayakan sesuai dengan SK SNI M 08-1989-F
- d. Kadar lumpur sesuai dengan ASTM C 117-95
- e. Organik impuritis sesuai dengan ASTM C 40-92
- f. Kadar air sesuai dengan SK SNI M 11-1989-F

Setelah didapat sifat fisik agregat dan sifat fisik agregat tambahan dengan persyaratan yang sesuai dengan beton menurut SII No.0052-80. Persyaratan tersebut dapat dianalisa apakah agregat memenuhi syarat atau tidak . selanjutnya untuk mengetahui sifat fisik beton baik beton segar maupun beton keras maka dilakukan pengujian berdasarkan standar pengujian, sebagai berikut :

1. Pengujian terhadap beton segar
 - a. Uji slump sesuai dengan SK SNI M-12-1989-F
 - b. Berat isi sesuai dengan ASTM C 138-92
2. Pengujian terhadap beton keras
 - a. kuat tekan sesuai dengan SK SNI M-14-1989-F

3.3 Bahan-bahan penelitian

Penelitian ini bahan – bahan material yang digunakan adalah :

- a. Semen yang digunakan semen portland type 1.

- b. Air yang digunakan adalah air mineral atau setara dengan air suling.
- c. Agregat halus yang digunakan dari toko material yang diambil dari daerah Kota Binjai di Propinsi Sumatera Utara
- d. Agregat kasar yang digunakan dari toko material dengan ukuran ≤ 30 mm yang diambil dari daerah Kota Binjai di Propinsi Sumatera Utara

3.4 Tempat penelitian

3.4.1 Lokasi laboratorium

Semua pengujian yang dimulai dari pengujian agregat sampai pembuatan benda uji dan uji kuat tekan beton dilakukan Laboratorium KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDRAL BINA MARGA BALAI BESAR PELAKSAAN JALAN NASIONAL 1 .Jln.SAKTI LUBIS/BUSI DALAM NO 1 MEDAN.

3.5 Pengujian agregat halus

3.5.1 Kadar lumpur agregat halus

Tujuan :

Untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan No.200 mesh dengan cara pencucian.

Bahan :

Benda uji berupa agregat yang telah dikeringkan. Banyaknya tergantung ukuran maksimum.

Prosedur pengujian :

1. Ambil benda uji atau agregat kasar dari lapangan (W1).
2. Masukkan benda uji kedalam wadah yang diberi air pencuci secukupnya hingga benda uji terendam.
3. Guncangkan wadah dan tuangkan air cucian kedalam saringan No.16 dan No.200 Pada waktu menuangkan air cucian usahakan agar agregat tidak ikut tertuang.
4. Masukkan air pencuci baru, dan ulangi pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.
5. Selain cara diatas, Perhitungan kadar lumpur dapat pula dilakukan dengan meletakkan benda uji diatas ayakan No.16 dan No.200 kemudian cuci benda diatas susunan ayakan tersebut pada air yang mengalir hingga air cucian menjadi bening
6. Semua bahan yang tertahan diatas saringan No.16 dan No.200 kembalikan kedalam wadah dan keringkan dalam oven dengan suhu(100±5)°C.
7. Setelah kering timbang dan catat lah beratnya (W2).

Perhitungan :

$$\text{Jumlah bahan yang lolos saringan No.200} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

3.5.2 Kadar air agregat halus

Tujuan :

Untuk menentukan kadar air yang terdapat dalam agregat dengan cara pengeringan.

Bahan : agregat halus

Prosedur pengujian :

1. Ambil agregat halus di lapangan
2. Timbang agregat (W1)
3. Masukkan agregat dalam oven dengan suhu 110°C
4. Setelah kering timbang kembali agregat (W2)

Perhitungan :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

3.5.3 Analisa ayak Agregat halus

Tujuan :

Untuk mengetahui gradasi dari agregat halus dan menghitung Finenes modulus (modulus kehalusan)

Bahan : Pasir dan Air

Prosedur Pengujian :

1. Timbang pasir seberat 1200gram
2. Susun ayakan dari ukuran yang berdiameter terbesar sampai dengan diameter terkecil

3. Masukkan pasir yang telah ditimbang kedalam ayakan yang sudah tersusun
4. Kemudian pasir yang ada didalam ayakan ditutup dan digoncang-goncang menggunakan tangan kekiri dan kekanan selama 10 menit
5. Sesudah itu buka tutup ayakan dan ambil sampel dari tiap-tiap ayakan, kemudian timbang masing-masing diameter pasir (1 kali percobaan)
6. Percobaan kedua dengan menggunakan alat penggetar (percobaan sama dengan percobaan manual) tetapi mengerjakannya diganti menggunakan alat getar (1 kali percobaan).

Perhitungan :

$$\text{Percobaan 1} = FM = \frac{\text{kolom 4}}{100}$$

$$\text{Percobaan 2} = FM = \frac{\text{kolom 4}}{100}$$

$$FM_{\text{rata-rata}} = \frac{FM1+FM2}{2} \times 100\%$$

3.5.4 Berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Tujuan :

Untuk mengetahui berat isi dari pada agregat kasar halus (pasir) dalam keadaan kering,semu, jenuh kering permukaan (SSD) dan daya serap (absorpsi) pasir.

Bahan : pasir dan Air

Prosedur Pengujian :

1. Timbang pasir seberat 500 gram (A)
2. Rendam pasir selama 24 jam , lalu keringkan didalam oven 24 jam, keluarkan dari oven, timbang dan catat beratna lakukan sebanyak 1 kali percobaan
3. Ambil pasir yang jenuh kering permukaan (SSD) sebanyak 50 gram dan masukkan kedalam picnometer (B)
4. Kemudian isi dengan air sebanyak 90% dari kapasitas picnometer, lalu picnometer digoncang-goncang agar keluar kandungan udara dalam sample, maka pori-pori sample akan terbuka dan permukaan air akan berkurang, timbang dan catat beratnya (C)
5. Isi picnometer dibuang isinya sampai bersih
6. Isi picnometer dengan air sampai batas yang telah ditentukan,timbang dan catat beratnya, ulangi sebanyak 2 kali.

Perhitungan :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{A}{B+A-C} \times 100\%$$

3.6 Pengujian agregat kasar

3.6.1 Kadar lumpur agregat kasar

Tujuan :

Untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan no. 200.

Bahan : benda uji agregat yang telah kering

Prosedur pengujian :

1. Ambil agregat kasar dari lapangan (W1) serta timbang beratnya
2. Cuci benda uji secukupnya
3. Keringkan benda uji kedalam oven
4. Timbang berat agregat setelah dikeringkan dalam oven (W2)

Perhitungan :

Jumlah bahan yang lolos saringan No.200

$$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

3.6.2 Kadar Air agregat kasar

Tujuan :

Untuk menentukan kadar air yang terdapat dalam agregat dengan cara pengeringan.

Bahan : agregat kasar

Prosedur pengujian :

1. Ambil agregat kasar di lapangan
2. Timbang agregat (W1)
3. Masukkan agregat dalam oven dengan suhu 110°C
4. Setelah kering timbang kembali agregat (W20)

Perhitungan :

$$\text{Kadar air} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$$

3.6.3 Analisa ayakan agregat kasar

Tujuan :

Untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar dan menghitung fineness modulus (modulus kehalusan) FM kerikil tersebut.

