

**ANALISA PENGARUH CAMPURAN LIMBAH PLASTIK
SEBAGAI MATERIAL BETON RINGAN
(PENELITIAN)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

YUDHIS TIRA PRADANA

14.811.0015



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

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 saya kutip dari hasil karya – karya orang lain dan telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma kaidah dan etika penulisan ilmiah.

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

Medan, 30 Maret 2019

Penulis



Yudhis Tira Pradana

Npm : 148110015

5/2/2019

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH CAMPURAN SERAT PLASTIK SEBAGAI MATERIAL BETON RINGAN (PENELITIAN)

SKRIPSI

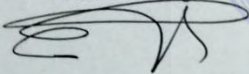
Disusun Oleh :

YUDHIS TIRA PRADANA

14.811.0015

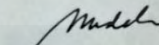
Disetujui

Pembimbing I



(Ir. H. Irwan, MT)

Pembimbing II



(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

(Dr. Faisal Amri Tanjung, SST, MT)



(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

2019

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

ABSTRAK

Beton memiliki banyak fungsi, dan juga merupakan peran penting dalam menjaga kestabilan dan kekuatan bangunan. Dengan menggunakan serat plastik sebagai bahan campuran beton ringan diharapkan dapat menaikkan kuat tekan beton ringan tersebut, dan juga agar dapat mengurangi dampak negatif dari limbah botol plastik. Pada penelitian ini juga ditambahkan perbedaan pada FAS setiap benda uji 0.5 dan 0.6. Dengan perbedaan variasi pada tiap benda uji beton ringan diharapkan dapat mengetahui Kinerja beton dari perbedaan variasi PET dan FAS. Penggunaan campuran PET dan FAS pada beton ringan menghasilkan Beton dengan berat yang paling ringan terdapat pada kadar campuran PET 9% dari berat agregat halus. Secara lengkap terdapat dua hasil yaitu FAS 0,5 = 11045 gr, dan FAS 0,6 = 10981 gr. Tetapi untuk Berat maksimal benda uji tidak dapat dikatakan beton ringan struktural karena tidak memenuhi syarat berat minimum 1850 Kg/m^3 . Pengujian Slump test pada benda uji menunjukkan bahwa Slump test tertinggi ada pada FAS 0,6 dengan campuran PET 9%, dengan ketinggian slump mencapai 135 mm atau 13 cm, dan 125 mm atau 12,5 cm pada FAS 0,5 campuran PET 9%. Absorpsi benda uji silinder menunjukkan Rata-rata absorpsi benda uji tertinggi pada FAS 0,5 = 1,268 % dan FAS 0,6 = 1,212 %. Nilai kuat tekan beton ringan yang paling optimum pada variasi benda uji PET 3% pada FAS 0,5 dan variasi benda uji PET 6% pada FAS 0.6. yaitu 25 Mpa dan 19 Mpa. Dan untuk uji SPSS menyatakan bahwa terjadi perbedaan yang signifikan pada perbedaan variasi benda uji PET dan FAS.

Kata Kunci : Beton Ringan, FAS, PET, Variasi, Benda Uji.

ABSTRACT

Concrete has many functions, and is also an important role in maintaining building stability and strength. By using plastic fiber as a lightweight concrete mixture material, it is expected to increase the compressive strength of the lightweight concrete, and also to reduce the negative impact of waste plastic bottles. In this study also added differences in FAS for each specimen 0.5 and 0.6. With the difference in variation in each lightweight concrete specimen, it is expected to be able to know the performance of concrete from the different variations of PET and FAS. The use of PET and FAS mixtures in lightweight concrete produces the lightest Concrete at 9% PET mixture of fine aggregate weight. In full there are two results, FAS 0.5 = 11045 gr, and FAS 0.6 = 10981 gr. But for the maximum weight of test specimens it cannot be said to be structural lightweight concrete because it does not meet the minimum weight requirement of 1850 Kg / m³. The Slump test on the specimen shows that the highest Slump test is in FAS 0.6 with 9% PET mixture, with slump height reaching 135 mm or 13 cm, and 125 mm or 12.5 cm in FAS 0.5 9% PET mixture. Cylinder absorbance showed that the average maximum absorption of FAS specimens was 0.5 = 1,268% and FAS 0.6 = 1,212%. The value of the lightest concrete compressive strength is the most optimum in the variation of 3% PET specimens in FAS 0.5 and variation of 6% PET specimens in FAS 0.6. that is 25 Mpa and 19 Mpa. And for the SPSS test states that there is a significant difference in the differences in the variation of PET and FAS test objects.

Keywords: Lightweight Concrete, FAS, PET, Variations, Test Objects.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, perlindungan, serta Kasih sayang-Nya yang tidak pernah berhenti mengalir dan selalu menyertai, yang selalu diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisa Penggunaan Campuran Serat Plastik Sebagai Material Beton Ringan Terhadap Uji Kuat Tekan Dengan Perbedaan Fas 0.5 Dan 0.6”

penulis menyadari keberhasilan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari pihak-pihak, baik yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, M.T., selaku ketua program studi teknik sipil, atas kesabaran, bimbingan, waktu yang telah diberikan kepada penulis dan masukan yang telah diberikan serta ilmu yang diajarkan.
4. Bapak Ir. H. Irwan, M.T., sebagai pembimbing I tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Ir. Nurmaidah, M.T., sebagai pembimbing II tugas akhir yang juga tak bosan-bosannya meluangkan waktu untuk membantu dalam proses penyelesaian skripsi.

6. Seluruh Dosen, Karyawan, dan Staff Universitas Medan Area yang telah memberikan arahan dan petunjuk sampai skripsi ini selesai.
7. Semua keluarga, saudara dan teman-teman, atas dukungan, doa dan semangat yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang terkait di Universitas Sumatra Utara

Dalam hal ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini karena keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun guna perbaikan penulisan skripsi ini.

Medan, Maret 2019

Hormat Penulis

Yudhis Tira Pradana

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR. GRAFIK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Pengambilan Data.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton.....	6
2.2 Material Penyusun Beton.....	8
2.2.1 Semen.....	8
2.2.2 Agrergat.....	10
2.2.3 Air.....	18
2.3 Beton Ringan.....	22
2.4 Jenis – Jenis Beton Ringan.....	23

2.5	Bahan Tambah.....	25
2.5.1	Tujuan Menggunakan Bahan.....	25
2.5.2	Bahan Tambah Kimia.....	27
2.5.3	Bahan Tambah Mineral (Additive).....	30
2.6	Serat Plastik Pet Sebagai Agregat Ringan.....	30
2.6.1	Jenis Jenis Plastik.....	32
2.7	Sifat dan Karakteristik Beton.....	33
2.7.1	Kuat Tekan Beton.....	35
2.8	Pembuatan Benda Uji Silinder.....	38
2.8.1	Uji Slump.....	39
2.8.2	Perawatan benda uji silinder.....	40
2.8.3	Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder.....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		42
3.1	Tahapan Penelitian.....	42
3.2	Tinjauan Umum.....	44
3.3	Penyediaan Bahan Penyusun Beton.....	44
3.4	Tahap Persiapan.....	45
3.5	Data Primer.....	45
3.6	Data Sekunder.....	53
3.7	Penentuan Jenis dan Jumlah Benda Uji.....	55
3.7	Perencanaan Campuran Beton (Mix Desain).....	55
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN.....		62

4.1	Hasil Penelitian Benda Uji.....	64
4.1.1	Hasil Perhitungan Berat benda Uji.....	64
4.1.2	Hasil Pengukuran Slump Test Benda Uji Silinder.....	65
4.1.3	Hasil Perhitungan Absorpsi Benda Uji Silinder.....	67
4.1.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder.....	69
4.1.5	Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder.....	72
4.2	Pembahasan.....	76
4.2.1	Slump Test.....	64
4.2.2	Absorpsi benda Uji.....	64
4.2.3	Berat benda Uji.....	64
4.2.4	Kuat Tekan.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....		81
LAMPIRAN.....		82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Susunan Unsur Semen Portland	9
Tabel 2.2 Syarat Agregat Kasar Menurut B.S.....	16
Tabel 2.3 Unsur – Unsur Dalam Air Laut	19
Tabel 2.4 Persyaratan Untuk Kondisi Lingkungan Khusus	19
Tabel 3.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	45
Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	48
Tabel 3.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Pet	50
Tabel 3.4 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/M3)	54
Tabel 3.5 Komposisi Campuran Pet Fas 0,5	57
Tabel 3.6 Campuran Limbah Pecahan Beton Fas 0,6	57
Tabel 4.1 Mix Desain K-175 Dengan Fas 0,5.....	62
Tabel 4.2 Mix Desain K-175 Dengan Fas 0,6.....	63
Tabel 4.3 Hasil Berat Benda Uji Silinder.....	64
Tabel 4.4 Hasil Slump Test Benda Uji Silinder	66
Tabel 4.5 Hasil Slump Test Benda Uji Silinder	68
Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji Silinder	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen	9
Gambar 2.2 Kondisi Slump Test.....	36
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	40
Gambar 3.2 Jenis Agregat Ringan Yang Dipilih.....	51
Gambar 3.3 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan FAS.....	53

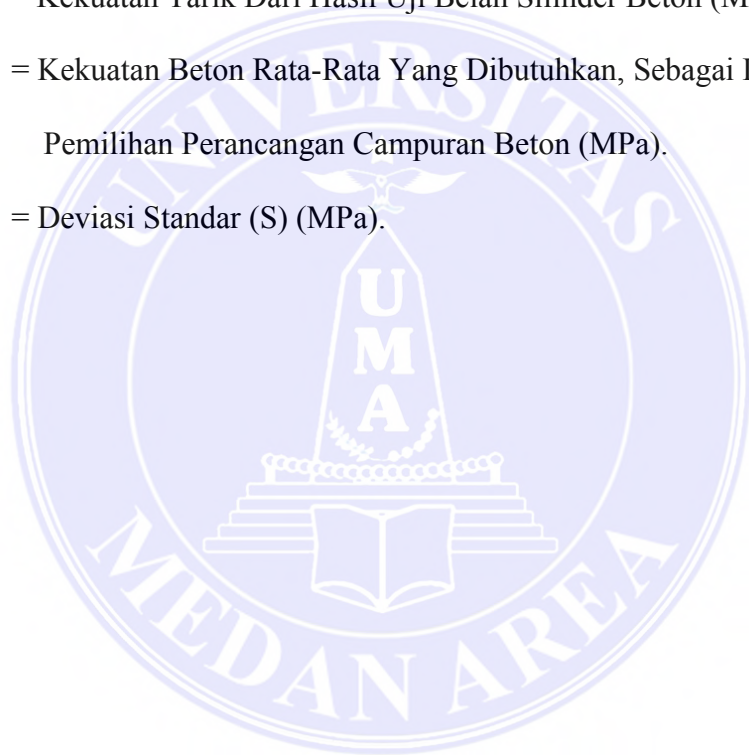


DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.2 Kadar Lumpur Agregat Halus.....	45
Grafik 3.3 Analisa Ayakan Agregat Pasir.....	46
Grafik 3.4 Analisa Berat Isi Agregat Halus.....	47
Grafik 3.5 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus.....	48
Grafik 3.6 kadar lumpur agregat kasar.....	49
Grafik 3.7 Analisa Ayakan Agregat Kasar.....	49
Grafik 3.8 Berat Isi Agregat Kasar.....	50
Grafik 3.9 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat kasar.....	50
Grafik 3.10 Analisa Ayakan PET.....	51
Grafik 3.11 Berat Isi PET.....	52
Grafik 3.12 Berat Isi PET.....	53
Grafik 4.1 penyerapan air benda uji silinder.....	65
Grafik 4.2 Slump Test benda uji silinder.....	67
Grafik 4.3 Absorpsi benda Uji silinder.....	69
Grafik 4.4 Kuat tekan benda uji silinder.....	71

DAFTAR NOTASI

- f'_c = Kuat Tekan Beton Atau Mutu Beton (MPa)
- P = Beban Tekan (Kg)
- A = Luas Permukaan Benda Uji (cm^2)
- F_{ck} = Kekuatan Tekan Beton Dari Silinder Dengan Diameter 15 cm dan Tinggi 30 cm (MPa).
- F_c = Kekuatan Tarik Dari Hasil Uji Belah Silinder Beton (MPa).
- F'_{cr} = Kekuatan Beton Rata-Rata Yang Dibutuhkan, Sebagai Dasar Pemilihan Perancangan Campuran Beton (MPa).
- S = Deviasi Standar (S) (MPa).



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu komponen penting dalam bidang konstruksi, baik yang struktural maupun yang nonstruktural. Beton memiliki banyak fungsi, dan juga merupakan peran penting dalam menjaga kestabilan dan kekuatan bangunan tersebut. Ada banyak jenis beton yang dapat kita jumpai. Seperti beton tulangan, beton *precast*, beton *concentrate*, beton ringan dan masih banyak lainnya.

Pada saat ini penggunaan beton ringan untuk kebutuhan pembangunan gedung berlantai tinggi sangat banyak. Penggunaannya sendiri biasanya di fokuskan pada pembuatan dinding atau bagian beton yang nonstructural. Beton ringan saat ini memiliki banyak variasi, seperti beton dengan bahan tambah *fly-ash*, batok kelapa, sabut kelapa, serat plastik dan masih banyak lagi walaupun untuk kebutuhan umum.

Pemanfaatan beton ringan dengan bahan tambahan limbah plastik sudah banyak di teliti oleh para peneliti terdahulu. Dengan menggunakan limbah plastik sebagai bahan campuran beton ringan diharapkan dapat menaikkan kuat tekan beton ringan tersebut, dan juga agar dapat mengurangi dampak negatif dari limbah botol plastik.

Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan campuran beton ringan adalah salah satu solusi untuk mengurangi dampak penggunaan limbah plastik yang semakin besar. Sifat plastik yang *non biodegradable* (sulit diuraikan) menjadi permasalahan yang sampai saat ini masih dicari solusinya. Penggunaan limbah

plastik sendiri sudah banyak divariasikan dengan bahan bangunan lainnya, saat ini salah satu solusi untuk penanggulangan limbah plastik hanya sebatas dibakar atau di daur ulang menjadi material yang sama. Pembakaran limbah plastik akan menimbulkan berbagai zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan dan kondisi alam.

Nurmantian, Purnawan, Wibowo, (2014) pemakaian beton ringan masih ditujukan pada beton non struktural saja karena pada umumnya beton ringan mempunyai kuat tekan maksimum 15 MPa. Solusi untuk meningkatkan kekuatan beton ringan foam ini adalah dengan menambahkan serat kedalam adukan berupa serat *polypropylene*.

Ada banyak jenis plastik dari *polyethylene*. Salah satunya adalah PET (*polyethylene terephthalate*), Polyethylene dihasilkan dari proses polimerisasi molekul-molekul gas *ethylene* yang secara bersama-sama membentuk rangkaian panjang molekul sampai menjadi bentuk plastik (*polimer*). Penelitian ini menggunakan limbah plastik dengan jenis *polyethylene* atau yang biasa disingkat dengan nama PET .

Pada penelitian ini juga ditambahkan perbedaan pada FAS setiap benda uji 0.5 dan 0.6. Diharapkan hasil penelitian ini agar bisa menjadi alternatif untuk kemajuan di bidang konstruksi maupun sebagai salah satu solusi pengangulangan limbah plastik jenis PET.

1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mencari solusi lain dari penggunaan limbah plastik jenis PET seperti sampah botol air mineral.

Adapun tujuan dari penelitian adalah Untuk mengetahui jumlah penggunaan agregat limbah plastik jenis PET yang optimal untuk masing - masing variasi beton ringan dengan uji kuat tekan. Dan untuk mengetahui hasil perbedaan faktor air semen pada masing – masing variasi beton ringan.

1.3 Rumusan Masalah

Dengan ini maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jumlah penggunaan Agregat limbah plastik jenis PET yang optimal untuk masing - masing variasi beton ringan dengan uji kuat tekan.
2. Untuk mengetahui kuat tekan beton ringan tersebut dengan variasi campuran PET 0%,3%,9% Dan faktor air semen 0,5 dan 0,6.

1.4 Pembatasan Masalah

Batasan - batasan yang menjadi ruang lingkup pembahasan Skripsi ini adalah:

1. Menguji kuat tekan beton Ringan
2. Semen portland type I
3. Benda uji berbentuk silinder ukuran 150 x 300 mm
4. Perawatan benda uji dengan cara perendaman.
5. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
6. Alat untuk pengujian tekan beton mengguna alat *Compression Testing Machine*

1.5 Metode Pengambilan Data

Ada 2 metode pengambilan data, yaitu:

1. Data skunder, yaitu dengan mengumpulkan jurnal-jurnal dari penelitian sebelumnya, buku-buku referensi yang memuat tentang campuran beton dan SNI sesuai dengan judul Skripsi.

2. Data primer (data survey lapangan), yaitu pengambilan data-data langsung dari lapangan, seperti data Agregat kasar, agregat halus, agregat limbah plastik jenis PET dan data hasil uji kuat tekan. Juga diambil data lainnya berupa data absorpsi beton , berat beton, kondisi slump test dan data lainnya yang memungkinkan pada saat dilapangan . dalam hal ini data yang diambil berasal dari data laboratorium USU.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah. Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan bahan penyusun beton) memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Beton mempunyai kuat tekan yang besar sementara kuat tariknya kecil. Oleh karena itu untuk struktur bangunan, beton selalu dikombinasikan dengan tulangan baja untuk memperoleh kinerja yang tinggi.

Beton digunakan dalam pekerjaan teknik sipil karena berguna sebagai salah satu bahan bangunan yang paling kuat terhadap tekan dan daya tahan beton yang lumayan tinggi mempermudah pengerjaan dalam bidang teknik sipil.

Kelebihan beton adalah dapat mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Selain itu pula beton juga memiliki kekuatan mumpuni, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang murah. Sedangkan kekurangannya adalah bentuk yang telah dibuat sulit diubah tanpa kerusakan. Pada struktur beton, jika ingin dilakukan penghancuran maka akan mahal karena tidak dapat dipakai lagi. Beda dengan struktur baja yang tetap bernilai. Berat, dibandingkan dengan kekuatannya dan daya pantul yang besar.

Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah: Kelebihan beton antara lain:

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi

2. Mampu memikul beban berat
3. Tahan terhadap temperatur tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil

Kekurangan beton antara lain:

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
3. Berat
4. Kekuatan tariknya rendah meskipun kekuatan tekannya besar

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun lemah dalam tariknya. Jika struktur itu langsung jika tidak diberi perkuatan yang cukup akan mudah gagal. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tariknya sekitar 9%-5% kuat tekannya. Maka dari itu perkuatan sangat diperlukan dalam struktur beton. Perkuatan yang umum adalah dengan menggunakan tulang baja yang jika dipadukan sering disebut dengan beton bertulang.

