

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH KIMIA
(ACCELERATOR ADMIXTURE) PADA PEMBUATAN BETON RINGAN
MEMAKAI LIMBAH PLASTIK PET**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

DEO KASWORO
1107210220



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2016

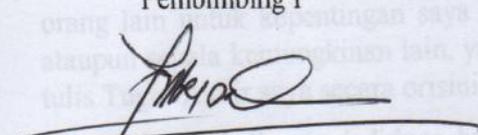
LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN KIMIA (ACCELERATOR AADMIXTURE)
PADA PEMBUATAN BETON RINGAN MEMAKAI BAHAN PLASTIK PET
(Studi Penelitian)

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Sipil

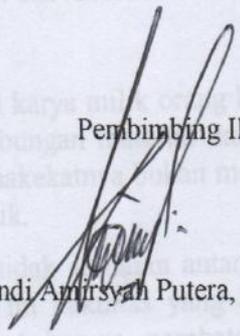
DEO KOWORO
1107210220

Pembimbing I

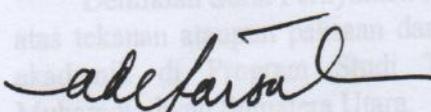

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc

Disetujui

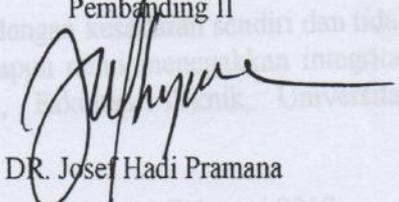
Pembimbing II


Tondi Amirsyah Putera, ST., MT

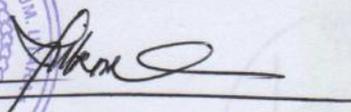
Pembanding I


Dr. Ade Faisal, ST., M.Sc

Pembanding II


DR. Josef Hadi Pramana

Diketahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Lengkap : DeoKasworo
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 06April 1993
NPM : 1107210220
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil,

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH KIMIA (*ACCELERATOR ADMIXTURE*) PADA PEMBUATAN BETON RINGAN MEMAKAI LIMBAH PLASTIK PET”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 Februari 2019
Saya yang menyatakan,



DeoKasworo

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH KIMIA (ACCELERATOR ADMIXTURE) PADA PEMBUATAN BATA BETON RINGAN MEMAKAI LIMBAH PLASTIK PET

DeoKasworo

1107210220

Dr.FahrizalZulkarnain, S.T., M.T.SC

Tondiamirsyah P, S.T., M.T

Penggunaan barang dengan bahan dasar plastik sudah tidak asing lagi bagi kebanyakan orang. Baik untuk alat rumah tangga, alat elektronik bahkan mengemas bahan makanan dan minuman. Tujuan dalam penelitian ini, limbah PET digunakan sebagai pengganti bahan agregat campuran beton ringan. Plastik PET harus diproses terlebih dahulu dengan cara dilelehkan dan di bentuk seperti bongkahan batu pecah. Penggunaan plastik PET sebagai agregat dipakai seluruhnya sebagai pengganti agregat kasar pada beton ringan. Berdasarkan syaratberat isi, seluruh sampel dapat di katagorikan sebagai beton ringan struktural karena berat isi berada pada rentang 1400-1800 kg/m³, tetapi untuk kuat tekan sampel tidak dapat dikatagorikan sebagai beton ringan struktural karna tidak memenuhi persyaratan kuat tekan minimum 17 Mpa. Beton ringan ini dibuat dengan 3 macam modulus kehalusan (FM) dimana, nilai kuat tekan dan kuat tarik maksimum didapat pada nilai FM 7,08 sebesar 12,56 MPa dan 4,84. Dari penelitian ini dapat dikatakan bahwa variasi gradasi dapat mempengaruhi kekuatan dari beton dan penggunaan plastik PET didalam pembuatan beton ringan masih dapat dilakukan tetapi belum dapat digunakan sebagai beton ringan struktural.