Bahan : benda uji diperoleh dari alat pemisah.

1. Ukuran 3,5'' : berat 35 kg
2. Ukuran 3'' : berat 30 kg
3. Ukuran 2,5 : berat 25 kg
4. Ukuran 2'' : berat 20 kg
5. Ukuran 1,5'' : berat 15 kg
6. Ukuran 1 '' : berat 10 kg
7. Ukuran $\frac{3}{4}$ '' : berat 5 kg
8. Ukuran $\frac{1}{2}$ '' : berat 2,5 kg
9. Ukuran $\frac{3}{8}$ '' : berat 1 kg

Bila agregat berupa campuran dari agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi dua bagian dengan saringan no.4 selanjutnya agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti yang tercantum.

Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap
2. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan
3. Susun saringan ayakan.
4. Masukkan agregat kasar dari atas dan tutup

5. Letakkan saringan di alat penggetar dan mulai di ayak selama ± 15 menit
6. Timbang berat agregat yang tertahan di setiap ayankannya.

Perhitungan :

1. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing – masing saringan terhadap berat total benda uji
2. Hitung persentase tertahan komulatif
3. Hitung angka kehalusan (finenes modulus)

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif diatas ayakan}}{100}$$

4. Hitung persentase lolos komulatif

3.6.4 Berat jenis dan absorpsi agregat kasar

Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis dan persentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar .

Bahan : agregat kasar sebesar 5 kg

Prosedur pengujian :

1. Timbang kerikil seberat 2000 gram
2. Rendam kerikil selama 24 jam, lalu keringkan dengan menggunakan lap kain, sample dalam keadaan ini disebut dalam keadaan SSD

3. Ambil kerikil yang jenuh kering permukaan (SSD) masukkan kedalam bejana bercorong dan isi air sampai penuh
4. Keluarkan air dari bejana sampai air yang dikeluarkan habis
5. Masukkan sampel kedalam keranjang, timbang dan catat beratnya
6. Lalu sample dihampar diatas pan dan masukkan kedalam oven selama 24 jam.

Perhitungan:

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B-C} \times B_{\text{air}}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{A}{B-C} \times B_{\text{air}}$$

$$\text{Berat jenis Semu} = \frac{A}{A-C} \times B_{\text{air}}$$

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

Keterangan :

A = berat benda uji kering oven (gr)

B = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

C = berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air (gr)

3.6.5 Berat isi agregat kasar

Tujuan :

Untuk mengetahui berat isi dari pada agregat kasar (kerikil) dalam satuan isi.

Bahan : benda uji adalah agregat kasar dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

Prosedur Pengujian:

I. Berat isi lepas

1. Ambil sampel dengan menggunakan sekop, tuangkan kedalam bejana secara berlahan-lahan, jarak antara sekop dengan bejana 5 cm
2. Pengisian dilakukan sampai bejana penuh dan diratakan
3. Kemudian bejana dengan isinya ditimbang beratnya dan di catat
4. Buang isi bejana, kemudian isi air dan ukur air dengan thermometer
5. Lakukan percobaan ini sebanyak 3 kali.

II. Berat isi padat

1. Ambil sampel krikil, masukkan kedalam 1/3 dari tinggi bejana, lalu dirojok-rojok dengan menggunakan besi perojok sebanyak 25 kali.
2. Tambah sample 1/3 bagian lagi sehingga 2/3 bagian, lakukan kembali perojok sebanyak 25 kali dengan ketentuan tidak melewati bagian pertama.
3. Tambah 1/3 sample rojok kembali sebanyak 25 kali , lalu tambah lagi sampai terisi penuh rojok 25 kali dan ratakan.
4. Bejana yang telah terisi ditimbang dan dicatat beratnya.
5. Buang isi bejana, kemudian bejana ditimbang beratnya.
6. Bejana diisi dengan air sampai penuh, lalu ditimbang beratnya, ukur suhu dengan thermometer.
7. Ulangi percobaan ini sebanyak 2 kali.

Perhitungan :

I. Cara Lepas

$$\text{Sampel : } Fp = \frac{Bl_a}{Ba} \text{ kg/lt}$$

$$BI = Fp . Berat kerikil$$

II. Cara Padat

$$\text{Sampel : } Fp = \frac{BI_a}{Ba} \text{ kg/lt}$$

$$BI = Fp . Berat kerikil$$

3.7 Rancangan campuran beton (Mix Design)

Berikut merupakan langkah – langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode SK SNI T – 15 -1990 – 03 :

1. Penetapan kuat tekan beton

Melakukan kuat tekan yang di tetapkan adalah pada beton berumur 28 hari (f_c').

2. Penetapan nilai deviasi standar (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

dimana :

S adalah standar deviasi

x_i adalah kuat tekan beton yang didapat masing – masing benda uji

\bar{x} adalah kuat tekan rata – rata

n adalah jumlah data

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampur betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standarnya. Penetapan nilai ini biasanya didasarkan atas

hasil pengalaman praktek pelaksanaan pada waktu yang lalu, untuk pembuatan beton dengan mutu yang sama dan menggunakan bahan dasar yang sama pula.

1. Jika pelaksana mempunyai catatandata hasil pembuatan beton serupa pada masa yang lalu, persyaratan jumlah data hasil pengujian minimum adalah 30 buah, satudata hasil pengujian kuat tekan rata-rata diambil dari pengujian kuat tekan dua silinder yang terbuat dari contoh beton yang sama dan pengujian pada umur 28 hari atau umur lain yang ditetapkan.
2. Jika jumlah hasil pengujian kurang dari 30 benda uji dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu factor perkalian seperti pada table 3.1

Tabel 3.1 Faktor perkalian deviasi standar

Jumlah data	≥30	25	20	15	<15
Fakor perkalian	1,00	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

Sumber : Wuryati Sumekto,2001

3. Nilai tambah atau margin

Nilai tambah atau margin dihitung dengan rumus :

$$m = k \times s$$

dimana :

m = nilai tambah

k = tetapan statistik yang nilainya tergantung persentase hasil uji rendah

s = standar deviasi

3. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

Kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai atau direncanakan diperoleh dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dimana :

f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata (Mpa)

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

m = Nilai tambah (Mpa)

4. Penetapan jenis semen yang digunakan

Jenis semen yang digunakan adalah semen type 1 dengan merk semen Andalas.

5. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat yang digunakan dari pasir alam dan kerikil alam, atau pasir alam dan batu pecah.