Beton adalah hasil campuran yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air dan agregat (bahan tambahan yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan bangunan kimia dengan perbandingan tertentu). Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah) dan diisi oleh

batuan kecil (agregat halus atau pasir) dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen).

Jika ingin membuat beton berkualitas baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton (beton segar/fresh concrete) yang baik dan beton (beton keras/hardened concrete) yang dihasilkan juga baik. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan awet, kedap air, dan sedikit mengalami perubahan volume.

Sifat-sifat beton di pengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

1. Kualitas semen, untuk konstruksi beton bertulang pada umumnya dapat
2. Digunakan jenis-jenis semen yang memenuhi syarat-syarat yang sudah ditetapkan.
3. Perbandingan campuran semen Portland, bahan tambahan (aditif) dan air.
4. Cara mencampur komponen.
5. Agregat kasar (kerikil atau batu pecah).
6. Ketelitian pekerjaan perawatan.
 - a. Umur beton, dan
 - b. Suhu udara waktu mencampur dan waktu proses pengerasan beton.

2.2 Material Penyusun Beton

Material penyusun beton biasanya terdiri dari beberapa jenis bahan material. Seperti semen, agregat halus dan kasar, air atau bahan tambahan (additive). Biasanya penambahan bahan campuran maupun additive digunakan untuk tujuan tertentu dalam pembuatan beton.

2.2.1 Semen

Semen merupakan bahan yang secara kimiawi ketika bercampur dengan air maka akan aktif. Beton pada umumnya mengandung sekitar 25% - 40% pasta semen dan sisanya adalah agregat kasar, halus, dan rongga udara. Nama semen Portland (Portland cement) diusulkan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824 karena mengandung campuran air, pasir, dan batuan yang mengandung pozzolan dan berbentuk bubuk.

Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral lain menjadi suatu massa yang padat. Secara umum, komposisi kimia semen Portland adalah seperti yang diperlihatkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 susunan unsur semen portland

Oksida	Komposisi (% berat)
CaO, kapur	60-65
SiO ₂ , Silika	17 – 25
Al ₂ O ₃ , Alumina	3 – 8
Fe ₂ O ₃ , Besi	0,5 – 6
MgO, Magnesia	0,5 – 4
Soda/paostash	0,5– 1
SO ₃ , Sulfur	1 – 2

Sumber : Teknologi Beton (Kardiyono, 2009)

a. Semen Portland

Semen Portland adalah semen yang diproduksi paling banyak untuk pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150, 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

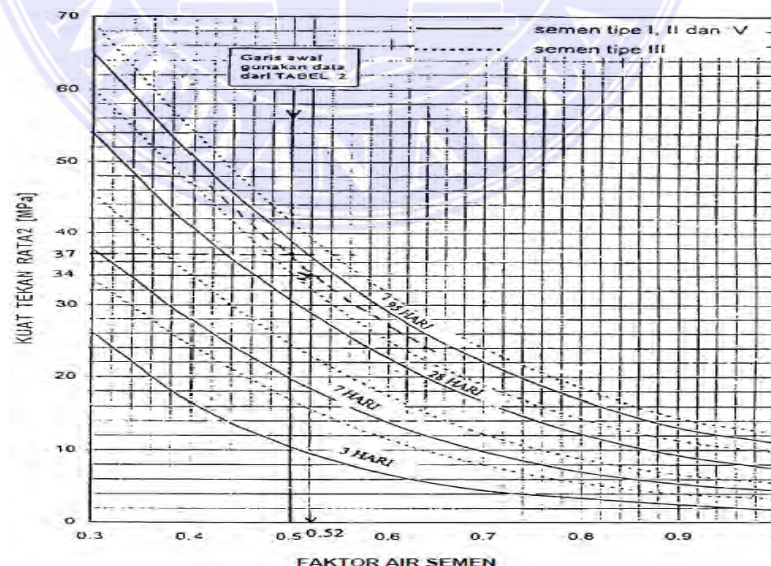
Semen Portland di Indonesia harus memenuhi persyaratan SII.0013-81 atau standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1985.(PB.1989:3.2-8).

Fungsi dari semen untuk membantu pengikatan antar molekul agregat yang dicampurkan kedalam mortar , reaksi kimia yang terjadi pada saat semen tercampur dengan air adalah peranan penting dalam proses pengikatan campuran beton.

1. Kekuatan pasta semen dan factor air semen (FAS)

Banyaknya jumlah air selama proses hidrasi adalah sekitar 25% dari berat semen. Beton yang memiliki *workability* dapat dianggap sebagai beton yang memiliki kekentalan dan kemudahan dalam proses pengerjaannya.

Factor air semen (FAS) adalah berat air dibagi dengan berat semen fas yang rendah menyebabkan butir agregat sedikit dan jarak butir menjadi pendek. Jika Faktor air semen terlalu tinggi maka slump akan turun, ini menyebabkan kekuatan tekan yang menurun . seperti gambar 2.1 SNI 03-2834-1993



Gambar 2.1 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen

(benda uji bentuk silinder dengan ukuran diameter 150mm dan tinggi 300mm)

Sumber : SNI 2013

Semen Portland dibagi menjadi lima jenis sebagai berikut :

1. Jenis I : Semen untuk umum tidak memenuhi persyaratan khusus.
2. Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan memiliki panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)
4. Jenis IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah.
5. Jenis V : Semen untuk beton yang sangat tahan terhadap sulfat.

Faktor air semen (FAS) merupakan perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton, fungsi Faktor air semen yaitu : Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (workability). Semakin tinggi nilai Faktor air semen, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai Faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai Faktor air semen yang diberikan minimal 0,4 dan maksimum 0,6. (Muhammad, Srikirana, 2017).

2.2.2 Agregat

Penjelasan didalam SNI agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil dan batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan satu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolis atau adukan. Dalam struktur beton biasanya agregat biasa menempati kurang lebih 70 % – 75 % atau 3/4 dari volume beton yang telah mengeras. Semakin padat agregat yang menyusun maka semakin padat pula beton tersebut yang memungkinkan kekuatan beton yang tinggi dapat dicapai.

Untuk memenuhi standar kelayakan bahan maka Agregat yang digunakan harus memiliki faktor - faktor sebagai berikut:

1. Agregat dalam keadaan bersih
2. Keras
3. Bebas dari sifat penyerapan
4. Tidak bercampur dengan tanah liat atau lumpur
5. Distribusi/gradasi ukuran agregat memenuhi ketentuan-ketentuan yang berlaku dalam SNI.

Agregat yang digunakan untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) Ketentuan dan persyaratan dari SII 0052-80 “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”. Bila tidak tercakup dalam SII 0052-80 maka agregat harus memenuhi ASTM C33 “*Specification for Structural Concrete Agregates*”.
- 2) Ketentuan dari ASTM C330 “*Specification for Light Weight Agregates for Structural Concrete*” , untuk agregat dan struktur beton.
- 3) Agregat halus alami atau pasir alam memenuhi ketentuan SNI 052-80 tentang mutu dan Cara Uji Agregat Beton dan ketentuan dalam SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bukan logam.

A. JENIS- JENIS AGREGAT

Jenis Agregat Berdasarkan Bentuk Secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Setelah dilakukan penambangan, bentuk agregat dipengaruhi oleh

Penambangan yang dilakukan, dapat berupa dengan cara peledakan ataupun dengan mesin pemecah batu.

- a. Agregat bulat : terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air atau keseluruhannya terbentuk karena penggeseran. Rongga udaranya minimum 33%, sehingga rasio luas permukaannya kecil. Beton yang dihasilkan dari agregat ini kurang cocok untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antara agregat kurang kuat.
- b. Agregat bulat sebagian atau tidak teratur : agregat ini secara alamiah berbentuk tidak teratur. Sebagian terbentuk karena penggeseran sehingga permukaan atau sudut - sudutnya berbentuk bulat. Rongga udara pada agregat ini lebih tinggi, sekitar 35% – 38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini belum cukup baik untuk mutu tinggi karena ikatan antara agregat belum cukup baik (masih kurang kuat).
- c. Agregat bersudut : agregat ini mempunyai sudut-sudut yang tampak jelas, yang terbentuk di tempat-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 tebalnya. Agregat ini disebut panjang jika ukuran terbesarnya lebih dari 9/5 dari ukuran rata-rata. Ukuran rata-rata ialah ukuran ayakan yang meloloskan dan menahan butiran agregat. Agregat ini dinamakan panjang jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari 27 mm ($9/5 \times 15$ mm).. Agregat jenis ini cenderung menghasilkan kuat tekan beton yang buruk.

e. Agregat pipih : Agregat disebut pipih jika perbandingan tebal agregat terhadap ukuran – ukuran lebar dan tebalnya kecil.

Agregat halus alami yang digunakan untuk agregat campuran beton dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu:

1. Pasir galian Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara mencucinya.
2. Pasir sungai Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir – butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir–butirnya kecil, maka baik dipakai untuk memplaster tembok, juga dapat dipakai untuk keperluan yang lain.
3. Pasir laut Pasir laut ini adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir–butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam–garaman. Garam–garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

Agregat halus adalah pasir alam dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5mm. Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ASTM. Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka

barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah :

- a. Susunan Butiran (Gradasi) Agregat halus yang digunakan harus mempunyai gradasi yang baik, karena akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan beton yang padat disamping untuk mengurangi penyusutan. Analisa saringan akan memperlihatkan jenis dari agregat halus tersebut. Melalui analisa saringan maka akan diperoleh angka Fine Modulus. Melalui Fine Modulus ini dapat digolongkan 3 jenis pasir yaitu :
 1. Pasir Kasar : $2.9 < FM < 3.2$
 2. Pasir Sedang : $2.6 < FM < 2.9$
 3. Pasir Halus : $2.2 < FM < 2.6$
- b. Kadar Lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 5% (terhadap berat kering). Apabila kadar Lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
- c. Kadar Liat tidak boleh melebihi 1% terhadap berat kering)
- d. Agregat halus harus bebas dari pengotoran zat organic yang akan merugikan beton, atau kadar organic jika diuji di laboratorium tidak menghasilkan warna yang lebih tua dari standart percobaan Abrams – Harder dengan batas standarnya pada acuan No 3.
- e. Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan

pemuaian yang berlebihan di dalam mortar atau beton dengan semen kadar alkalinnya tidak lebih dari 0,60% atau dengan penambahan yang bahannya dapat mencegah pemuaian.

f. Sifat kekal (keawetan) diuji dengan larutan garam sulfat :

1. Jika dipakai Natrium – Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %.
2. Jika dipakai Magnesium – Sulfat, bagian yang hancur maksimum 15 %.

Agregat kasar, adalah kerikil sebagai hasil dari desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5mm - 40mm. Kerikil atau batu pecah yang digunakan sebagai bahan beton harus memenuhi syarat berikut:

1. Bersifat padat dan keras, tidak berpori.
2. Harus bersih, tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Jika kandungan lumpur lebih dari 1% maka kerikil/batu pecah tersebut harus dicuci. Jika kurang dari 1% maka agregat dapat langsung digunakan.
3. Pada keadaan terpaksa, dapat dipakai kerikil bulat. Lebih di sarankan menggunakan kerikil pecah.
4. Tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dimana akan mengakibatkan pemuaian berlebihan dalam beton.

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

1. Susunan butiran (gradasi) Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat

mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, sehingga akan mengurangi penggunaan semen atau penggunaan semen yang minimal. Agregat kasar harus mempunyai susunan butiran dalam batas-batas seperti yang terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Syarat Agregat Kasar

Ukuran Ayakan (Mm)	% Butir Lewat Ayakan, Maks
40	100
20	95 – 100
12.5	–
10	25 – 55
4.8	0 – 5

Sumber : SNI

2. Agregat kasar yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaian yang berlebihan di dalam mortar atau beton.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori atau tidak akan pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.
4. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 1% (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka agregat harus dicuci.
5. Kekerasan butiran agregat diperiksa dengan bejana Rudeloff dengan beban penguji 20 ton dimana harus dipenuhi syarat berikut:

- a. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 - 19,1 mm lebih dari 24% berat.
 - b. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19,1 - 30 mm lebih dari 22% berat.
6. Kekerasan butiran agregat kasar jika diperiksa dengan mesin Los Angeles dimana tingkat kehilangan berat lebih kecil dari 50%.

2.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat di minum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air tidak boleh mengandung senyawa kimia yang berbahaya, karena dapat merubah sifat dari beton yang akan dihasilkan.

Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton. Dan juga memenuhi persyaratan SII 0013-81.

Persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut :

1. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak daripada beton.
2. Jumlah air yang digunakan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

3. Air limbah tidak dapat digunakan dalam adukan beton karena berisiko mengandung senyawa organik yang tinggi karena itu penggunaan air limbah sangat tidak dianjurkan untuk penggunaan campuran beton.

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari danau,telaga,kolam, situ,dan lainnya), air laut maupun air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air laut umumnya mengandung 3.5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam dalam air laut mengurangi kualitas beton hingga 20% jadi air laut tidak boleh digunakan dalam campuran beton karena beresiko mempercepat karat lebih besar.(Mulyono, 2007).

A. Sumber – Sumber Air

Sumber air yang digunakan bisa dari mana saja asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan seperti :

- a. Air yang terdapat diudara : adalah air yang terdapat diatmosfir
- b. Air hujan : air hujan adalah air yang menyerap gas dan uap ketika jatuh kebumi
- c. Air tanah : air tanah terdiri dari unsur – unsur kation.
- d. Air permukaan : air permukaan dibagi antara air sungai,air danau,air genangan, air situ,dan air reservoir . Erosi membawa bahan – bahan organik dan meniral.
- e. Air laut : air laut mengandung 30.000 – 36.000 mg garam perliter, biasanya digunakan sebagai campuran beton tidak bertulang. Unsur – unsur air laut dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Unsur – Unsur 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 : <https://slideplayer.info/slide/13309650/>

B. Syarat Umum Air

Air yang digunakan untuk pembuatan beton harus bersih dari zat – zat berbahaya , kotoran, alkali dan organisme lain yang dapat mengganggu sifat beton tersebut. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2). Bila beton berhubungan dengan air payau, air laut, atau air siraman dari sumber – sumber tersebut, maka syarat FAS seperti tabel 2.4.

Tabel 2.4 persyaratan untuk kondisi lingkungan khusus

Jenis Beton	Kondisi Lingkungan*	Faktor Air Semen Maksimum , Beton Normal	Kadar Semen Minimum, kg/m ³ Ukuran Agregat Maksimum, mm			
			40	20	14	10
Bertulang	Ringan	0,65	220	250	270	290
	Sedang	0,55	260	290	320	340
	Berat	0,45	320	360	390	410
Pratekan	Ringan	0,65	300	300	300	300
	Sedang	0,55	300	300	320	340
	Berat	0,45	320	360	390	410
Tidak Bertulang	Ringan	0,65	200	220	250	270
	Sedang	0,55	220	250	280	300
	Berat	0,45	270	310	330	360

Sumber : SNI

Kondisi lingkungan :

- a. Ringan : terlindung sepenuhnya dari cuaca atau kondisi korosif,kecuali sesaat pada saat kondisi konstruksi terhadap cuaca normal.
- b. Sedang : terlindung dari hujan deras, beton terendam, dan tertanam.
- c. Berat : terbuka terhadap air laut,payau,hujan lebat,pergantian basah dan kering. Mengalami kondensasi berat dan uap yang korosif.

2.3. Beton Ringan

Beton ringan pada dasarnya dibagi atas beberapa jenis yaitu yang berat/bobotnya berbeda, yaitu beton ringan,beton berat dan beton normal biasanya beton memiliki kepadatan sesuai kebutuhan beton itu sendiri. Agregat ringan dapat membentuk beton dengan berat-volume yang ringan. Terminologi ASTM C.125 mendefinisikan bahwa agregat ringan merupakan agregat yang menghasilkan beton ringan,meliputi batu apung,scoria,pembakaran lempung, perlite, slag dan lain sebagainya.

Ringannya agregat yang dihasilkan akan sangat berpengaruh pada beton yang akan di hasilkan memiliki bobot yang lebih ringan juga. Pemakaian beton yang ringan pada bangunan baik untuk elemen struktural dan nonstruktural akan menghasilkan kinerja struktur yang lebih baik dalam menerima beban gempa.(Erwin, 2013).

Beton ringan merupakan beton dengan berat kurang dari 1800kg/m³, kuat tekannya lebih kecil dibanding beton normal dan kurang dapat menghantarkan panas. Pembuatan beton ringan biasanya dibuat dengan cara pemberian gelembung udara kedalam campuran betonnya, dengan menggunakan agregat ringan, atau bahan tambah lainnya yang bersifat ringan.

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (density) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan bisa disebut sebagai beton ringan aerasi (Aerated Lightweight Concrete/ALC) atau sering disebut juga (Autoclaved Aerated Concrete/ AAC) yang mempunyai bahan baku utama terdiri dari pasir silika, kapur, semen, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang yang kemudian dirawat dengan tekanan uap air. Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 600 – 1600 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (high rise building) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat ringan halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat maksimum beton 1840 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural. (Kuat tekan minimum 28 Mpa untuk berat isi maksimum 1840 kg/m³ , dengan kuat tarik 2,3 Mpa dan kuat tekan 21 Mpa untuk berat isi maksimum 1780 dengan kuat tarik rata-rata 2,1 Mpa) (SNI).

2.4. Jenis – Jenis Beton Ringan

Beton ringan dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu sebagai berikut ini:

1. Beton insulasi (*Insulating Concrete*)

Beton ringan dengan berat (*density*) antara 300 kg/m³ - 800 kg/m³ dan berkekuatan tekan berkisar 0,69 - 6,89 MPa, yang biasanya dipakai sebagai beton penahan panas (insulasi panas) disebut juga *Low Density Concrete*. Beton ini

banyak digunakan untuk keperluan insulasi, karena mempunyai kemampuan konduktivitas panas yang rendah, serta untuk peredam suara. Jenis agregat yang biasa digunakan adalah Perlite dan Vermiculite.

1. Beton ringan dengan kekuatan sedang (*Moderate Strength Concrete*)

Beton ringan dengan berat (*density*) antara 800 kg/m³ - 1440 kg/m³ , yang biasanya dipakai sebagai beton struktur ringan atau sebagai pengisi (*fillconcrete*). Beton ini terbuat dari agregat ringan buatan seperti: terak (*slag*), abu terbang (*fly ash*), lempung, batu sabak (*slate*), batu serpih (*shale*), dan agregat ringan alami, seperti pumice, skoria, dan tufa. Beton ini biasanya memiliki kekuatan tekan berkisar 6,89 - 17,24 MPa.