Kata kunci: Beton, LimbahPlastik, accelerator, kuatTekan, KuatTarik

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF CHEMICAL ADDITIONAL MATERIAL (ACCELERATOR ADMIXTURE) IN THE MAKING OF LIGHT CONCRETE BRICKS WITH PET PLASTIC WASTE

DeoKasworo

1107210220

Dr.FahrizalZulkarnain, S.T., M.T.SC

Tondiamirsyah P, S.T., M.T

The use of goods with plastic base material is already familiar to most people. For household appliances, electronic devices even pack food and beverage ingredients. The purpose of this research is that PET waste is used as a substitute for the aggregate material of lightweight concrete mixture. PET plastic must be processed first by melting it and in the form of broken chunks. The use of PET plastic as an aggregate is used entirely as a substitute for coarse aggregates in lightweight concrete. Based on the weight requirements, all samples can be categorized as structural lightweight concrete because the weight is in the range of 1400-1800 kg / m³, but for compressive strength the sample cannot be categorized as structural lightweight concrete because it does not meet the minimum compressive strength of 17 Mpa. This lightweight concrete is made with 3 kinds of fineness modulus (FM) where, the value of compressive strength and maximum tensile strength is obtained at FM value 7.08 of 12.56 MPa and 4.84. From this study it can be said that the gradation variation can affect the strength of concrete and the use of PET plastic in the manufacture of lightweight concrete can still be done but it cannot be used as a structural lightweight concrete.

Keyword: concrete, plastic waste, accelerator, concretecompressive strength, concrete tensile strength

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikumWr.Wb

Alhamdulillahahirabil'almin, segala puji atas Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai mana diharapkan.

Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah “PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN KIMIA (*ACCELERATOR*) PADA PEMBUATAN BATA BETON RINGAN MEMAKAI BAHAN LIMBAH PLASTIK PET” yang di selesaikan selama kurang lebih 6 bulan. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang kesarjanaan Strata 1 pada program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama menyelesaikan Tuga ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penuli smenyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing – I dalam penulisan tugas akhir ini, dan juga member bayak motivasi dan masukan kepada penulis.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera, ST., MT selaku dosen pembimbing – II dalam penulisan tugas akhir ini yang juga banyak member masukan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ade Faisal, ST , MSc selaku ketua program studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Irma Dewi, ST., M.Si selaku sekretaris program studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Ellyza chairina, M.si selaku pemimpin laboratorium UMSU yang telah banyak membantu penulis dalam mengumpulkan data tugas akhir ini.
6. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc., selaku dekan Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Bapak dan Ibu staf pengajar program studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristmewa sekali kepada Ayahhanda tercinta Kasirun dan Ibunda tercinta S.W. Kavita Wati Nst, yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.
9. Dan teman-teman yang telah membantu penulis dalam membuat isi Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan waktu serta kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bias memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman Teknik Sipil khususnya. Amin.

Wasalamu'alaikum Wr.Wb

Medan, 19 Februari 2019

Penulis



DeoKasworo

110721022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR NOTASI	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. LatarBelakang	1
1.2. RumusanMasalah	2
1.3. BatasanMasalah	2
1.4. TujuanPenelitian	2
1.5. ManfaatPenelitian	3
1.6. Metode penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Beton	5
2.2. Umur Beton	7
2.3. Bahan Penyusun Beton	7
2.3.1. Agregat	7
2.3.1.1. Agregat Halus	8
2.3.1.2. Agregat Kasar	8
2.3.2. Semen	9
2.3.2.1. Fungsi Semen	10
2.3.2.2. Semen Portland	11
2.3.3. Air	13
2.4. Beton Ringan	14
2.4.1. Jenis-jenis Beton Ringan	15
2.5. Plastik PET (<i>Polyethylene terephtalate</i>) sebagai Agregat Kasar	15
2.6. Admixture	17
2.6.1. Perhatian Penting Dalam Penggunaan Bahan Tambah	18
2.7. BahanTambah/Aditif (<i>Foaming Agend</i>)	19

2.8. Berat Isi Dan Absorpsi	20
2.8.1. Berat Isi	20
2.8.2. Absorpsi	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Umum	22
3.1.1. Metodologi Penelitian	22
3.2. Kerangka Penelitian	22
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.4. Bahan dan Peralatan	24
3.4.1. Bahan	24
3.4.2. Peralatan	24
3.5. Pengolahan Agregat Kasar	25
3.6. Pemeriksaan Material	25
3.6.1. Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus	25
3.6.2. Analisa Saringan	25
3.6.2.1. Agregat Kasar	25
3.6.2.2. Agregat Halus	27
3.6.3. Berat Jenis	29
3.6.3.1. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar	29
3.6.3.2. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus	31
3.6.4. Berat Isi Agregat	34
3.6.4.1. Berat Isi Agregat Kasar	35
3.6.4.2. Berat Isi Agregat Halus	35
3.6.4.3. Pemeriksaan kadar lumpur pasir (SNI 03-4142-1996)	36
3.7. Pelaksanaan penelitian	38
3.7.1. <i>Trial mix</i>	38
3.7.2. Pencampuran (<i>Mixing</i>)	38
3.7.3. Menentukan kuat tekan beton karakteristik yang di syaratkan (f_c') pada umur tertentu	39
3.7.4. Menentukan deviasi standart (SD)	40
3.7.5. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})	41
3.7.6. Menetapkan Jenis Semen Portland	41