6. Penetapan faktor air semen

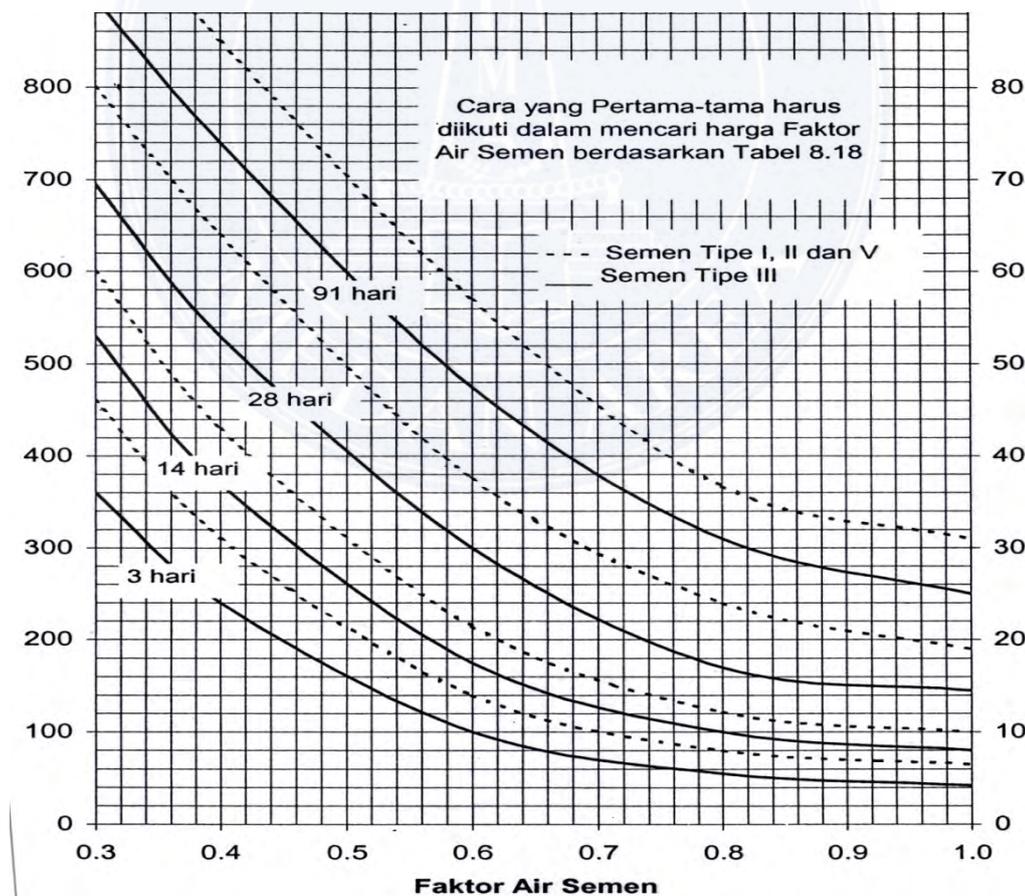
Berdasarkan jenis semen yang dipakai sehingga kuat tekan rata-rata silinder dan kubus yang direncanakan pada umur tertentu ditetapkan faktor air semen.

Tabel 3.2 Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan FAS 0.5 dan Jenis Semen Serta Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (Mpa) pada umur (hari)				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I	Batu tak pecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	40	Kubus
Semen tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tak pecah (alami)	20	28	40	48	Silinder
	Batu Pecah	23	32	45	54	Kubus
Semen portland Tipe II	Batu tak pecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu Pecah	25	33	44	48	Kubus
	Batu tak pecah (alami)	25	31	46	53	Silinder
	Batu Pecah	30	40	53	60	Kubus

Sumber : Teknologi beton, Tri Mulyono, 2005.

Gambar 3.2 Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS untuk Benda Uji silinder (150 x 300 mm)



Sumber : Teknologi beton, Tri Mulyono, 2005

7. Penetapan faktor air semen maksimum

Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen maksimum untuk berbagai Pembetonan dalam Lingkungan Khusus.

Tabel 3.3 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan FAS Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Konstruksi	Jumlah semen	
	min dalam 1 m ³ beton (kg)	FAS
Beton dalam ruangan bangunan :		
a.Keadaan keliling non korosif	275	0.62
b.Keadaan keliling korosif	325	0.52
Beton di luar bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari	325	0.6
b.Terlindung dari hujan dan terik matahari	275	0.6
Beton yang masuk kedalam tanah		
a.Mengalami keadaan basah dan kering bergantian	325	0.55
b.Mendapatkan pengaruh sulfat alkali		
Beton yang terus menerus berhubungan dengan air :		
a.Air tawar		
b.Air laut		

Sumber : SNI-T-15-1991-03:7

8. Menentukan slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan didapatkan atau dapat memenuhi syarat workability.cara pengangkutan adukan beton dengan menggunakan pipa yang dipompa dengan tekanan, membutuhkan nilai slump yang tinggi; sedang pemadatan yang menggunakan getar dapat

dilakukan dengan nilai slump yang agak kecil. Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dengan tabel 3.4.

Tabel 3.4. Penetapan nilai slump

Pemakaian	Nilai slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding plat pondasi dan pondasi tapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi tapak tak bertulang dan struktur bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom dan dinding	15	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan missal	7,5	2,5

Sumber : Wuryati Samekto, 2001

9. Menetapkan ukuran agregat maksimum

Besar butir agregat maksimum dihitung berdasarkan ketentuan – ketentuan berikut :

1. Seperlima jarak terkecil antara bidang – bidang sampoing cetakan
2. Sepertiga dari tebal plat
3. Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang – batang atau berkas – berkas tulangan.

10. Menetapkan kadar air yang diperlukan

Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan

Tabel 3.5 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan

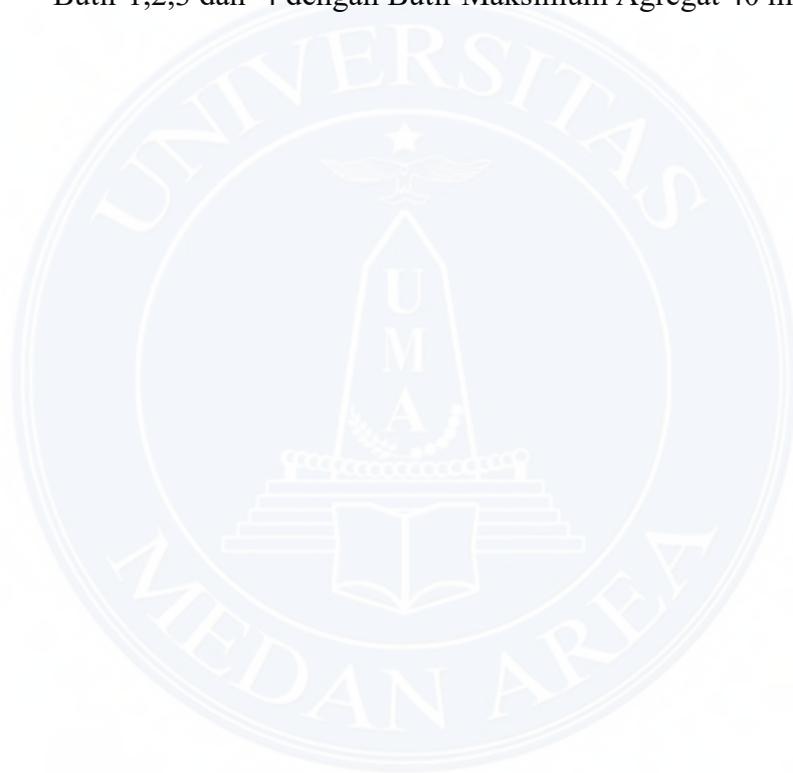
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 - 100
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber :Wuryati Samekto, 2001

11. Susunan butir agregat halus

Jika besar butir agregat halus yang digunakan sudah dianalisis menurut standar SI susunan butir pasir dapat dibandingkan dengan syarat-syarat besar susunan butir pasir dalam table, termasuk daerah (zone) dimana zone1,zone2,zone3 dan zone 4.