2. Beton Struktural (*Structural Concrete*)

Beton ringan dengan berat (*density*) antara 1440 kg/m³ - 1850 kg/m³ yang dapat dipakai sebagai beton struktural jika bersifat mekanik (kuat tekan) dapat memenuhi syarat pada umur 28 hari mempunyai kuat tekan berkisar > 17,24 MPa Untuk mencapai kekuatan sebesar itu, beton ini dapat memakai agregat kasar seperti *expanded shale, clays, slate, dan slag*.

Ada beberapa cara untuk memproduksi beton ringan yaitu dilakukan dengan 3 cara berikut ini.

1. Beton ringan dengan bahan batuan yang berongga atau agregat ringan buatan yang digunakan juga sebagai pengganti agregat kasar/kerikil. Beton ini memakai agregat ringan yang mempunyai berat jenis yang rendah (berkisar 1400 kg/m³ – 2000 kg/m³) .

2. Beton ringan tanpa pasir (*No Fines Concrete*), dimana beton tidak menggunakan agregat halus (pasir) pada campuran pastinya atau sering disebut beton non pasir, sehingga tidak mempunyai sejumlah besar pori-pori. Berat isi berkisar antara 880 – 1200 kg/m³ dan mempunyai kekuatan berkisar 7 – 14 MPa.

Beton ringan yang diperoleh dengan memasukan udara dalam adukan atau mortar (beton aerasi), sehingga akan terjadi pori-pori udara berukuran 0,1 – 1 mm. Memiliki berat isi 200 – 1440 kg/m³.

2.5. Bahan Tambah

Admixture adalah bahan – bahan yang di tambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Penambahan *admixture* berfungsi untuk mengubah sifat atau karakteristik beton tersebut agar sesuai dengan pekerjaan tertentu atau menghemat biaya dan estimasi waktu.

Admixture atau bahan tambah didefinisikan dalam *Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam ACI SP-19 sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampur dalam beton atau mortar. Bahan tambah harus memenuhi syarat yang telah diberikan dalam ASTM C.494, “*Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*”.

2.5.1 Tujuan Menggunakan Bahan

Tujuan penggunaan bahan tambah menurut *manual of concrete practice* dalam *admixture and concrete* adalah sebagai berikut:

Memodifikasi beton segar, mortar dan grouting :

- a. Menambah sifat mudah pengerjaan tanpa menambah kandungan air
- b. Menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal campuran beton

- c. Mengurangi atau mencegah penurunan atau perubahan volume
- d. Mengurangi segregasi
- e. Mengembangkan dan meningkatkan sifat penetrasi dan pemompaan beton segar
- f. Mengurangi kehilangan nilai slump

Memodifikasi beton keras, mortar dan grouting :

- a. Menghambat dan mengurangi panas selama proses pengerasan awal (beton muda)
- b. Mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada umur muda
- c. Menambah kekuatan beton
- d. Menambah sifat keawetan beton, ketahanan dari gangguan luar termasuk serangan garam-garam sulfat.
- e. Mengurangi kapilaritas air
- f. Mengurangi sifat permeabilitas
- g. Mengontrol pengembangan yang disebabkan oleh reaksi álcali dari álcali termasuk álcali dalam agregat
- h. Menghasilkan struktur beton yang baik
- i. Menghasilkan warna tertentu pada beton atau mortar.

2.5.2 Bahan Tambah Kimia

Bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah . pada dasarnya suatu bahan tambahan harus mampu memperlihatkan komposisi dan unjuk kerja yang sama sepanjang waktu pekerjaan selama bahan tersebut digunakan dalam racikan beton sesuai dengan pemilihan proporsi betonnya.(PB.1989:12).

a. Tipe A “*Water-Reducing Admixtures*”

Water – Reducing Admixture adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

Water – Reducing Admixture digunakan antara lain dengan tidak mengurangi kadar semen dan nilai slump untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan atau ratio faktor air semen (FAS) yang rendah. Atau dengan tidak merubah kadar semen yang digunakan dengan faktor air semen yang tetap maka nilai slump yang dihasilkan dapat lebih tinggi. Hal ini dimaksudkan dengan mengubah kadar semen tetapi tidak merubah fas dan slump. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan bahan tambah ini adalah air yang dibutuhkan, kandungan air, konsistensi, *bleeding* dan kehilangan air pada saat beton segar, laju pengerasan, kuat tekan dan lentur, perubahan volume, susut pada saat pengeringan. Berdasarkan hal tersebut penting untuk melakukan pengujian sebelum pelaksanaan pencampuran terhadap bahan tambah tersebut.

b. Tipe B “*Retarding Admixture*”

Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton, misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau untuk memperpanjang waktu untuk pemadatan, untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar saat pelaksanaan pengecoran.

c. Tipe C “*Accelerating Admixture*”

Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton. *Accelerating Admixture* yang paling terkenal adalah kalsium klorida. Dosis maksimum adalah 2 % dari berat semen yang digunakan. Secara umum, kelompok.

bahan tambah ini dibagi tiga kelompok yaitu : Larutan garam organik, Larutan campuran organik dan Material *miscellaneous*.

d. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

Water Reducing and Retarding Admixtures yaitu pengurang air dan pengontrol pengeringan. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton. Bahan ini juga akan mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air. Bahan ini hampir semuanya berwujud cair. Air yang terkandung dalam bahan akan menjadi bagian air campuran beton. Dalam perencanaan air ini harus ditambahkan sebagai berat air total dalam campuran beton. Perlu diingat, perbandingan antara mortar dengan agregat kasar tidak boleh berubah. Perubahan kandungan air, atau udara atau semen, harus diatasi dengan perubahan kandungan agregat halus sehingga volume tidak berubah.

e. Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”

Water Reducing and Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk

menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

f. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”

Water Reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

g. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton.

Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan menunda waktu pengikatan beton. Biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton disebabkan keterbatasan ruang kerja.

2.5.3. Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Pada saat ini, bahan tambah mineral lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kuat tekan beton. Beberapa bahan tambah mineral adalah *pozzollan*, *fly Ash*, *slag* dan *silica fume*. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral (Cain, 1994) :

- a. Memperbaiki kinerja *workability*
- b. Mengurangi panas hidrasi
- c. Mengurangi biaya pekerjaan beton
- d. Mengurangi daya tahan terhadap serangan sulfat

- e. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika
- f. Mempertinggi usia beton
- g. Mempertinggi kuat tekan beton
- h. Mempertinggi keawetan beton
- i. Mengurangi penyusutan
- j. Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

2.6. Serat Plastik Pet Sebagai Agregat Ringan

Serat plastic PET (*polyethylene terephthalate*) sering dikenal dengan nama lain polyester adalah suatu resin polymer termoplastik dari kelompok polyester. PET banyak digunakan dalam pembuatan seperti botol minuman, resin plastic, dan menjadi bahan campuran untuk pembuatan kaca. PET merupakan salah satu bahan terpenting dalam perindustrian tekstil sekitar 60% serat PET digunakan dalam bentuk serat sintesis, dan produksi botol mencapai 30% dari permintaan dunia. Biasanya PET disebut polyester. PET terdiri dari polimerisasi unit – unit monomer etilen tereftalat dengan pengulangan unit $C_{10}H_8O_4$. PET umumnya didaur ulang dan diberi angka “1” yang menandakan symbol dapat didaur ulang.

Botol kemasan yang dibuat dengan PET, jika digunakan terlalu sering dan terpengaruh dengan suhu tinggi/ panas akan menyebabkan melelehnya lapisan polimer pada botol tersebut dan akan mengeluarkan zat yang bersifat karsinogenik (beracun).

Polyethylene terephthalate, yang disebut PET, adalah polimer tinggi yang berasal dari kondensasi dehidrasi etilena tereftalat. Etilena tereftalat berasal dari esterifikasi asam tereftalat dengan etilen glikol. PET berwarna susu putih atau kuning muda, polimernya sangat kristal, permukaannya halus dan berkilau.

Dalam rentang suhu yang luas dengan sifat fisik dan mekanik yang sangat baik, suhu penggunaan jangka panjang hingga 120 °C, isolasi listrik yang sangat baik, bahkan pada suhu tinggi dan frekuensi tinggi, kinerja listrik masih baik, namun ketahanan korona kurang, ketahanan Creep, kelelahan. resistensi, ketahanan abrasi, stabilitas dimensi yang baik.

PET polietilena tereftalat umum dalam botol air mineral, botol minuman berkarbonasi. Bila suhu mencapai 70 °C mudah berubah bentuk, dan zat berbahaya pada tubuh manusia meleleh. Setelah menggunakan produk plastik No. 1 selama 10 bulan, DEHP karsinogen mungkin dilepaskan. Botol semacam itu tidak bisa diletakkan di mobil di bawah sinar matahari, tidak bisa dipasang anggur, minyak dan zat lainnya.

2.6.1 Jenis Jenis Plastik

1. *polyethylene terephthalate* (PETE atau PET)

Jenis ini Biasa dipakai untuk botol plastik yang jernih/transparan seperti botol air mineral, botol jus, dan sejenisnya. Botol jenis ini direkomendasikan hanya untuk sekali pakai dan jangan digunakan untuk air hangat apalagi panas. Jika botolnya sudah baret-baret dan sudah lama tidak dianjurkan untuk dipakai lagi, sebaiknya dibuang saja.

2. *high density polyethylene* (HDPE)

Botol yang mengandung plastik jenis ini warnanya putih susu, dan biasa digunakan untuk botol susu. Sama seperti botol jenis **PET**, botol ini juga yidak disarankan untuk penggunaan yang berulang-ulang alias sekali pakai.

3. *polyvinyl chloride* (PVC)

Ini jenis plastik yang paling sulit didaur ulang, biasanya terdapat pada plastik pembungkus (*wrap*) dan beberapa jenis botol. Kandungan dari PVC yaitu DEHA yang terdapat pada plastik pembungkus dapat bocor dan

masuk ke makanan berminyak bila dipanaskan (jadi jangan sekali-kali memanaskan makanan yang tertutup plastik *wrap*). PVC berpotensi berbahaya untuk ginjal, hati dan berat badan.

4. *low density polyethylene* (LDPE)

Plastik jenis ini Biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek, dapat didaur ulang dan baik untuk dijadikan barang yang memerlukan fleksibilitas tapi kuat. Jenis ini tidak dapat dihanncurkan tapi aman untuk menyimpan makanan (*food grade*).

5. *polypropylene*

Jenis plastik ini adalah yang terbaik jika digunakan untuok menyimpan makanan, terutama untuk botol minuman atau botol susu bayi (bening/transparan). Disarankan untuk mencari simbol ini bila membeli barang-barang plastik untuk makanan.

6. *polystyrene*

Jenis plastik ini biasanya sebagai bahan dasar dari styrofoam, tempat minum sekali pakai dll. Bahan Polystyrene bisa membocorkan bahan styrene ke dalam makanan kita. Tempat makan styrofoam menghasilkan polusi saat diproduksi, menjadi sumber sampah karena penggunaannya hanya sekali pakai, tidak dapat mengurai dengan tanah, dan mengeluarkan gas beracun bila dibakar

7. *Other*

Jenis plastik ini biasanya ada di tempat makanan dan minuman seperti botol minum olahraga. *Polycarbonate* bisa mengeluarkan bahan utamanya yaitu *Bisphenol-A* ke dalam makanan dan minuman yang berpotensi merusak sistem hormon. Jadi sebisa mungkin hindari bahan plastik *Polycarbonate*.

2.7 Sifat dan Karakteristik Beton

Sifat dan Karakteristik beton bergantung pada bahan dan agregat yang digunakan dalam pencampuran beton tersebut . Tahapan dan proses produksi dilapangan sangat berpengaruh untuk menghasilkan beton dengan kualitas dan mutu yang baik.

A. Kemudahan Pengerjaan (*workability*)

Beton segar yang baik terlihat dari kemudahan adukan tersebut dikerjakan (*workability*). walaupun suatu struktur beton diciptakan untuk mempunyai kekuatan tekan yang tinggi tapi jika beton tersebut tidak mempunyai *workability* dilapangan maka rancangan tersebut menjadi percuma, maka dari itu beton yang baik akan mempunyai sifat:

1. Mobilitas, yaitu kemudahan spesi beton dapat dituangkan (dialirkan) kedalam cetakan pada saat pengecoran.
2. Kompaktibilitas, yaitu kemudahan spesi beton dipadatkan dan rongga udara dihilangkan.
3. Stabilitas, yaitu kemampuan spesi beton untuk tetap sebagai masa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi dari bahan utamanya.

B. Pemisahan Air (*bleeding*)

Kecenderungan air untuk naik ke permukaan 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 (*laitence*).

Bleeding dipengaruhi oleh beberapa faktor :

1. Susunan butir agregat : jika komposisinya sesuai, kemungkinan bleeding kecil.
2. Banyaknya air : semakin banyak air maka kemungkinan bleeding semakin besar.
3. Proses pemadatan : pemadatan berlebih dapat menyebabkan bleeding.
4. Kecepatan hidrasi : semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan bleeding

Bleeding dapat dikurangi dengan cara : (1). Memberi lebih banyak semen. (2). Menggunakan air sedikit mungkin. (3). Menggunakan pasir lebih banyak dan (4). Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus.

C. Pemisahan Kerikil (*segregation*)

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

1. Campuran kurus atau kurang semen.
2. Terlalu banyak air.
3. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm.
4. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat semakin mudah terjadi segregasi.

Untuk mengurangi kecenderungan segregasi maka diusahakan air yang diberikan sedikit mungkin, adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian

yang terlalu besar dan cara pengangkutan, penuangan maupun pemadatan harus mengikuti cara-cara yang betul.

2.7.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting dan salah satu kinerja utama beton keras, dan umumnya dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beton merupakan daya beton tersebut menahan beban dalam satuan luas .

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton dalam menahan seberapa besar gaya tekanan yang akan diberikan dalam persatuan luas, namun di dalam beton tetap terjadi penarikan kecil pengujian kuat tekan beton dapat menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder ukuran 150 mm x 300mm, dengan mengikuti prosedur SNI atau pun ASTM C-39.

Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakaian air, proporsi campuran beton, perawatan beton (curing), usia beton ukuran dan bentuk sampel, dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

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

dengan : f_c : kekuatan tekan (kg/cm²)

P : beban tekan (kg)

A : luas permukaan benda uji (cm²)

A. KEKUATAN TEKAN BETON (f'_c)

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi mutu kekuatan struktur beton yang diinginkan maka akan semakin tinggi pula mutu beton yang disyaratkan. Kekuatan beton dinotasikan sebagai berikut (SNI).

F'_c = Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (MPa)

F_{ck} = Kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150mm atau dari silinder dengan diameter 150mm dan tinggi 300mm (MPa).

F_c = Kekuatan tarik dari hasil uji belah silinder beton (MPa).

F'_{cr} = Kekuatan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancangan campuran beton (MPa).

S = Deviasi standar (s) (MPa).

Beton perlu dirancang campurannya agar sesuai dan tidak lebih kecil dari f'_c yang disyaratkan. Kriteria beton harus sesuai dengan standar yang sudah berlaku. Ada beberapa hal yang mempengaruhi kuat tekan beton yaitu :

1. Sifat dan jenis agregat Sifat dan jenis agregat yang digunakan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan akan dihasilkan kuat tekan beton yang tinggi. Selain itu susunan besar butiran agregat yang baik dan tidak seragam dapat memungkinkan terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi.
2. Jenis Campuran Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran

agregat dan mengisi rongga-rongga diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan.

3. Perawatan (*curing*) Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

2.8 Pembuatan Benda Uji Silinder

Dalam pembuatan benda uji silinder ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan di lapangan yaitu sebagai berikut :

a. Persiapan

Sebelum penuangan beton dilaksanakan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, seperti : semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkutan beton harus bersih ,ruang yang di isi dengan beton harus bebas dari kotoran yang menempel, untuk memudahkan pembukaan cetakan setelah 24 jam permukaan cetakan boleh dilapisi dengan solar atau oli.

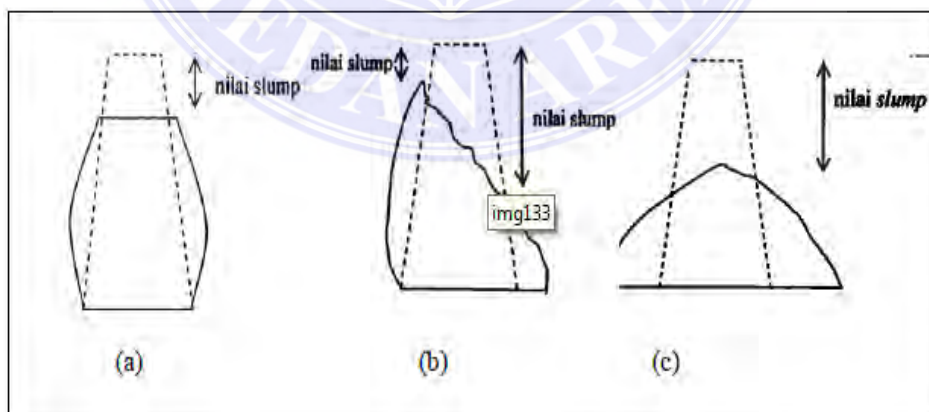
b. Pengadukan

Setelah didapatkan proporsi campuran untuk adukan mortar maka proses selanjutnya adalah pencampuran dan pengadukan dengan menggunakan molen (mesinal) atau manual, indikasi campuran yang sudah sempurna adalah warna adukan merata, kececekan yang cukup dan warna yang homogenya.

Pembuatan benda uji menggunakan cetakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm merupakan replika dari contoh dilapangan dan digunakan untuk pengujian dengan mesin kuat tekan. Jumlah benda uji disesuaikan 5 benda uji pada setiap variasi sesuai dengan peraturan di SNI 2493:2011. Cetakan boleh dilapisi dengan bahan kimia (*form release agent*) , solar ataupun lembaran plastik untuk memudahkan pembukaan cetakan .

2.8.1 Uji Slump

Slump pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Slump dilakukan dengan menggunakan kerucut Abraham, pengujian dilakukan untuk melihat konsistensi beton dari campuran beton yang sudah dibuat, semakin kecil nilai slump menunjukkan bahwa beton tersebut semakin kental, sedangkan bila semakin besar maka betonya semakin encer. Hitung tinggi slump sesuai dengan kondisi yang seperti pada gambar 2.2



Gambar 2.2 kondisi slump test
(sumber :Dhiyando,2016)

Namun selain besaran nilai slump, yang harus diperhatikan untuk menjaga kelayakan pengerjaan beton segar adalah tampilan visual beton, jenis dan sifat keruntuhan pada saat pengujian slump dilakukan. Slump beton segar harus

dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran slump dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam SNI 1972-2008.