3.7.7. Menetapkan Jenis Agregat	42
3.7.8. Menentukan Faktor Air Semen (FAS)	42
3.7.9. Menetapkan Faktor Air Semen Maksimum	45
3.7.10. Menetapkan Kadar Air Bebas	47
3.7.11. Menghitung kebutuhan semen minimum	47
3.7.12. Menentukan daerah Gradasi Agregat Halus	48
3.7.13. Menghitung Perbandingan Agregat Halus dan Agregat Kasar	48
3.7.14. Menghitung Berat Jenis Agregat Campuran	49
3.7.15. Menentukan Berat Jenis Beton	50
3.7.16. Koreksi Proporsi Campuran	51
3.7.17. Proses pengolahan plastik PET menjadi agregat kasar	51
3.7.18. Pencampuran (<i>mixing</i>)	52
3.7.19. Pencetakan Benda Uji	52
3.7.20. Pengujian Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Absorpsi	52
3.7.20.1. Kuat tarik beton	52
3.7.20.2. Kuat tekan beton	53
3.7.20.3. Absorpsi	54
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pembentukan Agregat Kasar Plastik PET	56
4.2. Hasil Pengujian Agregat	56
4.3. Perencanaan Campuran Beton	57
4.4. Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Agregat Plastik PET	59
4.5. Pengujian Kuat Tarik Beton dengan Agregat Plastik PET	60
4.6. Diskusi	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Pengaruhi sifat Agregat terhadap Beton.	7
Tabel 2.2: persyaratan Agregat Ringan.	9
Tabel 3.1: Data hasil penelitian pada analisa saringan agregat kasar di laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).	26
Tabel 3.2: Data hasil penelitian pada analisa saringan agregat halus di Laboraturium beton teknik sipil UMSU (2017).	28
Tabel 3.3: Data hasil penelitian pada analisa berat jenis dan penyerapan agregat kasar di Laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).	30
Tabel 3.4 data hasil penelitian pada analisa berat jenis dan penyerapan agregat halus di laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).	33
Tabel 3.5: Data hasil penelitian pada analisa berat isi agregat kasar di Laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).	35
Tabel 3.6: Data hasil penelitian pada analisa berat isi agregat halus di Laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).	36
Tabel 3.7: Data hasil penelitian pada analisa berat isi agregat halus di Laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).	37
Tabel 3.8: Jenis agregat ringan yang dipilih berdasarkan tujuan konstruksi (SNI 03-3449-2002).	38
Tabel 3.9:Notasi Kuat Tekan Beton.	39
Tabel 3.10:Rumus Konversi dari K (f_{ck}' atau σ_{bk}) ke C ($f'c$) atau Konversi Kubus ke Silinder.	39
Tabel 3.11: Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal pada Berbagai Umur untuk BendaUji Silinder yang Dirawat di Laboratorium.	40
Tabel 3.12:Faktor Pengali Deviasi Standar.	41
Tabel 3.13:Jenis Semen Portland Menurut PUBI 1982.	41
Tabel 3.14: Perkiraan kekuatan tekan (N/mm^2) beton dengan faktor air semen 0.5 dan jenis semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di indonesia.	42
Tabel 3.15.FAS Maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus.	45