Gambar 3.3 Persentasi Jumlah Pasir yang Dianjurkan Untuk Daerah Susunan Butir 1,2,3 dan 4 dengan Butir Maksimum Agregat 40 mm.



Sumber : Tri Mulyono, 2004

12. Berat jenis relatif agregat

Berat jenis agregat gabungan dihitung berdasarkan persamaan :

Berat jenis (BJ) gabungan =

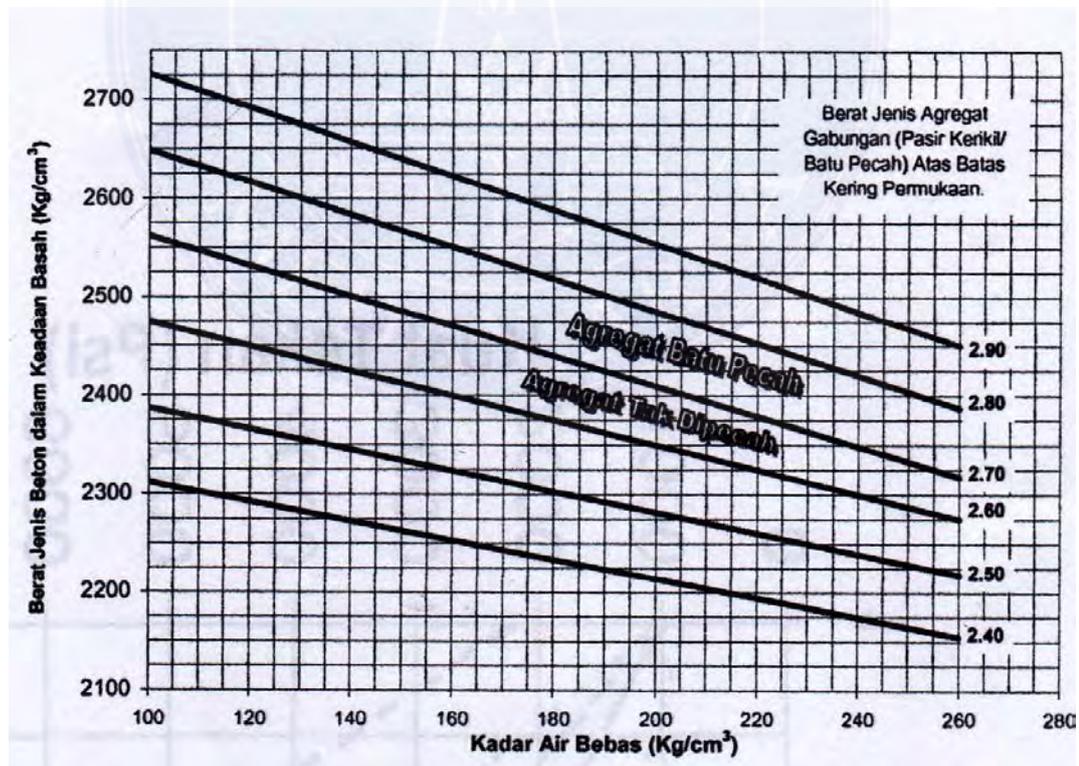
$$[\% \text{ Ag. halus} \times \text{BJ. Ag. halus}] + [\% \text{ ag. kasar} \times \text{BJ. ag. kasar}]$$

13. Penentuan berat jenis beton

Dengan data berat jenis agregat campuran dari kebutuhan air tiap meter kubik beton maka dengan gambar 3.6 dapat diperkirakan berat jenis betonnya, caranya adalah sebagai berikut :

1. Dari berat jenis agregat campuran dibuat garis miring berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis miring yang paling dekat dengan gambar 3.6.
2. Kebutuhan air yang diperoleh pada langkah k dimasukkan kedalam sumbu horizontal gambar 3.6, kemudian dari titik ini ditarik garis vertical keatas sampai mencapai garis miring yang di buat seperti cara sebelumnya diatas.
3. Dari titik potong ini ditarik garis horizontal ke kiri sehingga diperoleh nilai berat jenis beton

Gambar 3.4. Perkiraan Berat Jenis Beton Basah yang Dimampatkan Secara Penuh



Sumber : SNI 03-2834-1993

14. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD), proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan dalam agregat. Koreksi proporsi campuran dilakukan terhadap kadar air dalam agregat minimum dan dihitung dengan rumus :

$$\text{Air} = B - (Ck - Ca) \times C/100 - (Dk - Da) \times D/100$$

$$\text{Agregat Halus} = C + (Ck - Ca) \times C/100$$

$$\text{Agregat Kasar} = D + (Dk - Da) \times D/100$$

Kebutuhan agregat gabungan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Bag} = \text{BJb} - \text{BS} - \text{BA}$$

Dimana :

B = jumlah Air (kg/m^3)

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

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

Ca = absorpsi air pada agregat halus (%)

Da = absorpsi air pada agregat kasar (%)

Ck = kandungan air dalam agregat halus (%)

Dk = kandungan air dalam agregat kasar (%)

Bag = berat agregat beton

BJb = berat jenis beton

BS = berat semen

BA = berat air

3.8 Pengujian Beton

3.8.1 Slump test

Tujuan :

Untuk menentukan slump beton, slump merupakan ukuran kekentalan beton segar.

Bahan : beton segar yang dibuat pada uji coba

Prosedur pengujian :

1. Buat beton segar yang akan dicetak
2. Siapkan alat slump dan masukkan beton segar kedalam slump sebanyak $\frac{1}{3}$ dan dirojok menggunakan rojokan sebanyak 25 kali lakukan sebanyak 3 kali
3. Setelah slump penuh dengan beton segar maka letakkan mistar ukur di sisi slump dan kemudian lepaskan slump dari beton segar.
4. Ukur keturunan beton segar tersebut menggunakan mistar tersebut.

Perhitungan :

Jumlah slump = tinggi cetakan – tinggi beton segar setelah di slump.