2.8.2 Perawatan benda uji silinder

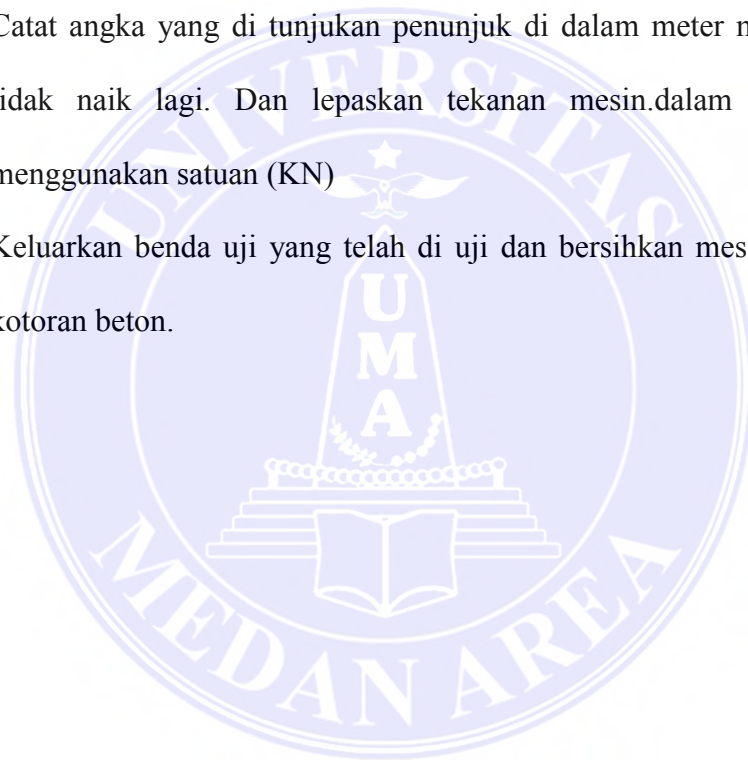
Perawatan ini dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Setelah 24 jam, cetakan benda uji kubus dibuka, kemudian direndam dalam kolam selama minimal 7 hari dan 3 hari untuk beton berkekuatan tekan awal tinggi. Tujuan perawatan adalah untuk memperoleh kekuatan tertentu serta mencapai kekuatan yang disyaratkan setelah beton berumur 28 tahun. Pada dasarnya perawatan adalah untuk mencegah proses penguapan air yang cepat selama terjadinya proses hidrasi antara semen dan air. Jika hidrasi terjadi maka beton akan mengalami keretakan karena kehilangan kadar air yang terlalu cepat. Perawatan ini juga dimaksudkan untuk mencapai kekuatan beton yang tinggi dan memperbaiki mutu beton seperti keawetan, kedap terhadap air, ketahanan, serta stabilitas dan dimensi ukur.

2.8.3 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder

Pengujian kuat tekan benda uji silinder dilakukan saat benda uji mencapai umur 28 hari. Setelah 7 hari masa perendaman benda uji di angkat dan dibiarkan selama 28 hari umur benda uji. kemudian benda uji di uji kuat tekan dengan mesin uji kuat tekan yang ada di laboratorium. Langkah – langkah pengujian sebagai berikut :

1. Timbang masing – masing benda uji menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0.01%.

2. Hidupkan compression machine dan masukan benda uji silinder ke dalam mesin
3. Bersihkan bagian dalam mesin dan tutup katup mesin
4. Pastikan benda uji tepat berada di tengah
5. Disarankan menggunakan capping belerang untuk mendapatkan hasil kuat tekan yang lebih baik.
6. Tunggu meter penunjuk kuat tekanan mesin berputar.
7. Catat angka yang di tunjukan penunjuk di dalam meter mesin saat skala tidak naik lagi. Dan lepaskan tekanan mesin.dalam hal ini mesin menggunakan satuan (KN)
8. Keluarkan benda uji yang telah di uji dan bersihkan mesin dari sisa-sisa kotoran beton.



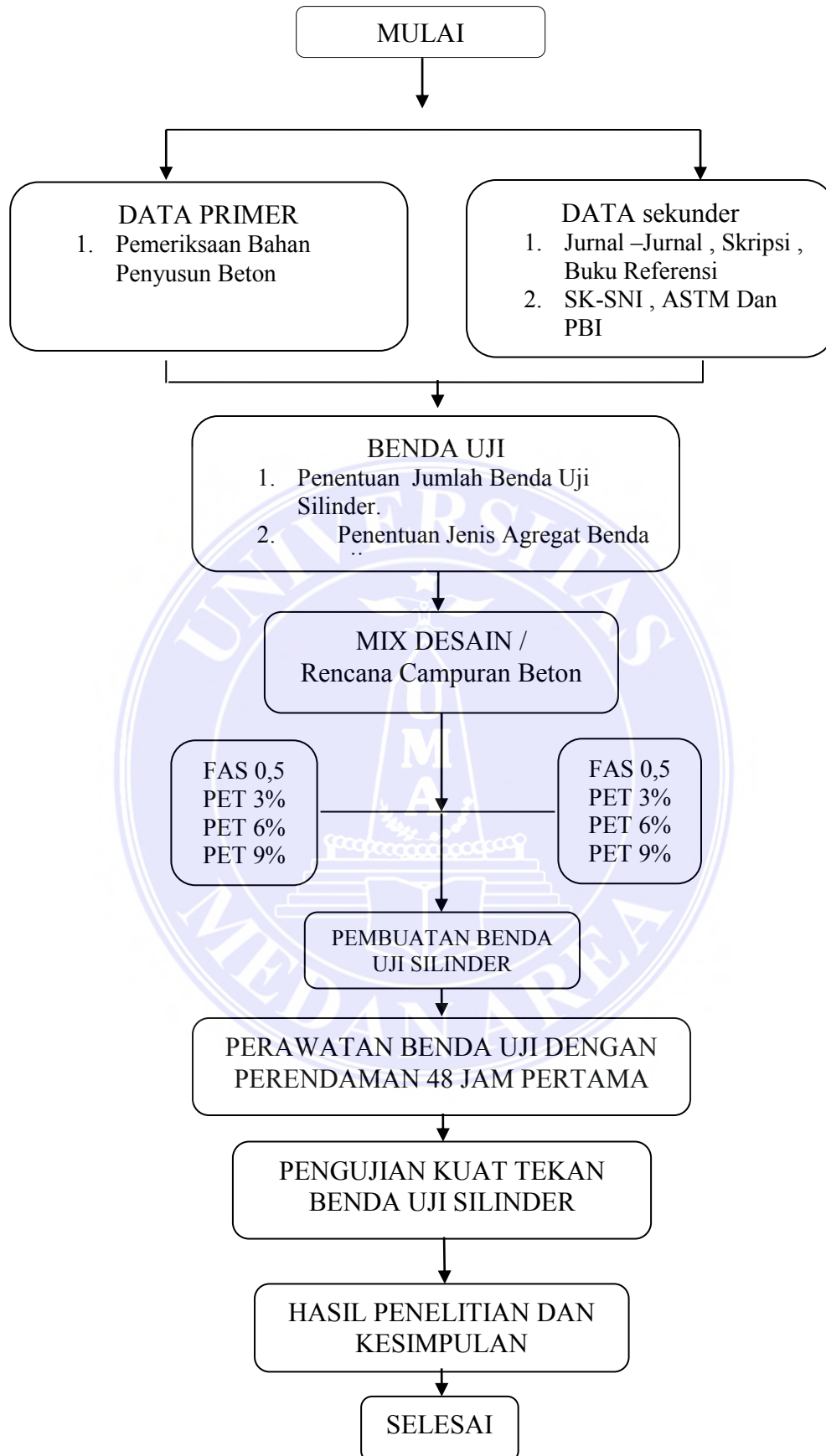
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian adalah proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian. Metodologi juga merupakan analisis teoretis mengenai suatu cara atau metode. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara. Dalam penelitian eksperimen dilakukan manipulasi paling sedikit satu variabel, mengontrol variabel lain yang relevan dan mengobservasi efek atau pengaruhnya terhadap satu atau lebih variabel terikat.

3.1 Tahapan Penelitian

Kegiatan penelitian merupakan suatu proses memperoleh atau mendapatkan suatu pengetahuan atau memecahkan permasalahan yang dihadapi, yang dilakukan secara ilmiah, sistematis dan logis. Dalam penelitian di bidang apapun, tahapan-tahapan itu pada umumnya memiliki kesamaan, seperti tahap perencanaan, tahap penelitian dan tahap laporan penelitian. walaupun ada beberapa hal sering terjadi pemodifikasian dalam pelaksanaannya oleh peneliti sesuai dengan kondisi dan situasi yang dihadapi tanpa mengabaikan prinsip-prinsip umum yang digunakan dalam proses penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis dan pembahasan. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Diagram Alir Tahapan Penelitian di bawah ini



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.2 Tinjauan Umum

1. Variabel bebas adalah variasi perbandingan bahan tambah PET sebagai pengganti agregat halus, dan jenis FAS yang digunakan antara lain :
 - a. Variasi 1 FAS 0.5 (0%,3%,6%,9%)
 - b. Variasi 2 FAS 0.6 (0%,3%,6%,9%)
2. Variabel terikat adalah jenis material agregat yang sama (semen , pasir , kerikil) dan mutu beton yang direncanakan adalah $f'c$ 14,5 MPa
3. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm, tinggi 30cm dan jumlah 32 buah tiap variasi 4 untuk uji kuat tekan umur 28 hari.

3.3 Penyediaan Bahan Penyusun Beton

Bahan-bahan penyusun beton dalam penelitian ini adalah:

1. Semen portland Tipe-I dengan berat 40 kg, Semen Padang. Dengan kondisi semen masih dalam keadaan tertutup rapat.
2. Agregat Halus berupa Pasir Sungai Dari Binjai.
3. Agregat Kasar Batu Pecah, Dari Tangkahan Patumbak dengan Diameter rata – rata 20 mm.
4. Agregat tambahan berupa serat plastik jenis PET yang sudah diolah menjadi bentuk padat dan dihancurkan sampai berukuran seperti pasir.
5. Air bersih bebas kandungan organik atau air PDAM medan

3.4 Tahapan persiapan

Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan untuk pembuatan benda uji silinder harus dipersiapkan terlebih dahulu agar proses pembuatan dapat berjalan dengan lancar, bahan – bahan harus diuji dengan standar yang sesuai dengan syarat – syarat di dalam SNI ataupun ACI.

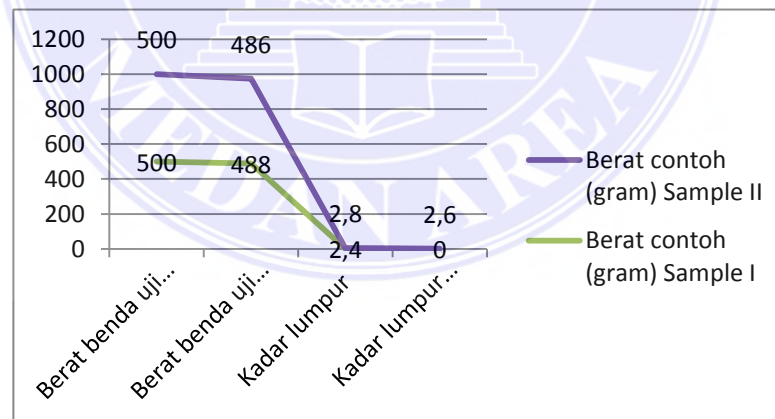
Pada tahap persiapan dilakukan langkah-langkah berikut.

1. Pemeriksaan agregat halus (Pasir), meliputi : Uji dan analisis sesuai SK SNI yaitu analisa saringan, kadar air, kadar air Saturated Surface Dry (SSD), kadar lumpur, , berat jenis.
2. Pemeriksaan agregat kasar, meliputi : Uji dan analisis sesuai SK SNI yaitu analisa saringan, kadar air, kadar lumpur, berat isi, berat jenis
3. Mix design dengan metode SNI setelah semua data yang diperlukan pada pemeriksaan bahan campuran diperoleh.

3.5

Primer

1.



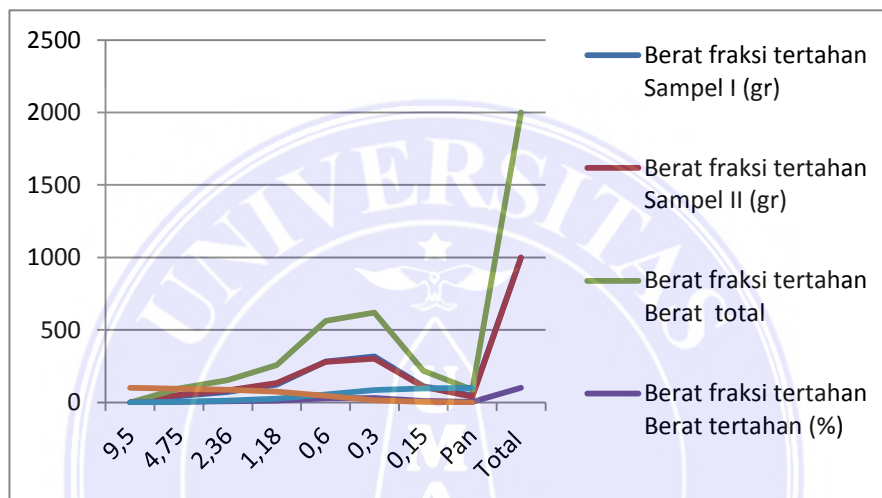
Data

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Hasil Penelitian untuk kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Grafik 3.1.

Grafik 3.1 Kadar Lumpur Agregat Halus

Sumber : Data penelitian UMA 2018



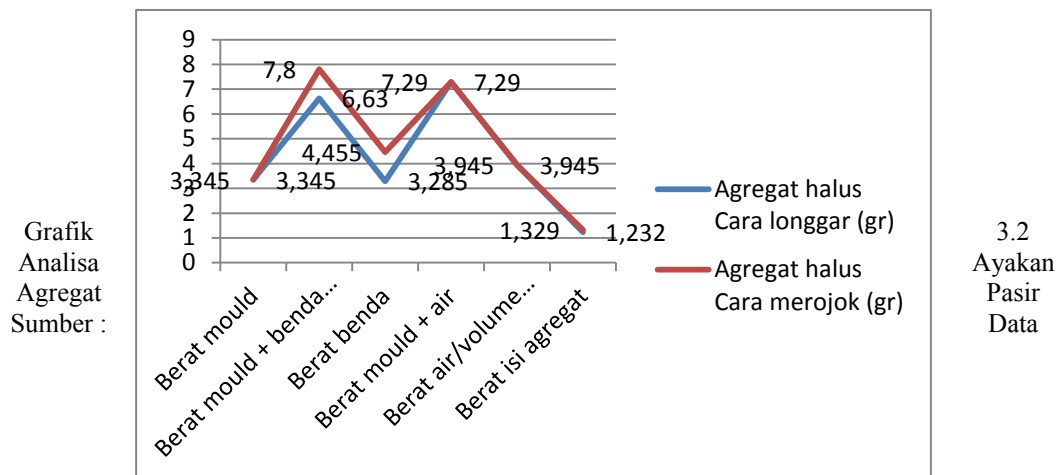
Dari
hasil
pemer
iksaan
n
Gamb

ar 3.1 didapat kandungan Lumpur dalam pasir sebesar = 2,6 %. Berdasarkan hasil pemeriksaan, pasir tersebut layak digunakan dalam percobaan.

2. Pemeriksaan Analisa Ayakan Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus dibagi dalam beberapa kelas berdasarkan nilai modulus kehalusan (FM), yaitu :

- a. Pasir halus : $2,20 < FM < 2,60$
- b. Pasir sedang : $2,60 < FM < 2,90$
- c. Pasir kasar : $2,90 < FM < 3,20$



penelitian UMA 2018

Dari hhasil pemeriksaan analisa ayakan pasir pada Grafik 3.2

Didapat nilai $FM = 276/100 = 2,77$ dari agregat halus. Termasuk dalam pasir sedang dan memenuhi persyaratan untuk digunakan.

3. Pemeriksaan berat isi agregat halus

Dari hasil pemeriksaan berat isi agregat halus , didapat hasil :

Berat isi pasir cara merojok = 1.329 kg/m³

Berat isi pasir cara longgar = 1.232 kg/m³

Maka berat isi agregat halus memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan. Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada Grafik 3.3

Grafik 3.3 Analisa Berat Isi Agregat Halus

Sumber : Data penelitian UMA 2018

4. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Halus

Dari hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat halus didapat data seperti di bawah ini :

Berat Jenis Kering = 2.54 gr/cm³

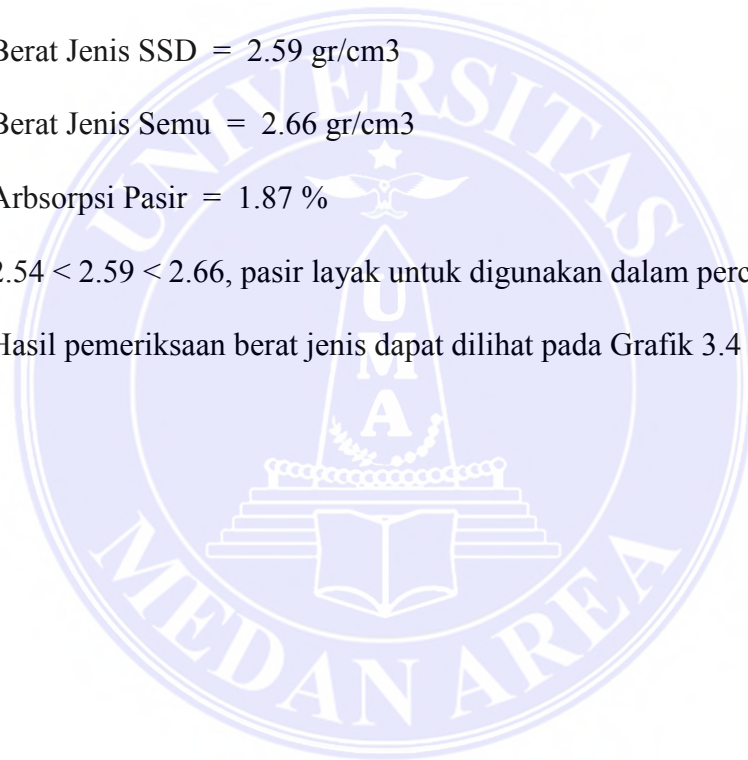
Berat Jenis SSD = 2.59 gr/cm³

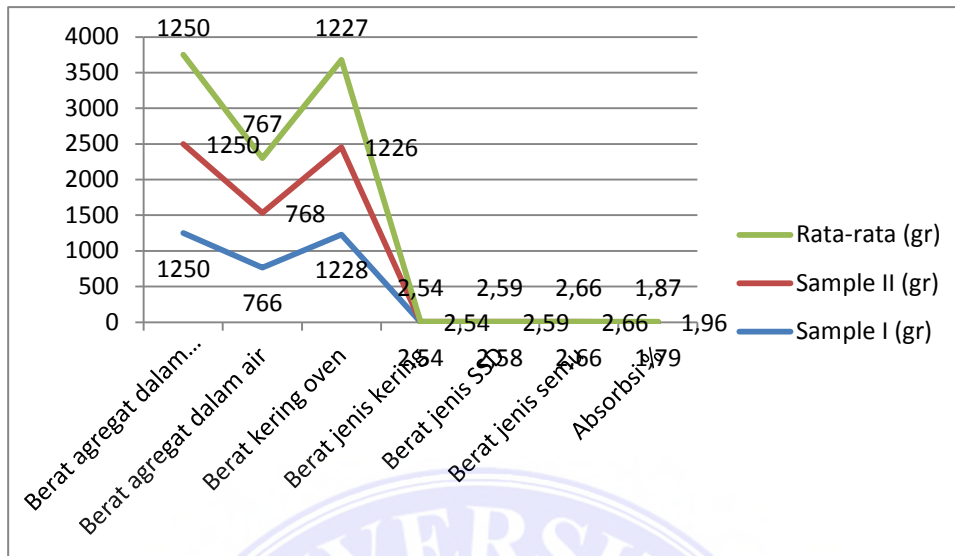
Berat Jenis Semu = 2.66 gr/cm³

Absorpsi Pasir = 1.87 %

$2.54 < 2.59 < 2.66$, pasir layak untuk digunakan dalam percobaan.