Tabel 3.16: Kebutuhan semen Minimum dan FAS Maksimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.	45
Tabel 3.17: Kebutuhan semen Minimum dan FAS Maksimum untuk Beton bertulang/prategang kedap air.	46
Tabel 3.18:Perkiraan Kebutuhan Air (liter) Per Meter Kubik Beton (PBI'71).	47
Tabel 3.19:Kebutuhan Semen Minimum untuk Berbagai Pembetonan dan LingkunganKhusus.	47
Tabel 3.20: Batas gradasi pasir.	48
Tabel 4.1. Hasil pengujian agregat kasar plastik PET	57
Tabel 4.2. Hasil pengujian agregat halus	57
Tabel 4.3: perencanaan campuran beton SNI T-15-1990-03.	57
Tabel 4.4: Hasil pengujian kuat tekan.	59
Tabel 4.5: Hasil pengujian kuat tarik beton.	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar.2.1 Pondasi Telapak	6
Gambar.2.2 Pondasi Menerus	6
Gambar.2.3 Agregat Kasar (Kerikil)	18
Gambar.3.1 Metode Pemancangan Tiang	35
Gambar.3.2 Metode Test PDA	35
Gambar.3.3 Metode Pengerjaan <i>Pile Cap</i>	36
Gambar.3.4 Pembersihan <i>Pile Cap</i>	37
Gambar.4.1 Titik Lokasi	42
Gambar.4.2 Tiang Pancang	43
Gambar.4.3 <i>Jack Hammer</i>	44
Gambar.4.4 Penyetelan Kemiringan Tiang	45
Gambar.4.5 Penggalian Pondasi pada Tiang Pancang	46
Gambar.4.6 Tiang Pancang Yang Telah di Potong	47
Gambar.4.7 Rangkaian Tulangan	48
Gambar.4.8 Pengecoran Pondasi	49
Gambar.4.9 Pondasi Yang Telah Dicor	50
Tabel 3.8: Jenis agregat ringan yang dipilih berdasarkan tujuan konstruksi (SNI 03-3449-2002).	38
Tabel 3.9: Notasi Kuat Tekan Beton.	39
Tabel 3.10: Rumus Konversi dari K (f_{ck} atau σ_{ck}) ke C (F.c) atau Konversi Kubus ke Silinder.	39
Tabel 3.11: Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal pada Berbagai Umur untuk Benda Uji Silinder yang Dirawat di Laboratorium	40
Tabel 3.12: Faktor Pengali Deviasi Standar.	41
Tabel 3.13: Jenis Semen Portland Menurut PURI 1982.	41
Tabel 3.14: Perkiraan kekuatan tekan (N/mm^2) beton dengan faktor air semen 0.5 dan jenis semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.	42
Tabel 3.15: FAS Maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus.	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan barang dengan bahan dasar Plastik sudah tidak asing lagi bagi masyarakat kebanyakan. Baik untuk alat rumah tangga, alat elektronik bahkan alat pembungkus makan dan minuman sebagian besar dari plastik yang ada merupakan limbah plastik dari jenis plastik *polyethylene*. *Polyethylene* dihasilkan dari proses polimerasi molekul-molekul gas *ethylene* secara bersama-sama membentuk rangkainya panjang molekul sampai menjadi bentuk plastik (polimer). Dalam penelitian ini digunakan jenis plastik PET (*polyethylene terephthalate*).

Jenis plastik PET ini biasanya digunakan sebagai kemasan minuman ataupun bungkus makanan. Kalaupun plastik PET setelah isinya dikonsumsi biasanya langsung di buang. Pada hakikatnya penggunaan plastik PET ini adalah satu kali pakai, kemudian didaur ulang kembali menjadi produk plastik daur ulang lainnya. Tetapi pada kenyataannya plastik ini dipakai kembali oleh masyarakat baik untuk mengemas makan ataupun minuman ataupun kegunaan yang lain. Bahkan bahaya yang terkandung didalam plastik PET tersebut seiring waktu dapat tercampur dengan makanan dan minuman yang dikemas didalamnya sehingga dapat berbahaya untuk pemakai dan pengguna produk daur ulang tersebut.

Penggunaan plastik yang terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu, menyebabkan jumlah limbah plastik ikut terus meningkat. Sifat plastik yang *non-degradable* (sulit diuraikan) menyebabkan plastik membutuhkan waktu ratusan tahun agar dapat terurai secara sempurna. Kebanyakan dari kita menghilangkan limbah plastik dengan cara membakar. Padahal dengan cara membakar limbah plastik akan melepaskan zat-zat yang berbahaya bagi lingkungan. Dan maka dari itu diperlukan penanggulangan limbah plastik yang lebih efisien. Salah satunya caranya adalah dengan memanfaatkan limbah plastik menjadi suatu material yang berguna. Termasuk menggunakan limbah plastik menjadi agregat buatan dalam campuran beton ringan. Limbah plastik PET dapat difungsikan dalam bidang konstruksi. Dalam penelitian ini limbah plastik PET digunakan sebagai pengganti bahan agregat kasar kerikil yang biasa digunakan untuk campuran beton, dalam

penelitian ini adalah campuran beton ringan. Berat limbah PET yang telah diolah menjadi agregat dapat mencapai 68,88% lebih ringan dibandingkan kerikil biasa pada volume yang sama (*Casanova-del-Angel, 2012*).