3.8.2 Prosedur Pengerjaan:

Bahan :

beton segar yang sudah diaduk dan dicetak kedalam kubus

Prosedur pengujian :

A. Pembuatan benda uji

1. Siapkan cetakan dan beri pelumas

2. Masukkan beton segar dan dirojok sebanyak 25 kali sampai permukaan rata dan mengkilap
3. Simpan benda uji dalam cetakan selama 24 jam
4. Buka cetakan dan rendam benda uji sampai 28 hari

A. Pematatan dengan cara dituangkan

1. Ambil sampel dengan menggunakan sekop, tuangkan kedalam bejana secara berlahan-lahan, jarak antara sekop dengan bejana 5 cm
2. Pengisian dilakukan sampai bejana penuh dan diratakan
3. Lakukan percobaan ini sebanyak 3 kali.
4. 10 buah benda uji slinder

B. Pematatan dengan cara dirojok

1. Ambil sampel , masukkan kedalam 1/3 dari tinggi bejana, lalu dirojok-rojok dengan menggunakan besi perojok sebanyak 25 kali.
2. Tambah sample 1/3 bagian lagi sehingga 2/3 bagian, lakukan kembali perojok sebanyak 25 kali dengan ketentuan tidak melewati bagian pertama.
3. Tambah 1/3 sample rojok kembali sebanyak 25 kali , lalu tambah lagi sampai terisi penuh rojok 25 kali dan ratakan.
4. Ulangi percobaan ini sebanyak 3 kali.
5. 10 buah benda uji slinder

C. Pemadatan menggunakan meja getar

1. Ambil sampel dengan menggunakan sekop, tuangkan kedalam bejana secara perlahan-lahan, jarak antara sekop dan bejana 5 cm
2. pengisian dilakukan sampai penuh dan ratakan.
3. angkat sampel dan letakan di atas meja getar.
4. hidupkan meja getar
5. ketika sampel kurang tambahkan kedalam slinder
6. tunggu sampai sampai benar-benar padat
7. 10 buah benda uji slinder

3.8.3 Pengujian kuat tekan beton (*Press test*)

Pada pengujian beton dilakukannya pengujian kuat tekan. Hal ini adalah cara melakukan pengujian kuat tekan beton.

Tujuan :

Untuk menentukan besarnya kuat tekan yang dihasilkan oleh sesuatu campuran beton sesuai dengan yang direncanakan

Alat :

1. Mesin uji kuat tekan beton

Pengujian :

1. beton yang telah di rawat selama 28 hari di angkat dan dikeringkan dan siap di uji tekan

2. timbang setiap benda uji
3. siapkan mesin tekan dan masukkan tiap – tiap benda uji dengan bergantian
4. atur jarum petunjuk dengan angka nol
5. jalankan mesin dan beton siap di uji tekan oleh mesin. Catat penunjuk jarum yang bergerak dan diketahuinya kuat tekan benda uji tersebut P_{maks} (kN)
6. lakukan pemberhentian mesin dimana benda uji telah mencapai kuat tekannya.
7. lakukan benda uji lainnya secara bergantian.

Perhitungan :

kuat tekan : $\tau_{tk} = P_{max} \text{ kg/cm}^2 \text{ atau N/mm}^2$

kuat tekan rata – rata : $\tau_{bm} = \frac{\sum \tau_{tk}}{N}$

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1989, SK SNI M-08-1989, Analisa ayakan agregat, LPMB, Bandung.
- Anonim. 1989, SK SNI M-10-1989, Berat jenis dan penyerapan agregat, LPMB, Bandung.
- Anonim. 1989, SK SNI M-11-1989, kadar air pada agregat, LPMB, Bandung.
- Anonim. 1989, SK SNI M-12-1989, uji slump, LPMB, Bandung.
- Anonim. 1989, SK SNI M-14-1989, kuat tekan beton, LPMB, Bandung.
- Anonim. 1992, ASTM C40-92, test method for organic impurities aggregates for concrete.
- Anonim. 2002, SK SNI 03-2874-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung (Beta Version), Jakarta.
- Anonim. 2006, Buku Penuntun Praktikum Beton. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
- Mulyono, T. 2006, Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Samekto, Wuryati. 2001, Teknologi beton, Penerbit Kansius, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K.1992. Teknologi Beton, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik , Universitas Gajah Mada.
- Vis,W.C.dan Kusuma G.H.,1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Seri Beton I, Penerbit Erlangga, Jakarta.\

LAMPIRAN 1

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR

AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL

BETON

Nama : Wahyudi
 Nim : 12.811.0009
 Material : Pasir
 Tanggal : 26 Mei 2016

No	Berat Agregat (gram)	Berat agregat yang tertahan diatas saringan No. 200 (gram)	Kadar Lumpur (%)
	W1	W2	$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$
1	2000	1984,50	0,775
2	2000	1980,25	1
3	2000	1986,50	0,7
Rata – rata			0,825

Mengetahui

Penyelia

Indisianto purba, ST

**PEMERIKSAAN KADAR AIR
AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL
BETON**

Nama : Wahyudi
Nim : 12.811.0009
Material : Pasir
Tanggal : 26 Mei 2016

No	Berat Agregat (gram)	Berat agregat Kering oven (gram)	Kadar Air (%) $\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$
	W1	W2	
1	575	564	1,91
2	574	566	1,39
3	578	567	1,90
Rata-rata			1,73

Mengetahui

Penyelia

Indisianto purba, ST

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR

AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL

BETON

Nama : Wahyudi
Nim : 12.811.0009
Material : Pasir
Tanggal : 26 Mei 2016

No.	Berat SSD (gram)	Berat kering oven (gram)	Berat dalam air (gram)	Berat picnometer +air (gram)
	BBSD	BK	BT	B
1	500	492	1400	1090
2	500	492	1400	1090
3	500	490	1400	1090

TABEL HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR

No.	Berat Jenis	BJ SSD	BJ Semu	Water Absorption(%)
1	2,58	2,63	2,72	2,04
2	2,59	2,63	2,69	1,63
3	2,59	2,63	2,71	2,04
Rata-rata	2,58	2,63	2,71	1,90

Mengetahui

Penyelia

Indisianto purba, ST

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR
AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL
BETON**

Nama : Wahyudi
Nim : 12.811.0009
Material : Pasir
Tanggal : 26 Mei 2016

No	Berat Agregat (gram)	Berat agregat yang tertahan diatas saringan No. 200 (gram)	Kadar Lumpur (%)
	W1	W2	$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$
1	2000	1984,50	0,775
2	2000	1980,25	1
3	2000	1986,50	0,7
Rata - rata			0,825

Mengetahui

Penyelia

Indisianto purba, ST

**PEMERIKSAAN KADAR AIR
AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL
BETON**

Nama : Wahyudi
Nim : 12.811.0009
Material : Pasir
Tanggal : 26 Mei 2016

No	Berat Agregat (gram)	Berat agregat kering oven (gram)	Kadar Air (%)
	W1	W2	$\frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$
1	1000	988	1,2
2	1000	986	1,4
3	1000	984	1,6
Rata - rata			1,4

Mengetahui

Penyelia

Indisianto purba, ST

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORBSI
AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL
BETON**

Nama : Wahyudi
Nim : 12.811.0009
Material : Pasir
Tanggal : 26 Mei 2016

SAMPLE	BERAT	BERAT	BERAT
	KEADAAN SSD (B) (grm)	DALAM AIR (C) (grm)	KEADAAN KERING (A) (grm)
1	1220	2350	1200
2	1220	2350	1200
3	1220	2350	1200

TABEL HASIL PENGUJIAN DAN ABSO

Sampel	Berat Jenis	BJ SSD	BJ Semu	Absorpsi
1	2,5	2,6	2,63	1.67
2	2,5	2,6	2,63	1.67
3	2,5	2,6	2,63	1.67
Rata - rata	2,5	2,6	2,63	1.67