Hasil pemeriksaan berat jenis dapat dilihat pada Grafik 3.4

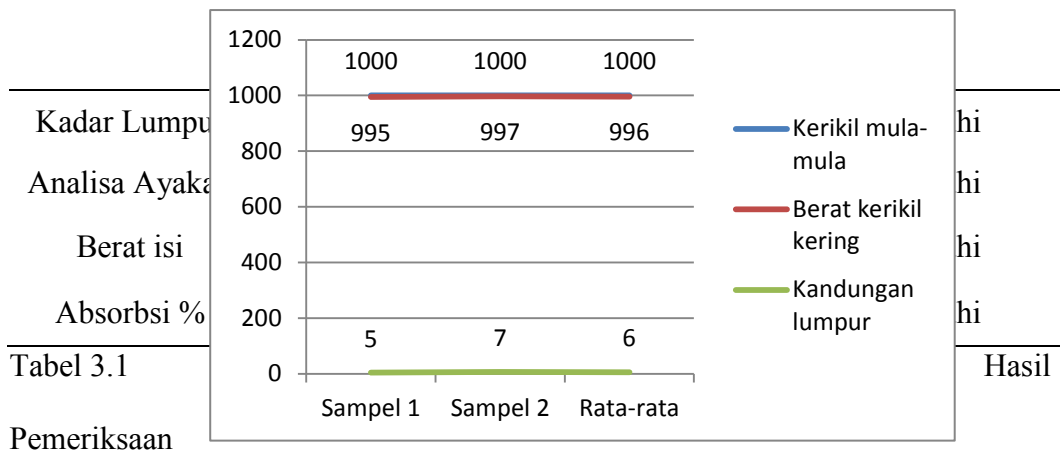




Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi/syarat	Kontrol
-------------	-------	--------------------	---------

Grafik 3.4 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus
 Sumber : Data penelitian UMA 2018

5. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Halus



Tabel 3.1

Pemeriksaan

Agregat Halus

(Sumber : Lampiran-2)

6. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)

Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar batu pecah. Didapat data seperti Grafik 3.5



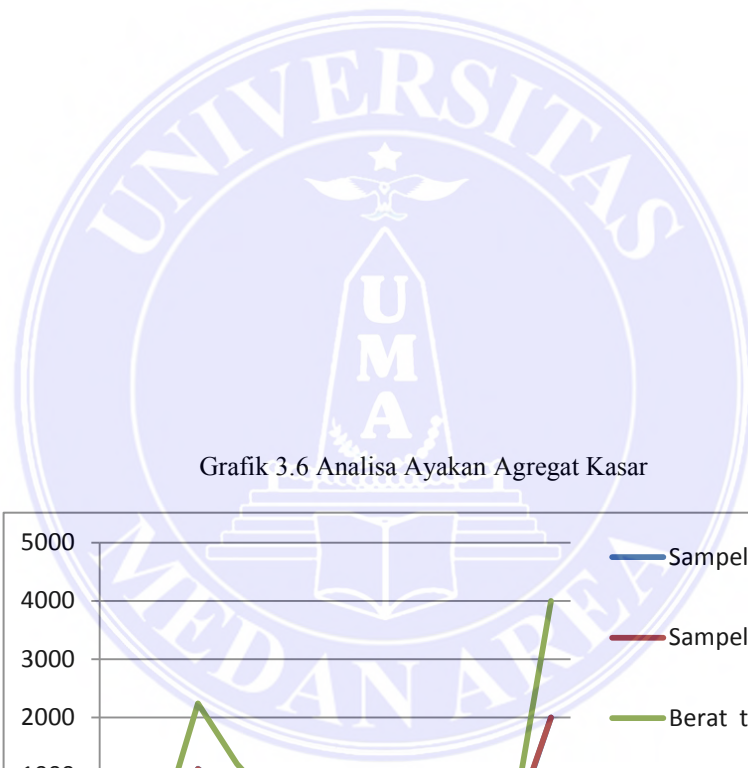
Grafik 3.5 kadar lumpur agregat kasar

Sumber : Data penelitian UMA 2018

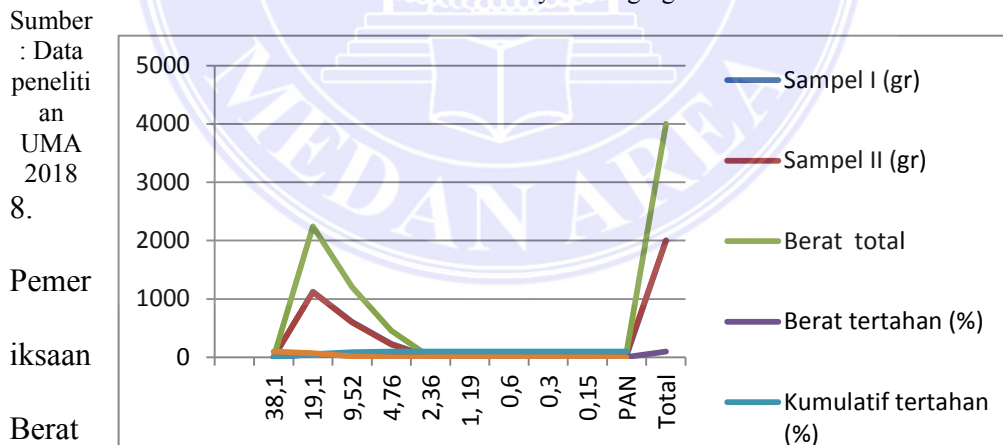
Dari hasil data pada Grafik 3.5 Kandungan Lumpur dalam agregat kasar batu pecah ukuran rata-rata 20 mm adalah $6 = 0.60\%$. Maka agregat kasar batu pecah sudah memenuhi syarat.

7. Analisa Ayakan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Dari hasil pemeriksaan didapat : (Lihat lampiran-1) FM: $7,27 < 7,5$ maka batu pecah tersebut layak digunakan untuk percobaan. Dari hasil percobaan analisa ayakan agregat kasar maka grafik dapat dilihat pada Grafik 3.6

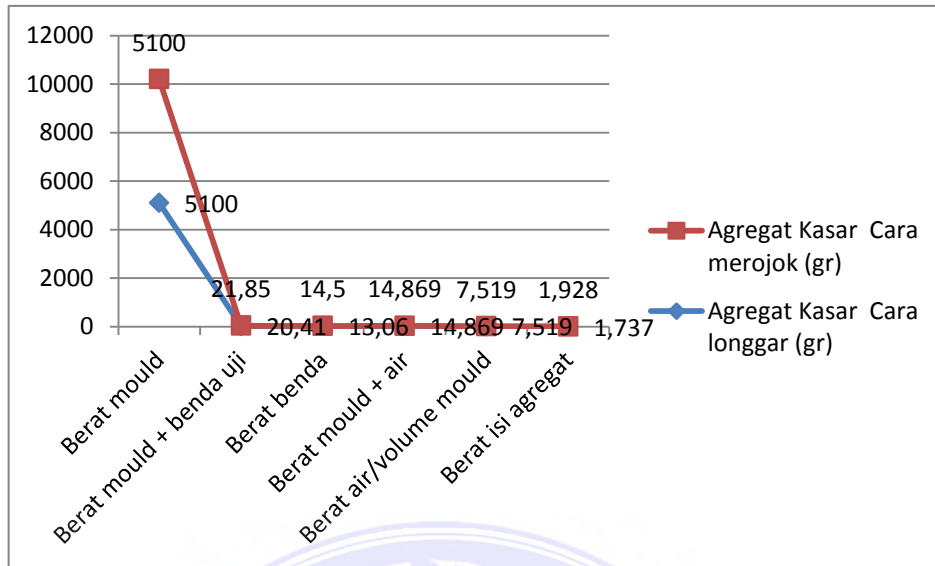


Grafik 3.6 Analisa Ayakan Agregat Kasar



Isi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar dapat dilihat pada Grafik 3.7



Grafik 3.7 Berat Isi Agregat Kasar

Sumber : Data penelitian UMA 2018

Berat isi batu pecah cara merojok = 1.845 kg/m³

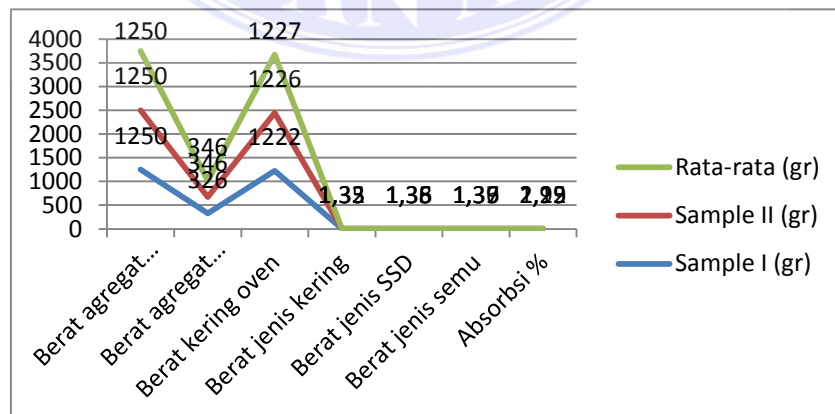
Berat isi batu pecah cara longgar = 1.679 kg/m³

Dari hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar Grafik 3.7 maka agregat layak digunakan.

9. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar dapat dilihat pada

Grafik 3.8 :



Grafik 3.8 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat kasar

Sumber : Data penelitian UMA 2018

Berat Jenis Kering = 2,65 gr/cm³

Berat Jenis SSD = 2.70 gr/cm³

Berat Jenis Semu = 2.79 gr/cm³

Arbsorpsi = 1.72 %

2.65 < 2.70 < 2.79, Maka batu pecah layak untuk digunakan dalam percobaan.

10. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat kasar

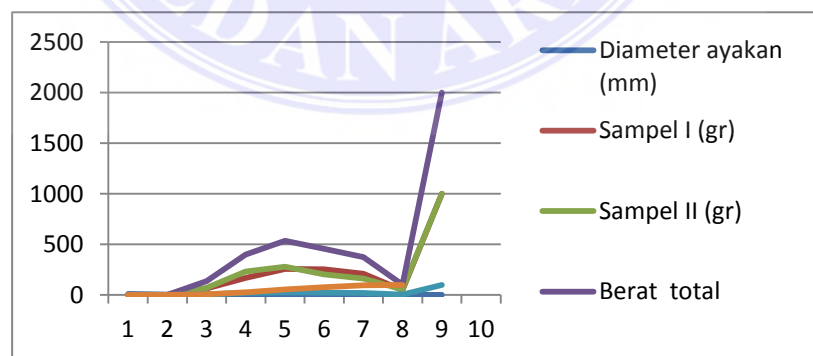
Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Agregat kasar

(Sumber : Lampiran-2)

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi/syarat	Kontrol	11.
Kadar Lumpur	0,60 %	< 5%	Memenuhi	An
Analisa Ayakan	7,27	5,50 ~ 7,50	Memenuhi	alis
Berat isi	1.679 kg/cm ³	>1.125 kg/m ³	Memenuhi	
Absorpsi %	1,72 %	< 5%	Memenuhi	a

Ayakan Agregat PET

Dari hasil pemeriksaan analisa ayakan PET Didapat nilai FM = 258,35 / 100 = 2,58 Termasuk dalam pasir sedang dan memenuhi persyaratan untuk digunakan. Hasil analisa ayakan PET dapat dilihat dalam grafik pada Grafik 3.9



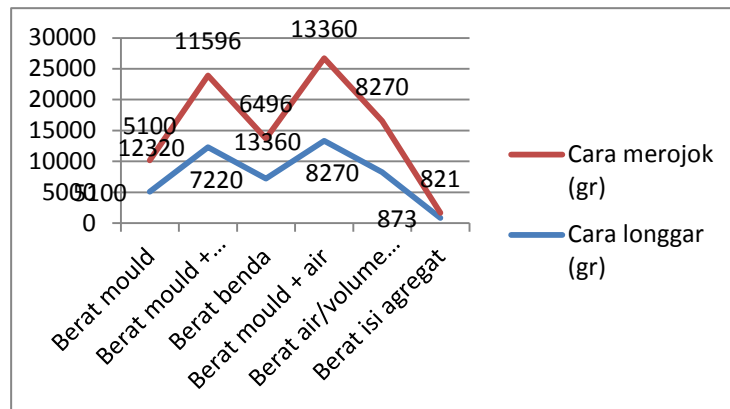
Grafik 3.9 Analisa Ayakan PET

Sumber : Data penelitian UMA 2018

12. Pemeriksaan berat isi agregat PET

Hasil dari pemeriksaan berat isi PET dapat dilihat pada Grafik 3.10

sebagai berikut :



Grafik 3.10 Berat Isi PET
Sumber : Data penelitian UMA 2018

Dari hasil pemeriksaan yang terlihat pada Grafik 3.10 maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Berat isi PET cara merojok = 821,61 kg/m³

Berat isi PET cara longgar = 873,67 kg/m³

Maka Berat isi PET sudah memenuhi syarat dan dapat digunakan.

13. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi PET

Hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi PET dapat dilihat pada Grafik 3.11. Dari hasil pemeriksaan berat jenis dan absorpsi PET yang terlihat pada Grafik 3.11 maka didapat hasil sebagai berikut :

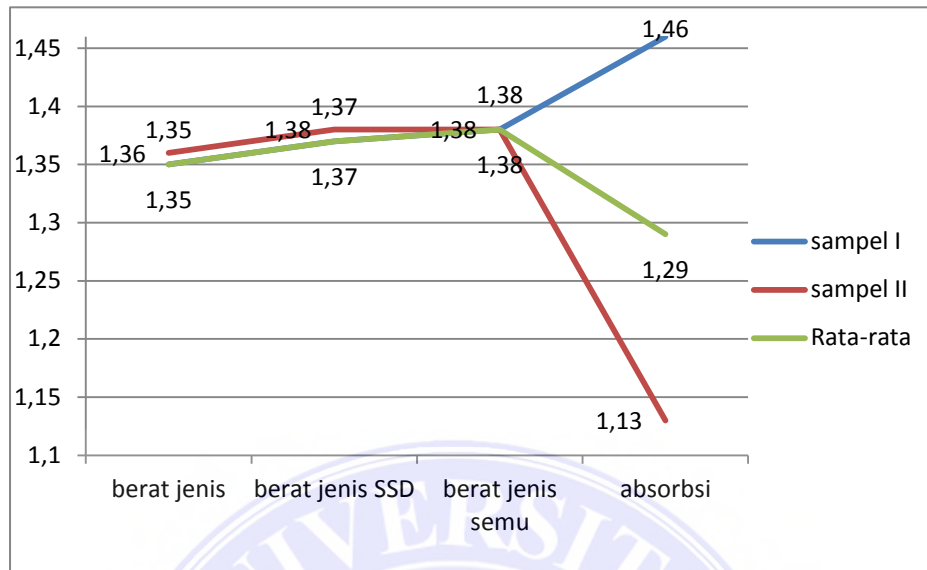
Berat Jenis Kering = 1,35 gr/cm³

Berat Jenis SSD = 1,37 gr/cm³

Berat Jenis Semu = 1,38 gr/cm³

Absorpsi PET = 1,29 %

$1,35 < 1,37 < 1,38$, PET layak untuk digunakan dalam percobaan.



Grafik 3.11 Berat Jenis PET
Sumber : Data penelitian UMA 2018

14. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat PET

Dari hasil pemeriksaan agregat PET maka didapat hasil seperti tabel 3.3

Tabel 3.3 Hasil Pemeriksaan Agregat PET

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi/syarat	Kontrol
Analisa			
Ayakan	2,58	2,20 < 2,58 < 3,20	Memenuhi
Berat isi	873,67 kg/cm ³	> 1.125 kg/m ³	Memenuhi
Absorpsi %	1,29 %	< 5%	Memenuhi

(Sumber : Lampiran-2)

3.6 Data Sekunder

Pada setiap penelitian diperlukan referensi baik dari segi pencarian penelitian yang sama maupun referensi mengenai permasalahan yang menjadi fokus penelitian tersebut. Sehingga menghindari terjadinya penelitian yang sama dan memudahkan penyelesaian masalah . data sekunder menjadi pedoman sekaligus referensi penulis untuk menyelesaikan penelitian serta penyesuaian kebutuhan bahan untuk benda uji .

1. SK SNI T-03-7656-2012

Pemilihan agregat ringan harus mengikuti ketentuan SK SNI. Agregat ringan dipilih menurut tujuan konstruksi seperti pada Gambar 3.2 berikut :

Gambar 3.2 Jenis Agregat Ringan yang Dipilih Berdasarkan Tujuan Konstruksi

KONTRUKSI BANGUNAN	BETON RINGAN		JENIS AGREGAT RINGAN
	KUAT TEKAN Mpa	BERAT ISI KG/M3	
- Struktual : Minimum	17,24	1400	- Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan dari batu serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau terak abu terbang - Agregat ringan alam : skoria atau batu apung.
Maksimum	41,36	1850	
- Struktual : Minimum Ringan	6,89	800	- Perlit atau vemikulit
Maksimum	17,24	1400	
- Struktual : Minimum Sangat Ringan Sebagai Isolasi : Maksimum	-	800	

(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/1311/3/BAB%20II.pdf>)

Jika tidak tersedia data kuat hancur agregat ringan maka dapat digunakan data laboratorium sebagai pendekatan. Pemilihan agregat ringan dipilih dengan menjaga berat isi agar tidak terlalu tinggi maupun terlalu rendah.

2. Jurnal

Jurnal yang digunakan dicari semaksimal mungkin yang menyerupai permasalahan yang hampir serupa dengan judul penelitian agar memudahkan penelitian.

Menurut Purnawan Gunawan et al .(2014), Nilai kuat tekan beton ringan cenderung menambah nilai kuat tekan beton ringan. Peningkatan kuat tekan paling maksimum terjadi pada kadar penambahan serat 0,75% dari berat volume beton.

3.7 Penentuan Jenis Dan Jumlah Benda Uji

Untuk penentuan jenis dan jumlah benda uji , direncanakan agregat campuran dengan jenis PET sebagai pengganti agregat halus. Untuk jumlah benda uji disetiap variasi adalah 5 sampel benda uji silinder ukuran 15cm x 30cm dengan masing – masing variasi sebagai berikut :

FAS 0,5 :

1. Beton ringan Struktural dengan campuran PET 0%
2. Beton ringan Struktural dengan campuran PET 3%
3. Beton ringan Struktural dengan campuran PET 6%
4. Beton ringan Struktural dengan campuran PET 9%

FAS 0,6 :

1. Beton ringan Struktural dengan campuran PET 0%
2. Beton ringan Struktural dengan campuran PET 3%
3. Beton ringan Struktural dengan campuran PET 6%
4. Beton ringan Struktural dengan campuran PET 9%

3.8 Perencanaan Campuran Beton (Mix Desain)

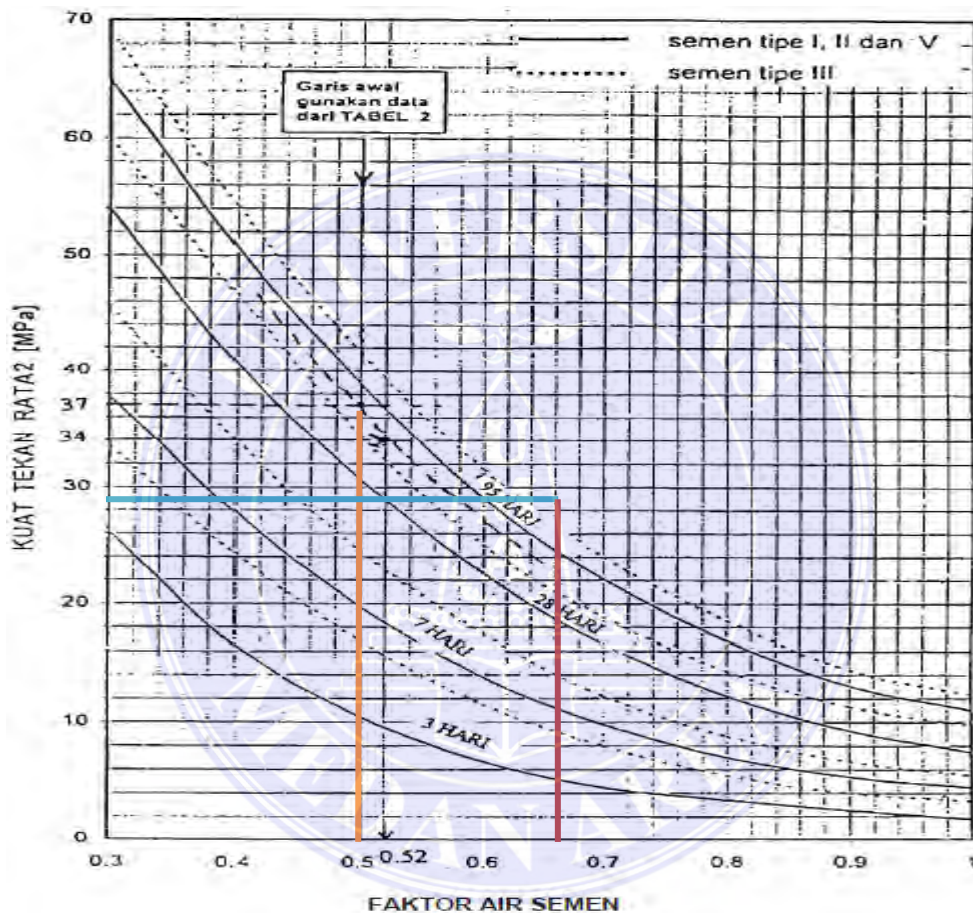
Untuk merencanakan campuran beton (mix desain) di butuhkan data – data seperti berat jenis,berat isi, dan lainnya. Setelah syarat-syarat di dalam SK – SNI terpenuhi maka Mix desain dapat direncanakan sebagai berikut :

PERHITUNGAN MIX DESIGN

Cara pengerjaan Mix design dengan data-data sebagai berikut :

1. Kuat tekan karakteristik : 175 kg/cm² (sesuai data)
2. Standat deviasi rencana : 50 kg/cm² (sesuai data tabel)
3. Nilai tambah : $1.64 \times 50 = 82 \text{ kg/cm}^2$

4. Kuat tekan rata-rata : Umur 28 hari = $175 + 82 = 257 \text{ kg/cm}^2$
5. Jenis semen : tipe I (ditetapkan)
6. Jenis agregat halus : alami (ditetapkan)
7. jenis agregat kasar : alami (batu pecah) (ditetapkan)
8. Faktor air semen (fas) : Pada grafik kuat tekan di dapat 0.68



Gambar 3.3 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan FAS

(Sumber :SNI/BS)

9. Faktor air semen maksimum (FAS) = 0,6 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai Macam pementonan dalam lingkungan khusus terdapat pada SNI Untuk pemakaian beton pada pondasi, diperoleh fas maks 0, 60. karena FAS yang diperoleh pada langkah 9 masih lebih

besar dari fas maksimum. Pada langkah 10 maka nilai yang dipakai adalah yang terkecil.

10. Slump = 60-180 mm (sesuai PBI untuk dinding)

11. Ukuran maksimum agregat halus : 20 mm (ditetapkan)

12. Kadar air bebas (gunakan tabel 12)

Tabel 3.4. Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³)

Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis batuan	Slump			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber : SNI)

Dengan ukuran agregat maksimum 20 mm, tipe agregat alami dan slump 60 mm-180 mm, maka diperlukan air bebas sebanyak :

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k = \frac{2}{3} 195 + \frac{1}{3} 225 = 205 \text{ kg/m}^3$$

13. Kadar semen

$$\text{Kadar air bebas pada langkah 13 dibagi nilai fas yang terkecil} = 205 / 0,6 = 341,6 \text{ kg/m}^3$$

15. Fas yang disesuaikan yaitu dilakukan penyesuaian nilai Fas

16. Gradasi agregat halus = zona 2 (sesuai data)

17. Persen agregat halus

Berdasarkan ukuran maksimum agregat = 20 mm, slump = 60 -180 mm

Fas = 0,60 serta gradasi agregat halus pada zone 2,

maka diperoleh dari grafik , persentase agregat halus = $38 + 48 / 2 = 43\%$

18. Persen agregat kasar : $100\% - \text{persen agregat halus}$

$$: 100\% - 43\% = 57\%$$

19. Berat jenis agregat gabungan :

BJ agregat gabungan = % ag halus – BJ ag halus +% ag kasar . BJ ag kasar

$$= 43\% (2,66) + 57\% (2,79)$$

$$= 2,734 \text{ kg/cm}^3$$

20. Berat jenis beton

Berdasarkan nilai BJ standart agregat gabungan = 2,734 dibuat sebuah garis bantu seperti garis miring lain yang sudah ada. Berdasarkan kadar air bebas 205 kg/cm³, ditarik garis vertikal keatas sampai berpotongan dengan garis bantu .Pada titik berpotongan tersebut garis horizontal kekiri sehingga memotong sumbu-y. Nilai tersebut merupakan berat jenis beton segar = 2325 kg/m³

21. Kadar agregat gabungan

$$= \text{Bj beton segar} - \text{kadar semen} - \text{kadar air bebas}$$

$$= 2325 - 342 - 205$$

$$= 1778 \text{ kg/m}^3$$

22. Kadar agregat halus

$$= \% \text{ agregat halus} \times \text{kadar agregat gabungan}$$

$$= 0,43 \times 1778 \text{ kg/m}^3$$

$$= 764.54 \text{ kg}$$

23. Kadar agregat kasar

$$= \% \text{ agregat kasar} \times \text{kadar agregat gabungan}$$

$$= 0,57 \times 1778 \text{ kg/m}^3$$

$$= 1013,46 \text{ kg}$$

Maka dari perhitungan mix desain tersebut didapat jumlah berikut :

Semen	Ag, Halus	Ag Kasar	Air
341,6	764,54	1013,46	205

Proporsi Perbandingan Campuran = 1 : 2,23 : 2,96 : 0,6

Diketahui massa silinder = $0,0053 \text{ m}^3 \times \text{factor safety}$

$$= 0,0053 \text{ m}^3 \times 1,2 = 0,00636 \text{ m}^3$$

Kebutuhan bahan untuk 1 silinder : fas 0.5

1. semen : $341,6 \times 0,00636 = 2,172 \text{ kg}$
2. pasir : $764,54 \times 0,00636 = 4,862 \text{ kg}$
3. kerikil : $1013,46 \times 0,00636 = 6,445 \text{ kg}$
4. air : $205 \times 0,00636 = 1,303 \text{ kg}$

Kebutuhan bahan untuk 1 silinder : fas 0.6

1. semen : $284,7 \times 0,00636 = 1,810 \text{ kg}$
2. pasir : $826,2 \times 0,00636 = 5,254 \text{ kg}$
3. kerikil : $1009,8 \times 0,00636 = 6,422 \text{ kg}$
4. air : $205 \times 0,00636 = 1,303 \text{ kg}$

Berikut komposisi campuran PET yang digunakan adalah :

Tabel 3.5 Komposisi campuran PET FAS 0,5

Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	PET (kg)	Air (kg)
0%	10,86	24,31	32,22	0	6,5
3%	10,86	23,58	32,22	0,729	6,5
6%	10,86	22,85	32,22	1,458	6,5
9%	10,86	22,12	32,22	2,18	6,5

Sumber : Data penelitian UMA 2018

Tabel 3.6 campuran limbah pecahan beton FAS 0,6

Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Limbah (kg)	Air (kg)
0%	9,05	26,27	32,11	0	6,5
3%	9,05	25,48	32,11	0,788	6,5
6%	9,05	24,69	32,11	1,576	6,5
9%	9,05	23,90	32,11	2,364	6,5

Sumber : Data penelitian UMA 2018

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Pengujian bahan – bahan beton dibuat kedalam tabel perencanaan mix desain K-

175 tabel 4.1 dan tabel 4.2

Tabel 4.1 Mix Desain K-175 Dengan FAS 0,5

No	Uraian	Tabel/grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang direncanakan	Ditetapkan	K 175
2	Devisiaistandar (S)	Diketahui	50 kg/cm ²
3	Nilai tambah/margin M		82 kg/cm ²
4	Kuat tekan rata-rata		257kg/cm ²
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe 1
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	pasir
7	Faktor air semen		0,5
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9	Slump	Ditetapkan	60 -180 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
11	Kadar air bebas	Tabel3	205 kg/cm ²
12	Kadar semen	11:8	341,6 kg/cm ²
13	Kadar semen maksimum	Diabaikan	
14	Kadar semen minimum	Ditetapkan	325 kg/cm ³
15	FAS yang disesuaikan		
16	Susunan besar butir agregat	Grafik 3 s/d 6	Gradasi zona 2
17	Persen agegat halus		43%
18	Berat jenis relatif agregat	Diketahui	2,6 gr/cm ³
19	Berat jenis beton	Grafik 3.3	2325 kg/cm ³
20	Kadar agregat gabungan	19-12-11	1778 kg/cm ³
21	Kadar agregat halus	17 x 20	764.54 kg/cm ³
22	Kadar agregat kasar	20-21	1013,46 kg/cm ³
23	Kadar agregat (PET)		0 %

sumber : Hasil penelitian UMA 2018

Tabel 4.2 Mix Desain K-175 Dengan FAS 0,6

No	Uraian	Tabel/grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang direncanakan	Ditetapkan	K 175
2	Deviasi standar (S)	Diketahui	50 kg/cm ²
3	Nilai tambah/margin M		82 kg/cm ²
4	Kuat tekan rata-rata		257kg/cm ²
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe 1
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	pasir
7	Faktor air semen		0,6
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,72
9	Slump	Ditetapkan	60 -180 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
11	Kadar air bebas	Tabel3	205 kg/cm ²
12	Kadar semen	11:8	284,7 kg/cm ²
13	Kadar semen maksimum	Diabaikan	
14	Kadar semen minimum	Ditetapkan	325 kg/cm ³
15	FAS yang disesuaikan		
16	Susunan besar butir agregat	Grafik 3 s/d 6	Gradasi zona 2
17	Persen aegat halus		45%
18	Berat jenis relatif agregat	Diketahui	2,6 gr/cm ³
19	Berat jenis beton	Grafik 3.3	2325 kg/cm ³
20	Kadar agregat gabungan	19-12-11	1836 kg/cm ³
21	Kadar agregat halus	17 x 20	826,2 kg/cm ³
22	Kadar agregat kasar	20-21	1009,8 kg/cm ³
23	Kadar agregat (PET)		0 %

sumber : Hasil penelitian UMA 2018

Penelitian dilakukan di laboratorium Beton Universitas Sumatra Utara dengan menggunakan alat kuat tekan dengan daya uji maksimal 2000 KN.

4.1 Hasil Penelitian Benda Uji

4.1.1 Hasil Perhitungan Berat Benda Uji

Hasil dari pembuatan dan perawatan benda uji silinder dengan ukuran 150mm x 300mm dengan berat benda uji sebagai berikut :

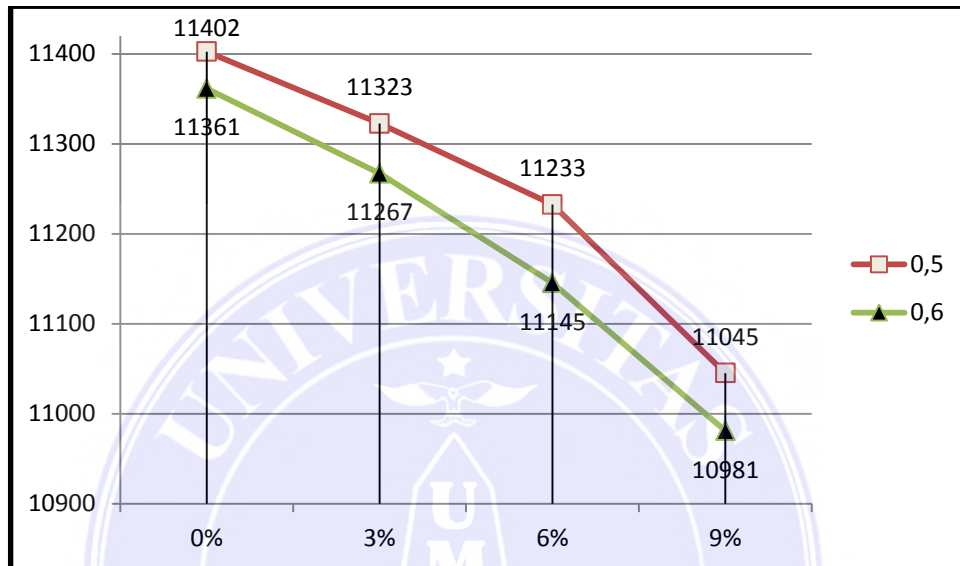
Tabel 4.3 Hasil Berat benda uji Silinder

FAS 0,5		
No Benda Uji	Variasi Benda Uji (%)	Berat Benda Uji (gr)
1	Normal (0%)	11448
2	Normal (0%)	11397
3	Normal (0%)	11455
4	Normal (0%)	11389
5	Normal (0%)	11323
1	Campuran PET (3%)	11360
2	Campuran PET (3%)	11308
3	Campuran PET (3%)	11315
4	Campuran PET (3%)	11327
5	Campuran PET (3%)	11303
1	Campuran PET (6%)	11166
2	Campuran PET (6%)	11254
3	Campuran PET (6%)	11247
4	Campuran PET (6%)	11245
5	Campuran PET (6%)	11251
1	Campuran PET (9%)	11102
2	Campuran PET (9%)	10986
3	Campuran PET (9%)	11017
4	Campuran PET (9%)	11039
5	Campuran PET (9%)	11082
FAS 0,6		
No Benda Uji	Variasi Benda Uji (%)	Berat Benda Uji (gr)
1	Normal (0%)	11313
2	Normal (0%)	11165
3	Normal (0%)	11379
4	Normal (0%)	11439
5	Normal (0%)	11511
1	Campuran PET (3%)	11371
2	Campuran PET (3%)	11283
3	Campuran PET (3%)	11307
4	Campuran PET (3%)	11129
5	Campuran PET (3%)	11245
1	Campuran PET (6%)	11275
2	Campuran PET (6%)	11218
3	Campuran PET (6%)	11045
4	Campuran PET (6%)	11011

Lanjutan Tabel 4.3

5	Campuran PET (6%)	11178
1	Campuran PET (9%)	10960
2	Campuran PET (9%)	10934
3	Campuran PET (9%)	11072
4	Campuran PET (9%)	10980
5	Campuran PET (9%)	10959

sumber : Hasil penelitian UMA 2018



Grafik 4.1 Berat benda uji silinder

Sumber : Hasil penelitian UMA 2018

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa penambahan serat PET cenderung mengurangi berat dari beton ringan. Pengurangan berat beton ringan yang paling maksimal terdapat pada kadar campuran PET 9% dari berat agregat halus. Secara lengkap terdapat dua hasil yaitu FAS 0,5 = 11045, gr, dan FAS 0,6 = 10981 gr . Dapat dilihat pada Grafik 4.1.