Mengetahui

Penyelia

Indisianto purba, ST

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL
BETON

SAMPLE	BERAT		BERAT			SUHU (C°)
	BERAT BEJANA (kg)	AIR+ BEJANA (kg)	BERAT AIR (Lt)	BERAT BEJANA + KERIKIL (kg)	BERAT KERIKIL (kg)	
I	9,7	23,4	13,7	30	20,3	24
II	9,7	23,4	13,7	30,3	20,6	24
III	9,7	23,4	13,7	30,1	20,4	24
Rata - rata	9,7	23,4	13,7	30,1	20,43	24

Sampel : $Fp \text{ rata - rata} = \frac{B_{Ia}}{B_a} = \frac{20,43}{13,7} = 1,49 \text{ kg/Lt}$

Mengetahui

Penyelia

Indisianto purba, ST

LAMPIRAN 2

MIX DESIGN BETON

Nama : Wahyudi

Semen : Semen Padang Type I

Ag Halus : Pasir

Ag Kasar : Batu Pecah

Air : Air Tanah

Slump :6-18 cm

1. Perencanaan Faktor Air Semen

Faktor Air Semen Standar : 0.5

Jenis Agregat kasar	Umur Beton Pada Saat Diuji (hari)			
	3	7	28	91
Kerikil	170	230	330	400
Batu Pecah	190	270	370	450

Berdasarkan grafik faktor air semen :0.58

Koefisien koreksi laboratorium 0.95 :0.55

Faktor air semen maksimum :0.6

Direncanakan faktor air semen :0.58

2. Perencanaan air bebas untuk campuran beton (30 bh slinder)

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 - 100
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Direncanakan memakai air sebanyak :34,2 ltr/ m³

Pemakaian semen sebanyak :57 kg/ m³

3. Klasifikasi Agregat

Lubang ayakan dalam mm	Persentase Berat Butir yang lewat ayakan				Menurut ASTM C33:78
	I	II	III	IV	
10	100	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100	80-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100	50-85
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100	25-60
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50	10-30
0.15	0-10	0-10	0-10	0-10	2-10

a) Daerah gradasi pasir :Daerah III

b) Faktor air semen :0.6

c) Nilai slump :60 – 180

d) Ukuran agregat Maksimum : 20 mm

e) persentase agregat halus $= (40+50) / 2 = 45 \%$ persentase agregat kasar
 $= 100 - 45 = 55\%$

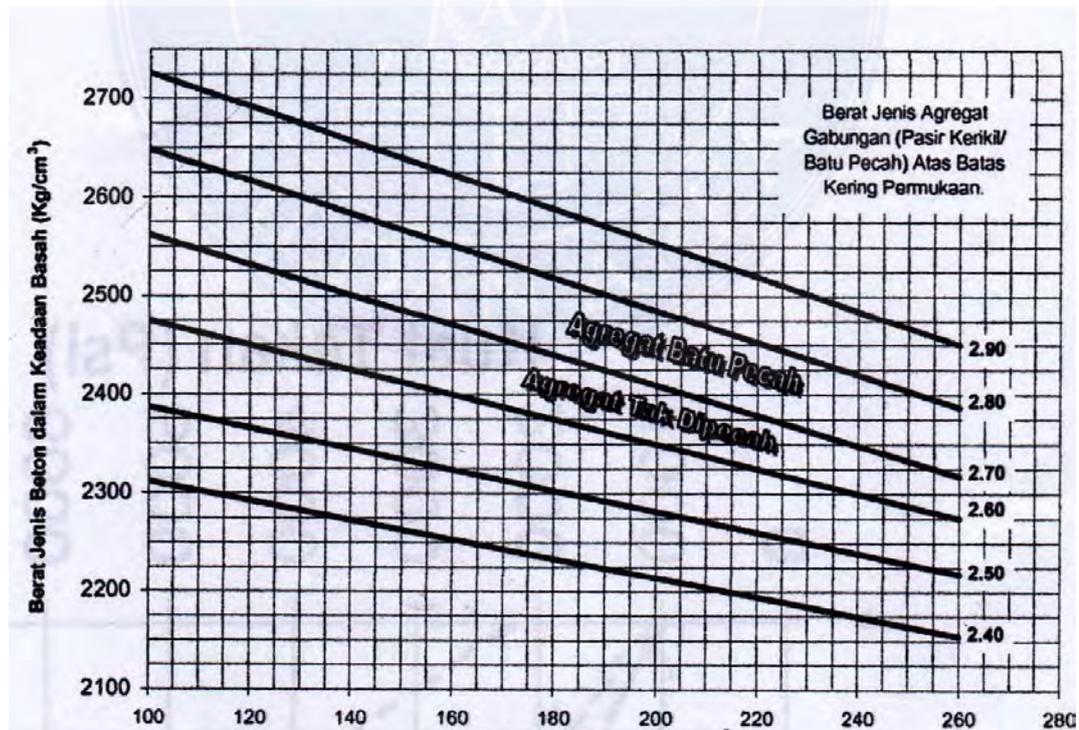
(SK SNI T-15-1990-03)

Menghitung berat jenis SSD agregat gabungan

BJ gabungan $= (\% \text{ agregat halus} \times \text{BJ agregat halus}) + (\% \text{ agregat kasar} \times \text{BJ SSD agregat kasar})$

BJ gabungan $= (0.45 \times 2.63) + (55 \times 2.6) = 2,4835 \text{ gram/ m}^3$

Menentukan berat jenis beton



Sumber : SNI 03-2834-1993

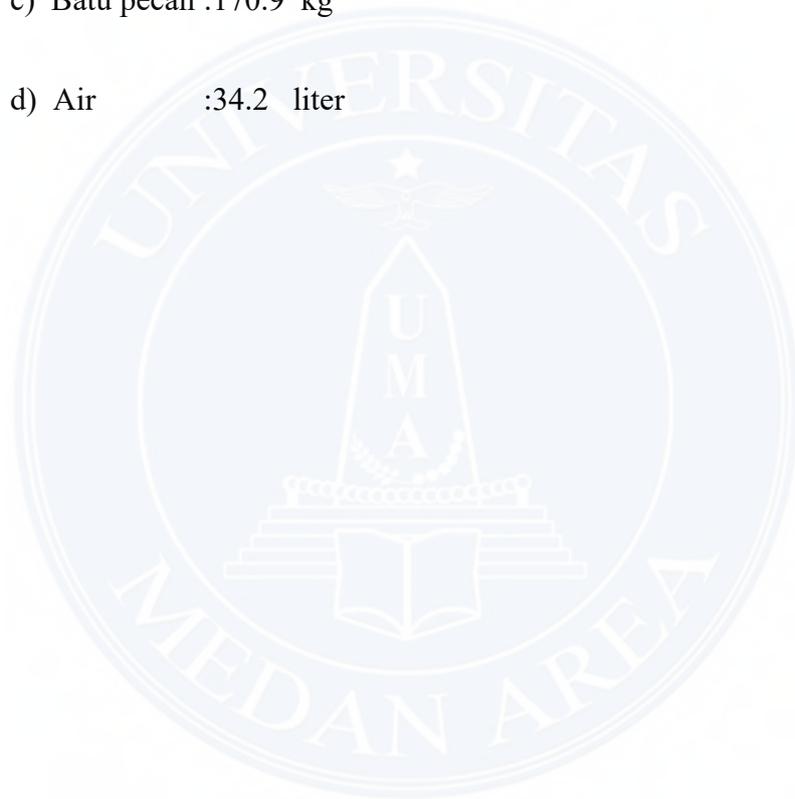
Jadi ,kebutuhan bahan untuk 30 buah slinder adalah :

a) Semen :57 kg

b) Pasir :134.3 kg

c) Batu pecah :170.9 kg

d) Air :34.2 liter



LAMPIRAN 3
LEMBAR DATA
PENGUJIAN NILAI SLUMP CAMPURAN BETON

Nama : Wahyudi
NIM :12.811.0009
Tanggal :26 mei 2016

Nilai slump dari campuran Beton Normal pada Benda Uji Slinder

Tinggi titik sampel	Nilai Slump (cm)
1	16
2	15
3	18
4	18
5	17
Rata-rata	16,8

(Sumber : Hasil penelitian)