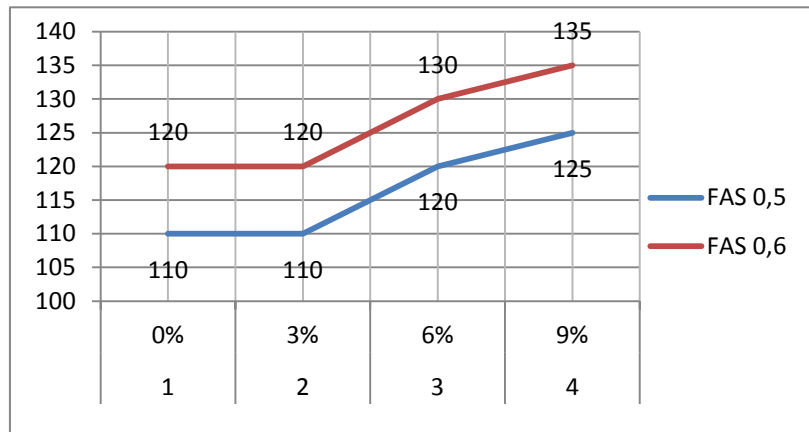
4.1.2 Hasil Pengukuran Slump Test Benda Uji Silinder

Pengukuran Slump Test benda uji silinder dilakukan saat pencampuran benda uji selesai dan sebelum dimasukkan kedalam cetakan benda uji. Slump Test yang ditargetkan adalah 60 – 180 mm . Hasil Pengukuran Slump test dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.4 Hasil Slump Test benda uji Silinder

FAS 0,5		
No Benda Uji	Variasi Benda Uji (%)	Slump Test (mm)
1	Normal (0%)	110
2	Normal (0%)	
3	Normal (0%)	
4	Normal (0%)	
5	Normal (0%)	
1	Campuran PET (3%)	110
2	Campuran PET (3%)	
3	Campuran PET (3%)	
4	Campuran PET (3%)	
5	Campuran PET (3%)	
1	Campuran PET (6%)	120
2	Campuran PET (6%)	
3	Campuran PET (6%)	
4	Campuran PET (6%)	
5	Campuran PET (6%)	
1	Campuran PET (9%)	125
2	Campuran PET (9%)	
3	Campuran PET (9%)	
4	Campuran PET (9%)	
5	Campuran PET (9%)	
FAS 0,6		
No Benda Uji	Variasi Benda Uji (%)	Slump Test (mm)
1	Normal (0%)	120
2	Normal (0%)	
3	Normal (0%)	
4	Normal (0%)	
5	Normal (0%)	
1	Campuran PET (3%)	120
2	Campuran PET (3%)	
3	Campuran PET (3%)	
4	Campuran PET (3%)	
5	Campuran PET (3%)	
1	Campuran PET (6%)	130
2	Campuran PET (6%)	
3	Campuran PET (6%)	
4	Campuran PET (6%)	
5	Campuran PET (6%)	
1	Campuran PET (9%)	135
2	Campuran PET (9%)	
3	Campuran PET (9%)	
4	Campuran PET (9%)	
5	Campuran PET (9%)	

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2018



Grafik 4.2 Slump Test benda uji silinder

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2018

Pengujian Slump menunjukkan workability pada beton ringan saat pencampuran. Dengan hasil pengujian tersebut terlihat bahwa Slump test tertinggi ada pada FAS 0,6 dengan campuran PET 9% , yaitu dengan ketinggian slump mencapai 135 mm atau 13 cm, dan 125 mm atau 12,5 cm pada FAS 0,5 dengan variasi campuran PET 9% pada beton ringan. Hasil tersebut dapat dilihat pada Grafik 4.2.

4.1.3 Hasil Perhitungan Absorpsi Benda Uji Silinder

Pengukuran Absorpsi benda uji silinder dilakukan setelah benda uji silinder direndam ke dalam bak perendaman selama 7 hari masa perendaman, untuk mengetahui absorpsi silinder digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\%$$

Dimana : m_k = massa sampel kering (gr)

M_j =massa sampel yang telah direndam di dalam air (gr)

Massa Kering (m_k) = 11448

Massa Basah (m_j) = 11554

$$= \frac{11554 - 11448}{11448} \times 100$$

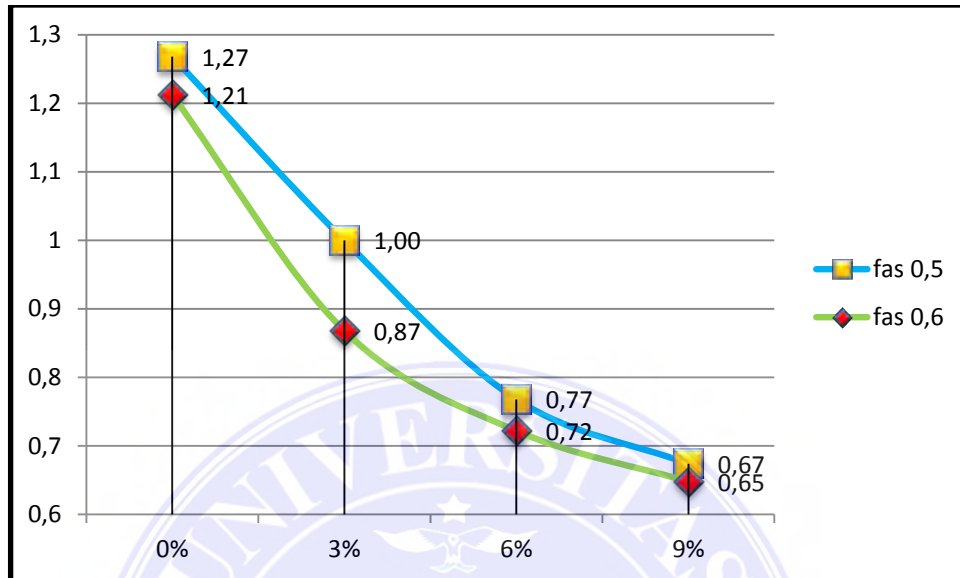
$$= 0,93 \%$$

Tabel 4.5 Hasil Absorpsi benda uji Silinder

FAS 0,5				
No Benda Uji	Variasi Benda Uji (%)	Berat Benda Uji kering (gr)	Berat Benda Uji basah (gr)	Absorpsi (%)
1	Normal (0%)	11448	11554	0,93
2	Normal (0%)	11397	11524	1,11
3	Normal (0%)	11455	11543	0,77
4	Normal (0%)	11389	11557	1,48
5	Normal (0%)	11323	11535	1,87
1	Campuran PET (3%)	11360	11446	0,76
2	Campuran PET (3%)	11308	11435	1,12
3	Campuran PET (3%)	11315	11453	1,22
4	Campuran PET (3%)	11327	11420	0,82
5	Campuran PET (3%)	11303	11448	1,28
1	Campuran PET (6%)	11166	11321	1,39
2	Campuran PET (6%)	11254	11310	0,50
3	Campuran PET (6%)	11247	11329	0,73
4	Campuran PET (6%)	11245	11301	0,50
5	Campuran PET (6%)	11251	11334	0,74
1	Campuran PET (9%)	11102	11106	0,04
2	Campuran PET (9%)	10986	11108	1,11
3	Campuran PET (9%)	11017	11097	0,73
4	Campuran PET (9%)	11039	11085	0,42
5	Campuran PET (9%)	11082	11102	0,18
FAS 0,6				
No Benda Uji	Variasi Benda Uji (%)	Berat Benda Uji Kering (gr)	Berat Benda Uji basah (gr)	Absorpsi
1	Normal (0%)	11313	11529	1,91
2	Normal (0%)	11165	11510	3,09
3	Normal (0%)	11379	11521	1,25
4	Normal (0%)	11439	11506	0,59
5	Normal (0%)	11511	11515	0,03
1	Campuran PET (3%)	11371	11410	0,34
2	Campuran PET (3%)	11283	11398	1,02
3	Campuran PET (3%)	11307	11387	0,71
4	Campuran PET (3%)	11129	11387	2,32
5	Campuran PET (3%)	11245	11401	1,39
1	Campuran PET (6%)	11275	11282	0,06
2	Campuran PET (6%)	11218	11264	0,41
3	Campuran PET (6%)	11045	11298	2,29
4	Campuran PET (6%)	11011	11256	2,23
5	Campuran PET (6%)	11178	11280	0,91
1	Campuran PET (9%)	10960	11101	1,29
2	Campuran PET (9%)	10934	11086	1,39
3	Campuran PET (9%)	11072	11081	0,08

Lanjutan Tabel 4.5				
4	Campuran PET (9%)	10980	11070	0,82
5	Campuran PET (9%)	10959	11095	1,24

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2018



Grafik 4.3 Absorpsi benda Uji silinder

Sumber : Hasil penelitian UMA 2018

Absorpsi beton menurut 03-0349-1989, penyerapan air maksimum adalah 10%. Rata-rata absorpsi tertinggi benda uji FAS 0,5 = 1,268 % dan FAS 0,6 = 1,212 % , maka Absorpsi benda uji silinder memenuhi persyaratan. Hasil Absorpsi dapat dilihat pada Grafik 4.3 .

4.1.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder

Pengujian Benda Uji silinder dengan CTM (*Compression Testing Machine*) menghasilkan beban persatuan luas penampang yang menyebabkan benda uji hancur jika dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin. Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dapat digunakan rumus berikut :

$$f^c = \frac{P}{A}$$

Dimana : f^c : Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji (MPa)

P : Beban maksimum (N)

A : Luas penampang benda uji (mm^2)

Hasil Uji tes kuat tekan benda uji silinder dengan menggunakan alat kuat tekan dapat dilihat pada tabel berikut :

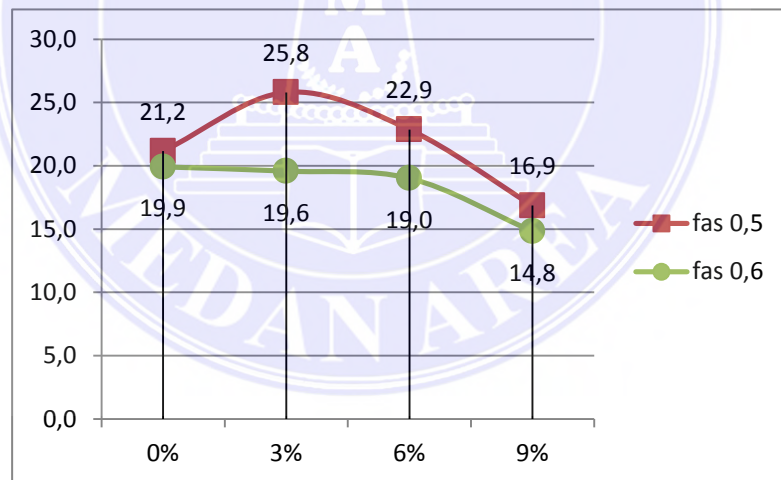
Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji silinder

FAS 0,5			
No Benda Uji	Variasi Benda Uji (%)	Beban Maksimum (KN)	Beban Maksimum (Mpa)
1	Normal (0%)	380	21,5
2	Normal (0%)	380	21,5
3	Normal (0%)	360	20,37
4	Normal (0%)	370	20,93
5	Normal (0%)	380	21,5
1	Campuran PET (3%)	450	25,46
2	Campuran PET (3%)	470	26,59
3	Campuran PET (3%)	450	25,46
4	Campuran PET (3%)	460	26,03
5	Campuran PET (3%)	450	25,46
1	Campuran PET (6%)	380	21,5
2	Campuran PET (6%)	440	24,89
3	Campuran PET (6%)	390	22,06
4	Campuran PET (6%)	400	22,63
5	Campuran PET (6%)	410	23,20
1	Campuran PET (9%)	300	16,97
2	Campuran PET (9%)	280	15,84
3	Campuran PET (9%)	310	17,52
4	Campuran PET (9%)	290	16,41
5	Campuran PET (9%)	310	17,52
FAS 0,6			
No Benda Uji	Variasi Benda Uji (%)	Beban Maksimum (KN)	Beban Maksimum (Mpa)

Lanjutan Tabel 4.6

1	Normal (0%)	350	19,80
2	Normal (0%)	360	20,37
3	Normal (0%)	350	19,80
4	Normal (0%)	350	19,80
5	Normal (0%)	350	19,80
1	Campuran PET (3%)	340	20,37
2	Campuran PET (3%)	330	18,10
3	Campuran PET (3%)	340	19,24
4	Campuran PET (3%)	340	19,80
5	Campuran PET (3%)	330	20,37
1	Campuran PET (6%)	360	19,24
2	Campuran PET (6%)	320	18,67
3	Campuran PET (6%)	340	19,24
4	Campuran PET (6%)	350	19,24
5	Campuran PET (6%)	360	18,67
1	Campuran PET (9%)	280	15,84
2	Campuran PET (9%)	260	14,71
3	Campuran PET (9%)	260	14,71
4	Campuran PET (9%)	250	14,14
5	Campuran PET (9%)	260	14,71

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2018



Grafik 4.4 Kuat tekan benda uji silinder

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2018

Hasil dari Grafik 4.4 menunjukkan kuat tekan benda uji silinder yang paling optimum pada variasi benda uji PET 3% pada FAS 0,5 dan variasi benda uji PET 0% pada FAS 0.6. yaitu 25 Mpa dan 19,9 Mpa.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Slump Test

Hasil perhitungan mix desain menunjukkan perbedaan campuran antara mix desain dengan faktor air semen 0,5 dan faktor air semen 0,6, terdapat pada jumlah air yang digunakan pada campuran mortar. Hal ini mengakibatkan campuran beton dengan faktor air semen 0,6 lebih encer dari pada campuran beton yang menggunakan faktor air semen 0,5. Dapat terlihat pada hasil slump test tabel 4.4 yang menunjukkan ketinggian slump test campuran beton dengan faktor air semen 0,6 berkurang sebanyak 8% dari hasil slump tes dengan faktor air semen 0,5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa beton yang memiliki faktor air semen yang tinggi maka akan berpengaruh terhadap jumlah semen dan air dalam kandungan mortar. Campuran mortar terlihat lebih encer dan mengandung banyak air saat dimasukan ke dalam cetakan benda uji. Berbeda dengan mortar yang memiliki faktor air semen 0,5 hasil campuran mortar yang dimasukan kedalam cetakan silinder lebih sedikit mengandung air pada bagian atas cetakan.

4.2.2 Absorpsi Benda Uji

Dari hasil absorpsi benda uji silinder menunjukkan bahwa penambahan PET dengan variasi yang lebih tinggi yaitu 9% mempengaruhi absorpsi air pada benda uji silinder sebanyak 51% dari absorpsi beton normal. Dan juga adanya perbedaan faktor air semen menambah pengaruh absorpsi air pada benda uji silinder. Absorpsi air pada benda uji silinder dipengaruhi faktor penggunaan PET yang besar yaitu pada variasi 9% , artinya semakin banyak PET yang digunakan maka semakin kecil pula absorpsi air yang terdapat pada benda uji silinder karena

pada PET itu sendiri tidak menyerap air terlalu banyak, hal tersebut dapat dianalisa pada hasil Absorpsi PET yang lebih kecil dari pada hasil absorpsi agregat halus pasir. Hal ini juga berpengaruh pada FAS yang terlalu tinggi. FAS yang terlalu tinggi mengakibatkan komposisi semen yang berkurang dan kadar air yang meningkat mengakibatkan kondisi mortar yang terlalu encer, sehingga pori-pori dan butiran-butiran agregat lebih tersebar merata, yang menyebabkan rongga-rongga pada beton berkurang. Rongga pada beton sendiri berfungsi sebagai jalan masuk air untuk mengisi ruang pada beton. Hasil pengukuran absorpsi air diketahui pada saat benda uji setelah 24 jam dari awal waktu setelah pemasukan mortar ke dalam cetakan, kemudian benda uji yang telah mengering 24 jam tersebut masing – masing di timbang dengan menggunakan timbangan digital. kemudian di timbang kembali setelah masuk ke dalam masa perendaman/perawatan benda uji silinder ke dalam kolam air dalam waktu 7 hari. Kemudian langsung ditimbang pada saat dikeluarkan dalam kolam, hal ini berguna untuk mengetahui absorpsi benda uji secara baik.

4.2.3 Berat Benda Uji

Hasil variasi dan FAS juga berpengaruh pada berat benda uji silinder, hal ini diketahui pada saat menimbang benda uji setelah 28 hari. Hal ini dilakukan agar benda uji benar-benar kering dan bebas dari air di dalam benda uji. Hasil berat benda uji silinder dapat dilihat pada tabel 4.3. Hasil pada tabel 4.3 menunjukkan berat benda uji yang paling tinggi terdapat pada variasi PET 3% yaitu 11296 gr. Dimana berat tersebut tidak terlalu berbeda dengan berat beton normal tanpa tambahan PET 0% yaitu 11263 gr. Hal ini menunjukkan PET tidak menambah

berat beton yang berbeda jauh dari hasil awal. Dalam penelitian ini ditemukan penambahan PET yang terlihat paling jauh perbedaannya terdapat pada PET 9% dimana terjadi penurunan yang cukup jauh dari hasil beton normalnya. Yaitu mencapai 10824 gr. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh penambahan PET yang semakin banyak akan menurunkan berat beton itu sendiri. Karena sifat dari PET tersebut ringan memungkinkan benda uji tersebut juga ikut ringan dengan PET didalamnya. Karena campuran PET sebagai pengganti pasir, kemungkinan faktor penggantian pasir dan PET memungkinkan juga terjadinya penurunan berat pada beton tersebut.

4.2.4 Kuat tekan

Perbedaan variasi dan Faktor air semen menunjukkan hasil uji kuat tekan pada benda uji silinder dengan perbedaan yang berbeda jauh. Seperti yang terlihat pada tabel 4.6 dan grafik 4.6, hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi campuran PET 3% dengan faktor air semen 0,5 sebesar 25 Mpa. Sedangkan untuk benda uji silinder dengan faktor air semen 0,6 hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi campuran PET 0% sebesar 19,9 Mpa. Hal ini menunjukkan penambahan PET yang tepat maka akan menambah kuat tekan beton tersebut. Namun jika PET terlalu banyak maka akan menurunkan kuat tekan beton itu juga, hal ini juga berlaku pada penambahan air semen, atau faktor air semen yang tinggi yaitu 0,6 menunjukkan pengurangan kuat tekan pada beton ringan. Hal ini dapat terjadi karena kadar air semen yang berfungsi sebagai pengikat molekul beton berkurang. Terlihat pengurangan kuat tekan beton pada penambahan faktor air semen 0,6 berbeda dengan 0,5 terjadi penurunan sekitar 5,8%. Hal ini menunjukkan bahwa faktor air semen yang tinggi, dan penambahan PET yang

berlebih dapat menurunkan kekuatan beton tersebut. Faktor lainnya yang memungkinkan kenapa grafik terlihat naik turun adalah kemungkinan kesalahan pada mesin penguji kuat tekan beton ini diketahui dari perbedaan hasil pembacaan pada meteran kiri dan kanan yang tidak sama, juga kemungkinan terbesar juga adalah *human error* (kesalahan manusia) pada saat pengujian dilakukan, seperti kesalahan saat membaca hasil mesin atau pengoperasian alat yang kondisinya alat tersebut harus dioperasikan secara manual.