REPORT OF TESTING RESULT

- 1 Certificate Number : /LAB.BBPJN-I/X/2016
2 Project : PENELITIAN TANPA PEMADATAN
3 Customer : MAHASISWA UNIVERSITAS MEDAN AREA (WAHYUDI)
4 Quarry : RANTAU PARAPAT
5 Acceptance of sample : Delivered by Customer
6 Sample : CYLINDER \varnothing 15 cm, t= 30 cm

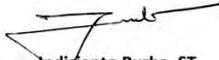
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (mm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr					Cetak	Uji
1	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		-
2	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.14
3	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.93
4	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.55
5	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.64
6	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.06
7	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.25
8	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.19
9	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.23
10	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.22
11	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.92
12	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.12
13	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.20
14	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.02
15	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.95
16	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.83
17	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.75
18	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.50
19	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.65
20	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		10.78

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahkan	Umur Hari	Beban Tekan (N)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (N/mm ²)	Keterangan
1	SILINDER FC-15		28	180,000	10.19	10.19	
2	SILINDER FC-15		28	170,000	9.62	9.62	
3	SILINDER FC-15		28	180,000	10.19	10.19	
4	SILINDER FC-15		28	180,000	10.19	10.19	
5	SILINDER FC-15		28	150,000	8.49	8.49	
6	SILINDER FC-15		28	170,000	9.62	9.62	
7	SILINDER FC-15		28	180,000	10.19	10.19	
8	SILINDER FC-15		28	170,000	9.62	9.62	
9	SILINDER FC-15		28	170,000	9.62	9.62	
10	SILINDER FC-15		28	210,000	11.89	11.89	
11	SILINDER FC-15		28	180,000	10.19	10.19	
12	SILINDER FC-15		28	170,000	10.19	10.19	
13	SILINDER FC-15		28	180,000	9.62	9.62	

14	SILINDER FC-15	28	180,000	11.89	11.89	
15	SILINDER FC-15	28	150,000	10.19	10.19	
16	SILINDER FC-15	28	170,000	11.89	11.89	
17	SILINDER FC-15	28	180,000	11.89	11.89	
18	SILINDER FC-15	28	170,000	9.62	9.62	
19	SILINDER FC-15	28	170,000	10.19	10.19	
20	SILINDER FC-15	28	210,000	10.19	10.19	
				Rata-Rata(obm)	9.96	

Kuat tekan rata-rata (obm) = 9.96 N/mm²
 Standard Deviasi (SD) = 0.59 N/mm²
 Kuat tekan karakteristik (obk) = $obm - (164 \cdot SD)$ = 9.00 N/mm²

Diperoses Oleh:


Indrianto Purba, ST
 Penyelia

Medan, 30 JUNI 2016

Diperiksa Oleh:


Ir. James Simamora, M.MT
 Manajer Teknik





REPORT OF TESTING RESULT

- 1 Certificate Number : /LAB.BBPJN-I/X/2016
2 Project : PENELITIAN PEMADATAN DENGAN CARA DIGETAR
3 Customer : MAHASISWA UNIVERSITAS MEDAN AREA (WAHYUDI)
4 Quarry : RANTAU PARAPAT
5 Acceptance of sample : Delivered by Customer
6 Sample : CYLINDER Ø 15 cm, t= 30 cm

NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (mm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr					Cetak	Uji
1	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.47
2	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.36
3	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.50
4	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.48
5	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.56
6	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.41
7	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.34
8	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.52
9	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.47
10	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.54
11	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.22
12	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.38
13	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.52
14	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.54
15	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.36
16	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.49
17	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.51
18	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.39
19	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.47
20	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.52

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur Hari	Beban Tekan (N)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (N/mm ²)	Keterangan
2	SILINDER FC-15		28	380,000	21.51	21.51	
3	SILINDER FC-15		28	370,000	20.95	20.95	
4	SILINDER FC-15		28	400,000	22.65	22.65	
5	SILINDER FC-15		28	360,000	20.38	20.38	
6	SILINDER FC-15		28	380,000	21.51	21.51	
7	SILINDER FC-15		28	410,000	23.21	23.21	
8	SILINDER FC-15		28	380,000	21.51	21.51	
9	SILINDER FC-15		28	380,000	21.51	21.51	
10	SILINDER FC-15		28	400,000	22.65	22.65	
11	SILINDER FC-15		28	420,000	20.95	20.95	
12	SILINDER FC-15		28	380,000	23.21	23.21	
13	SILINDER FC-15		28	370,000	20.38	20.38	

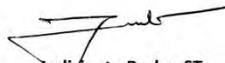
14	SILINDER FC-15		28	400,000	20.38	20.38	
15	SILINDER FC-15		28	360,000	21.51	21.51	
16	SILINDER FC-15		28	380,000	20.95	20.95	
17	SILINDER FC-15		28	410,000	21.51	21.51	
18	SILINDER FC-15		28	380,000	22.65	22.65	
19	SILINDER FC-15		28	380,000	21.51	21.51	
20	SILINDER FC-15		28	400,000	20.38	20.38	
						Rata-Rata(σ_{bm})	21.97

Kuat tekan rata-rata (σ_{bm}) = 21.97 N/mm²

Standard Deviasi (SD) = 0.73 N/mm²

Kuat tekan karakteristik (σ_{bk}) = $\sigma_{bm} - (164 \cdot SD)$ = 20.77 N/mm²

Diproses Oleh:

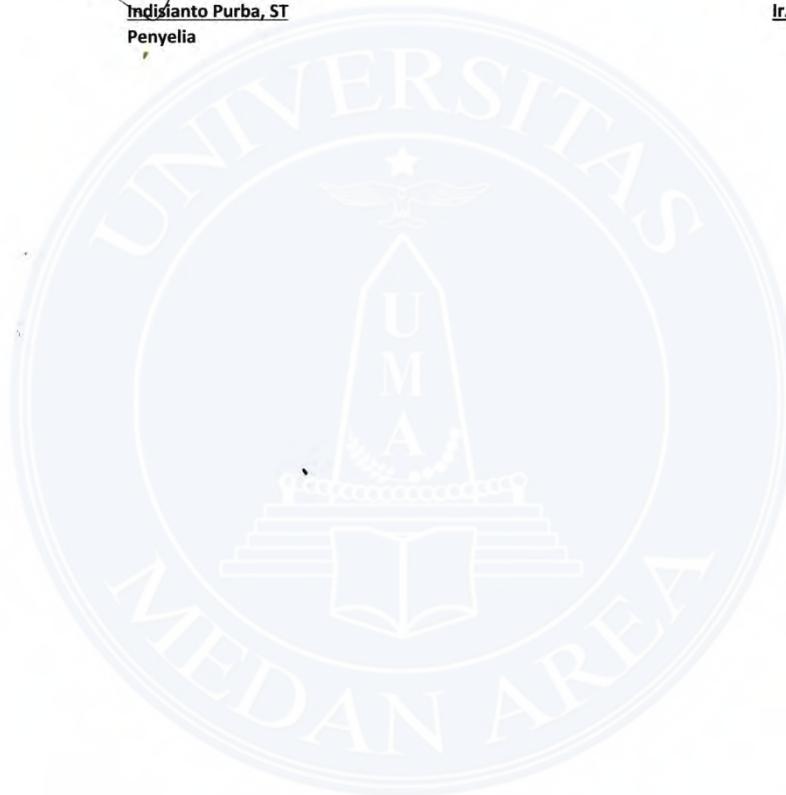

Indisianto Purba, ST
 Penyelia

Medan, 30 JUNI 2016

Diperiksa Oleh:



Ir. James Simamora, M.MT
 Manajer Teknik





REPORT OF TESTING RESULT

- 1 Certificate Number : /LAB.BBPJN-I/X/2016
2 Project : PENELITIAN PEMADATAN DENGAN CARA DIROJOK
3 Customer : MAHASISWA UNIVERSITAS MEDAN AREA (WAHYUDI)
4 Quarry : RANTAU PARAPAT
5 Acceptance of sample : Delivered by Customer
6 Sample : CYLINDER Ø 15 cm, t= 30 cm

NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (mm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr					Cetak	Uji
1	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.48
2	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.59
3	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.22
4	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.62
5	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.84
6	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.78
7	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.46
8	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.70
9	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.60
10	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.54
11	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.40
12	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.12
13	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.32
14	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.26
15	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.98
16	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.06
17	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.17
18	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.92
19	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		12.48
20	SILINDER FC-15					180.00	01-Jun-16	29-Jun-16		11.50

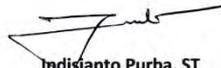
NO	Nama Benda Uji	Bahan		Umur Hari	Beban Tekan (N)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (N/mm ²)	Keterangan
		Tambahan						
1	SILINDER FC-15			28	460,000	26.04	26.04	
2	SILINDER FC-15			28	370,000	20.95	20.95	
3	SILINDER FC-15			28	420,000	23.78	23.78	
4	SILINDER FC-15			28	440,000	24.91	24.91	
5	SILINDER FC-15			28	440,000	24.91	24.91	
6	SILINDER FC-15			28	420,000	23.78	23.78	
7	SILINDER FC-15			28	420,000	23.78	23.78	
8	SILINDER FC-15			28	400,000	22.65	22.65	
9	SILINDER FC-15			28	440,000	24.91	24.91	
10	SILINDER FC-15			28	460,000	26.04	26.04	
11	SILINDER FC-15			28	460,000	22.65	22.65	
12	SILINDER FC-15			28	370,000	22.65	22.65	
13	SILINDER FC-15			28	420,000	23.78	23.78	

14	SILINDER FC-15		28	440,000	24.91	24.91		
15	SILINDER FC-15		28	440,000	23.65	23.65		
16	SILINDER FC-15		28	420,000	23.78	23.78		
17	SILINDER FC-15		28	420,000	23.78	23.78		
18	SILINDER FC-15		28	400,000	24.91	24.91		
19	SILINDER FC-15		28	440,000	21.51	21.51		
20	SILINDER FC-15		28	460,000	21.51	21.51		
					Rata-Rata(σ_{bm})		24.18	

Kuat tekan rata-rata (σ_{bm}) = 24.18 N/mm²
 Standard Deviasi (SD) = 1.07 N/mm²
 Kuat tekan karakteristik (σ_{bk}) = $\sigma_{bm} - (164 \cdot SD)$

= 22.42 N/mm²

Diproses Oleh:

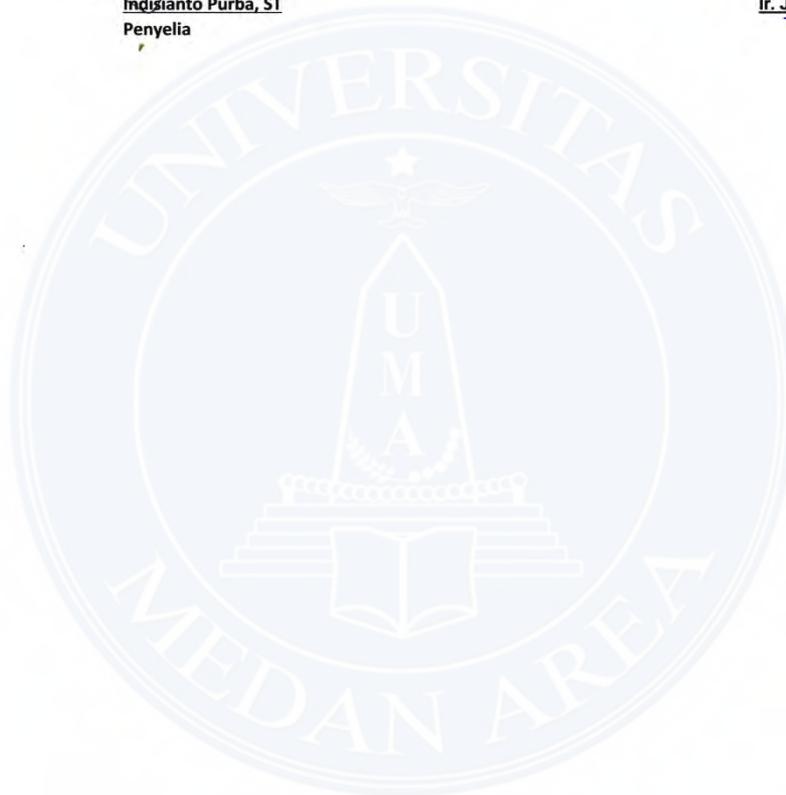

Indrianto Purba, ST
 Penyelia

Medan, 30 JUNI 2016

Diperiksa Oleh:



Ir. James Simamora, M.MT
 Manajer Teknik



LAMPIRAN 4

Ayakan Agregat

Botol Piknometer



Vicositas Aparatus

Serokan

Agregat kasar Timbangan

Bahan-Bahan yang akan digunakan



Agregat Halus

Penimbangan Agregat

Agregat kasar

Semen Padang Type-1



Proses pengadukan campuran beton



pemasukan campuran ke kerucut



Pengujian Nilai slump

Proses Pencetakan beton tanpa pemadatan

Pencetakan Beton dengan cara di rojok

Pencetakan Beton dengan Meja getar

Proses Perendaman beton selama 28 hari

Proses Pengkeeping Beton



Penimbangan Benda Uji

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian Kuat Tekan