Dari hasil data pada tabel 4.6 juga diperoleh hasil yang sangat berbeda pada FAS 0,5 dan 0,6 untuk variasi PET 3% dimana perbedaan hasil tersebut mencapai 26 % dimana angka tersebut sangat tinggi. Dan terlihat bahwa hasil yang berbeda ketika FAS 0,5 menggunakan 3% PET malah akan menaikkan kuat tekan, sedangkan pada Fas 0,6 kuat tekan bertambah pada variasi PET 0%. Dapat diasumsikan bahwa semakin tinggi faktor air semen maka semakin banyak pula PET yang dibutuhkan untuk meningkatkan kuat tekan beton, walaupun tetap kuat tekan beton terbaik ada pada FAS 0,5.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan pada benda uji beton ringan silinder . Maka didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Hasil berat silinder beton yang paling ringan terdapat pada kadar campuran PET 9% dari berat agregat halus. Secara lengkap terdapat dua hasil yaitu FAS 0,5 = 11041,40 gr, dan FAS 0,6 = 10824,4 gr. Maka dapat dikatakan Agregat halus PET mengurangi berat beton itu sendiri.
2. Hasil pengujian Slump test pada benda uji menunjukkan bahwa Slump test tertinggi ada pada FAS 0,6 dengan campuran PET 9% , yaitu dengan ketinggian slump mencapai 135 mm atau 13 cm, dan 125 mm atau 12,5 cm pada FAS 0,5 dengan variasi campuran PET 9% pada beton . Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan Faktor air semen pada beton tersebut dapat menambah jumlah air atau mortar memiliki kelecekan yang tinggi (encer).
3. Hasil absorpsi benda uji silinder menunjukkan Rata-rata absorpsi benda uji tertinggi FAS 0,5 = 1,268 % dan FAS 0,6 = 1,212 % , sedangkan menurut persyaratan absorpsi maksimal adalah 10% , maka Absorpsi benda uji silinder memenuhi persyaratan.
4. Nilai kuat tekan beton ringan dengan campuran PET sebagai pengganti agregat halus menunjukkan kuat tekan benda uji silinder yang paling optimum pada variasi benda uji PET 3% pada FAS 0,5 dan variasi benda uji PET 0% pada FAS 0.6. yaitu 25 Mpa dan 19,9 Mpa. Dapat

disimpulkan bahwa pengaruh penambahan PET cenderung menambah kuat tekan beton dan pengaruh Penambahan FAS cenderung mengurangi nilai kuat tekan beton tersebut.

5.2 SARAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan ,Adapun saran yang dapat disampaikan untuk penelitian ini dan penelitian selanjutnya adalah. Dalam pembuatan mix desain hasil dari pencampuran dilakukan dengan lebih teliti agar campuran pada mortar dapat lebih merata. Untuk penggunaan kerikil atau batu pecah hendaknya dikurangi atau digantikan dengan bahan yang lebih ringan , karena berpengaruh pada berat jenis beton tersebut. Bahan PET atau serat plastik yang digunakan hendaknya menggunakan biji plastik dari pabrikan atau pengerjaan dengan mesin khusus penghancur plastik agar ukuran agregat dan berat masing – masing agregat dapat disamakan untuk mempermudah pengerjaan. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya dapat menggunakan jumlah variasi yang lebih banyak atau sama namun tanpa menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar. limbs plastik yang digunakan dapat divariasikan untuk mengganti faktor air semen agar dapat terlihat hasil bahan plastik yang terbaik .

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Frasma Sibuea, Johannes Tarigan 2013 : “*Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Eco Plafie (Economic Plastic Fiber) Paving Block Yang Berkonsep Ramah Lingkungan Dengan Uji Tekan, Uji Kejut Dan Serapan Air*”, (Jurnal) Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara
- Bagus Soebandono, 2013 : “*Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE*”, (Jurnal) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Dhiyando Giovanni Alfiandi 2016 : “*Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik PET Sebagai Agregat Kasar Pada Beton Ringan Struktural*”, (Tugas akhir) Universitas Universitas Sumatera Utara
- Erwin Romel, 2013 : “*Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik*”, (Jurnal) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Muhammad Farsyah, Srikirana 2017 : “*Penggunaan Variasi Ph Air (Asam) Pada Kuat Tekan Beton Normal $F'c$ 25 Mpa*”, (Jurnal) Program Studi Teknik Sipil, Universitas IBA Palembang.
- Mulyono. Tri. 2007, “ *Teknologi Beton.*”, Penerbit Andi offset , Jakarta.
- Purnawan Gunawan, Wibowo, Nurmantian Suryawan. 2014, “*Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas*”, Fakultas Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Saputra, T. Hakiki. 2015, “*Analisa Penggunaan Batu Apung Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Pembentuk Beton Ringan Struktural*”, (Jurnal) Fakultas Teknik universitas Medan Area Medan
- SK SNI 7656:2012: “*Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa*”.pdf
<https://www.scribd.com/doc/50677554/SNI-03-2834-1993>
- SNI Standar Nasional Indonesia : SNI 2847:2013: “*Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung* “
<http://staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-2847-2013.pdf>
- Tjokrodinuljo. Kardiyono. 2009, “ *Teknologi Beton.*”, Penerbit Biro Penerbit KMTS FT UGM , yogyakarta

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

TABEL ANALISA AYAKAN

Tabel Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus

Diameter ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan				Kumulatif tertahan (%)	Kumulatif lolos (%)
	Sampel I (gr)	Sampel II (gr)	Berat total	Berat tertahan (%)		
9,5	0	0	0	0	0	100
4,75	44	53	97	4,85	4,85	95,15
2,36	72	83	155	7,75	12,60	87,40
1,18	124	134	258	12,90	25,50	74,50
0,6	283	280	563	28,15	53,65	46,35
0,3	317	303	620	31	84,65	15,35
0,15	112	107	219	10,95	95,60	4,40
Pan	48	40	88	4,40	100	0
Total	1000	1000	2000	100		

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil Pemeriksaan berat jenis pasir

		Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	1250	1250	1250
Berat agregat dalam air	(C)	766	768	767
Berat kering oven	(A)	1228	1226	1227
Berat jenis kering	$= \frac{A}{(B - C)}$	2,54	2,54	2,54
Berat jenis SSD	$= \frac{B}{(B - C)}$	2,58	2,59	2,59
Berat jenis semu	$= \frac{A}{(A - C)}$	2,66	2,66	2,66
Absorpsi %	$= \frac{(B - A) \times 100}{A}$	1,79	1,96	1,87

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil Pemeriksaan berat isi pasir

		Agregat halus	
		Cara longgar (gr)	Cara merojok (gr)
Berat mould	W1	3,345	3,345
Berat mould + benda uji	W2	6,630	7,800
Berat benda	W3=w2-w1	3,285	4,455
Berat mould + air	W4	7,290	7,290
Berat air/volume mould	V=w4-w1	3,945	3,945
Berat isi agregat	W3/V (kg/Lt)	1,232	1,329

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil Pemeriksaan kadar lumpur pasir

		Berat contoh (gram)	
		Sample I	Sample II
Berat benda uji mula-mula (Sebelum dicuci)	(A)	500	500
Berat benda uji tertahan saringan no. 200 (setelah dicuci)	(B)	488	486
Kadar lumpur	$\frac{A - B}{A} \times 100\%$	2,4	2,8
Kadar lumpur rata-rata (%)			2,6

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil pemeriksaan berat isi PET

		Agregat halus	
		Cara longgar (gr)	Cara merojok (gr)
Berat mould	W1	5100	5100
Berat mould + benda uji	W2	12320	11596
Berat benda	W3=w2-w1	7220	6496
Berat mould + air	W4	13360	13360
Berat air/volume mould	V=w4-w1	8270	8270
Berat isi agregat	W3/V (kg/Lt)	873	821

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus PET

Diameter ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan					
	Sampel I (gr)	Sampel II (gr)	Berat total	Berat tertahan (%)	Kumulatif tertahan (%)	
9,5	0	0	0	0	0	
4,75	0	0	0	0	0	
2,36	64	72	136	6,8	6,8	
1,18	169	231	400	20	26,8	
0,6	256	278	534	26,7	53,5	
0,3	253	203	456	22,8	76,3	
0,15	211	162	373	18,65	94,95	
Pan	47	54	101	5,05	100	
Total	1000	1000	2000	100	258,35	Fm = 2,58

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil pemeriksaan berat jenis pasir PET

		Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	1250	1250	1250
Berat agregat dalam air	(C)	340	346	343
Berat kering oven	(A)	1232	1236	1234
Berat jenis kering	$= \frac{A}{(B - C)}$	1,35	1,36	1,35
Berat jenis SSD	$= \frac{B}{(B - C)}$	1,37	1,38	1,37
Berat jenis semu	$= \frac{A}{(A - C)}$	1,38	1,38	1,38
Absorpsi %	$= \frac{(B - A) \times 100}{A}$	1,46	1,13	1,29

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar

		Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	1000	1000	1000
Berat agregat dalam air	(C)	621	639	668
Berat kering oven	(A)	980	986	995
Berat jenis kering	$= \frac{A}{(B - C)}$	2,58	2,73	2,65
Berat jenis SSD	$= \frac{B}{(B - C)}$	2,63	2,77	2,70
Berat jenis semu	$= \frac{A}{(A - C)}$	2,72	2,86	2,79
Absorpsi %	$= \frac{(B - A) \times 100}{A}$	2,04	1,41	1,72

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

		Berat contoh (gram)	
		Sample I	Sample II
Berat benda uji mula-mula (Sebelum dicuci)	(A)	1000	1000
Berat benda uji tertahan saringan no. 200 (setelah dicuci)	(B)	995	997
Kadar lumpur	$\frac{A - B}{A} \times 100\%$	5	7
Kadar lumpur rata-rata (%)			6

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil pemeriksaan Ayakan Agregat Kasar

Ukuran lubang ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan				Komulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Barat total (gr)	%	Tertahan %	Lolos %
38,1	0	0	0	0	0	100,00
19,1	1123	1118	2241	56	56	70,7
9,52	610	598	1208	30,2	86,2	14,475
4,76	232	221	453	11,32	97,52	1,725
2,36	0	0	0	0	98,275	1,725
1,19	0	0	0	0	98,275	1,725
0,60	0	0	0	0	98,275	1,725
0,30	0	0	0	0	98,275	1,725
0,15	0	0	0	0	98,275	1,725
PAN	35	63	98	2,45	100	0,00
Total	2000	2000	4000	100	727,32	FM =7,27

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

Tabel Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar

	Agregat Kasar	
	Cara longgar (gr)	Cara merojok (gr)
Berat mould	W1	5100
Berat mould + benda uji	W2	20,41
Berat benda	$W3=w2-w1$	13,06
Berat mould + air	W4	14,869
Berat air/volume mould	$V=w4-w1$	7,519
Berat isi agregat	$W3/V$ (kg/Lt)	1,737

Sumber : Hasil Penelitian UMA 2019

LAMPIRAN 2

FOTO DOKUMENTASI



Gambar 1. Plastik Jenis PET



Gambar 2. Pembersihan PET



Gambar 3. Pelehan PET



Gambar 4. Pendinginan PET



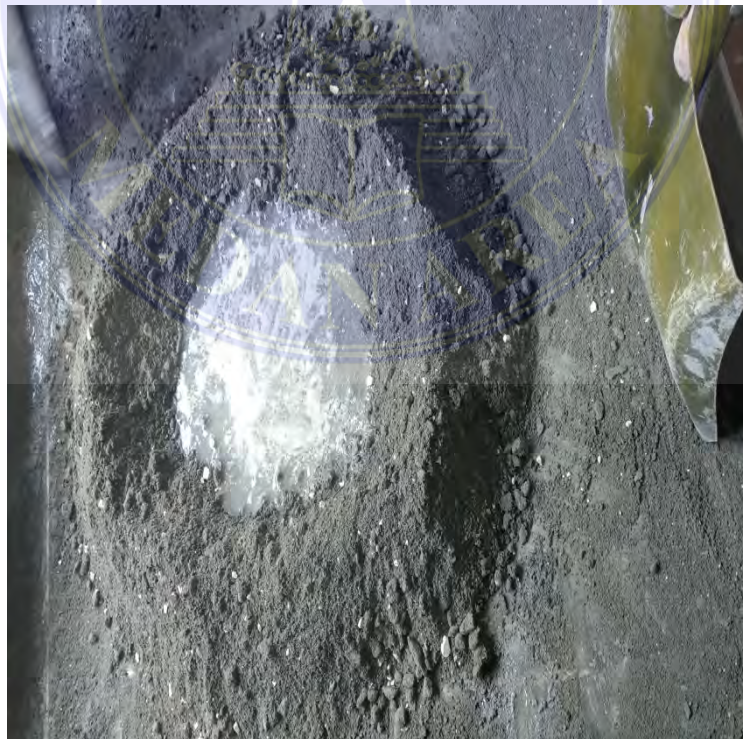
Gambar 5. PET yang sudah dibentuk



Gambar 6. Peleburan PET



Gambar 7. PET yang sudah dihancurkan



Gambar 8. Pencampuran Mortar



Gambar 9. Pengukuran Slump



Gambar 10. Persiapan Cetakan



Gambar 11. Perendaman Benda Uji



Gambar 12. Penimbangan Benda Uji



Gambar 13. Proses Uji Kuat Tekan



Gambar 14. Benda Uji yang Sudah Diuji

LABORATORIUM BETON
 FAKULTAS TEKNIK USJ
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 MEDAN

PEMOHON PENGUJIAN
 PROYEK
 LOKASI

LAPORAN PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON

No :

Lembar Ke

Jenis Benda Uji

Diperiksa :

Asisten :

Jumlah Benda Uji

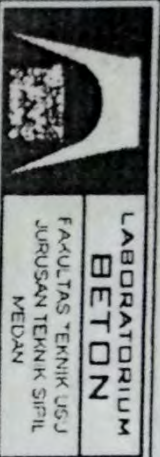
No	Nomor Benda Uji	UKURAN BENDA UJI (cm)			F A S (cm)	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL uji	UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN (kN)	BENTANG PERLETAKAN TUMPUAN L (cm)	KUAT LENTUR BENDA UJI σ (kg/cm ²)	B (cm)
		a	b	h										

1	Normal 0%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	114,40	3000		
2	Normal 0%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	113,97	3000		
3	Normal 0%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	114,55	3000		
4	Normal 0%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	113,09	3000		
5	Normal 0%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	113,23	3000		
1	Campuran 3%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	113,60	4500		
2	Campuran 3%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	113,08	4200		
3	Campuran 3%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	113,15	4000		
4	Campuran 3%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	113,27	4600		
5	Campuran 3%	0,5	110		0,5	110	PET	2 Mdy	30 Mdy	28	113,03	4500		

Disaksikan oleh :

LABORATORIUM BETON FT. USU
 ASISTEN

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



LABORATORIUM BETON
 FAKULTAS TEKNIK USJ
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 MEDAN

LAPORAN PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON

No.:

PEMOHON PENGUJIAN

PROYEK

LOKASI

Jenis Benda Uji

Jumlah Benda Uji

DIPERIKSA:

Asisten:

1. 2. 3.

No	Nomor Benda Uji	UKURAN BENDA UJI (cm)			FAS (cm)	SILUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UKUR BETON (mm)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN (kN)	BENTANG PERLETAKAN TUMPUAN L (cm)	KUAT LENTUR BENDA UJI, σ (kg/cm ²)	a (cm)
		l	b	h				cekap	uji						
1	Campuran 6%				0,5	120	PET	02 Nov	30 Nov	20	11,66	300			
2	Campuran 6%				0,5	120	Plastik	2 Nov	30 Nov	20	11,54	440			
3	Campuran 6%				0,5	120	PET	2 Nov	30 Nov	20	11,247	390			
4	Campuran 6%				0,5	120	PET	2 Nov	30 Nov	20	11,245	400			
5	Campuran 6%				0,5	120	PET	2 Nov	30 Nov	20	11,251	410			
1	Campuran 9%				0,5	125	PET	2 Nov	30 Nov	20	10,986	300			
2	Campuran 9%				0,5	125	Plastik	2 Nov	30 Nov	20	11,017	200			
3	Campuran 9%				0,5	125	PET	2 Nov	30 Nov	20	11,039	310			
4	Campuran 9%				0,5	125	PET	2 Nov	30 Nov	20	11,002	290			
5	Campuran 9%				0,5	125	PET	2 Nov	30 Nov	20	11,102	310			

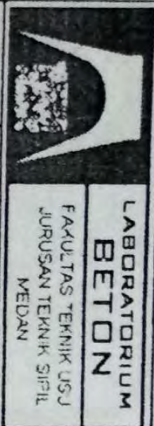
Disaksikan oleh:

LABORATORIUM BETON FT. USU

ASISTEN

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

(Handwritten signature: Fira Fadli)



LABORATORIUM BETON
FAKULTAS TEKNIK USU
JURUSAN TEKNIK SIPIL
MEDAN

LAPORAN PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON

No.:

Lembar Ke

PEMOHON PENGUJIAN
PROYEK
LOKASI

Jenis Benda Uji

DIPERIKSA :
Asisten :

Jumlah Benda Uji

- 1.
- 2.
- 3.

No	Nomor Benda Uji	UKURAN BENDA UJI (cm)			F A S	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN (kN)	BENTANG PERLETAKAN TUMPUHAN L (cm)	KUAT LENTUR BENDA UJI, σ (kg/cm ²)	a (cm)
		1	b	h				cetak	uji						
1	Normal	0%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11313	350			
2	Normal	0%			0,6	120	PAT	2 Nov	30 Nov	28	11165	360			
3	Normal	0%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11329	350			
4	Normal	0%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11439	350			
5	Normal	0%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11311	350			
1	Amprour	3%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11371	340			
2	Amprour	3%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11203	320			
3	Amprour	3%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11307	340			
4	Amprour	3%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11129	340			
5	Amprour	3%			0,6	120	PET	2 Nov	30 Nov	28	11245	330			

Disaksikan oleh :

LABORATORIUM BETON FT - USU
ASISYEN

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



LAPORAN PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON

No.:

Lembar Ke

PEMOHON PENGUJIAN
PROYEK
LOKASI

Jenis Benda Uji

Jumlah Benda Uji

DIPERIKSA :

1.

2.

3.

Asisten :

No	Nomor Benda Uji	UKURAN BENDA UJI (cm)			FAS (cm)	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN (kN)	BENTANG PERLETAKAN TUMPUAN L (cm)	KUAT LENTUR BENDA UJI, σ (kg/cm ²)	a (cm)
		l	b	h				cetak	uji						
1	Campuran 6% 6%				66	135	Pelitik	2 Nov	30 Nov	28	11275	360			
2	Campuran 6% 6%				0,6	130	PET	2 Nov	30 Nov	28	11218	320			
3	Campuran 6% 6%				0,6	130	PET	2 Nov	30 Nov	28	11045	340			
4	Campuran 6% 6%				0,6	130	PET	2 Nov	30 Nov	28	11011	350			
5	Campuran 6% 6%				6,4	130	PET	2 Nov	30 Nov	28	11178	360			
1	Campuran 9% 9%				0,6	135	Pelitik	2 Nov	30 Nov	28	10960	200			
2	Campuran 9% 9%				0,6	135	PET	2 Nov	30 Nov	28	10934	240			
3	Campuran 9% 9%				0,6	135	PET	2 Nov	30 Nov	28	11072	260			
4	Campuran 9% 9%				0,6	135	PET	2 Nov	30 Nov	28	10900	250			
5	Campuran 9% 9%				0,6	135	PET	2 Nov	30 Nov	28	10959	260			

Disaksikan oleh :

LABORATORIUM BETON FT. USU
ASISTEN

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