1.2. Rumusan masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui teknik pembuatan bata beton ringan.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan admixture (bahan tambahan kimia) yaitu accelerator admixture pada pembuatan bata beton ringan.
3. Pengolahan limbah pelastik PET menjadi agregat untuk campuran beton ringan.
4. Untuk mengetahui kinerja dari campuran beton ringan dengan agregat limbah PET.

1.3. Batasan masalah

Sehubungan dengan luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu yang ada, maka penulis membatasi masalah yang ada. Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. $F'c$ bata beton ringan = 17 Mpa.
2. Material yang digunakan :
 - a. Semen tipe I (semen biasa)
 - b. Pasir
 - c. Limbah pelastic PET
 - d. *Foaming agent*
 - e. Sikaset accelator dari Sika
3. Perbandingan penggunaan bahan campuran 1% dalam pembuatan beton.
4. Pengujian menggunakan tabung dengan ukuran diameter 15 cm × tinggi 30 cm.
5. Pengujian sampel dilakukan pada umur 28 hari.
6. *Mix design* menggunakan metode SNI 03-3449-2002.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai properties pembuatan beton ringan.
2. Bagaimana pengaruh penambahan *accelerator admixture* terhadap karakteristik.
3. Untuk mengetahui cara pengelolaan limbah PET menjadi agregat campuran beton ringan.
4. Memberitahukan masyarakat bahwa limbah plastik PET dapat bermanfaat dalam pembangunan.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk membuat beton ringan yang dapat berfungsi sebagai beton struktural.
2. Memberikan alternatif pengelolaan limbah plastik, khususnya plastik PET.
3. Memberikan informasi tentang alternatif beton ringan kepada pelaku industri konstruksi dan masyarakat.
4. Menjadi referensi dalam pertimbangan desain beton ringan struktural.

1.6. Metode Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu :

Bab 1 Pendahuluan

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan manfaat penelitian.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan tentang waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, serta analisis data.

Bab 4 Hasil Pengujian dan Pembahasan

Pada bab ini terdapat hasil penelitian serta pembahasan yang singkat pada penelitian sehingga biasa digunakan sebagai pemecah masalah dan penarikan kesimpulan selama penelitian.

Bab 5 Kesimpulan dan saran

Bab ini merupakan kesimpulan yang di peroleh dari analisis yang telah dilakukan dan juga saran-saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah material yang sudah sangat banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Sampai saat ini beton masih merupakan struktur yang paling banyak dipakai karena mudah mendapatkan material untuk beton serta kemudahan dalam membentuk struktur beton sesuai dengan kebutuhan. Beton adalah material komposit yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen dan air (Dipohusodo, 1993).

Campuran beton merupakan campuran yang mengandung rongga-rongga akibat adanya bermacam ukuran agregat yang dimasukan kedalam campuran tersebut. Rongga-rongga antar agregat ini nantinya diisi dengan agregat yang butiran yang lebih kecil (agregat halus) dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen).

Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terdekatan dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama. Campuran tersebut senantiasa bertambah keras seiring dengan bertambahnya umur. pengerasan ini dapat terjadi karena adanya reaksi dari air dan semen yang mengakibatkan mengeras seperti batuan.

Untuk kualitas beton, parameter yang berpengaruh pada kekuatan beton adalah:

- Kualitas semen
- Proporsi semen
- Kekuatan agregat
- Interaksi antar agregat dan pasta semen
- Pencampuran yang cukup dari material beton
- Pelaksanaan yang benar
- Perawatan yang benar
- Kandungan klorida yang sesuai (0,15% untuk beton ekspos dan 1% untuk non ekspos)

Beton memiliki kuat tekan yang besar sementara kuat tariknya kecil (Nugraha, 2007). Maka dari itu biasanya untuk struktur bangunan, beton menggunakan besi tulangan untuk mengantisipasi beban tarik yang mungkin terjadi saat struktur difungsikan. Adapun keunggulan dari konstruksi beton adalah sebagai berikut :

1. Bahan dasar seperti krikil, air, pasir dan semen mudah didapat sehingga beton masih merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dimanapun.
2. Bentuk beton yang bermula dari beton segar menjadikan beton mudah dibentuk sesuai dengan keadaan perencanaan sehingga lebih bersifat fleksibel.
3. Beton beton membutuhkan perawatan yang minim dilakukan sehingga struktur beton terbilang relatif awet.
4. Saat ini penelitian terhadap beton banyak dilakukan, menjadikan beton semakin banyak inovasi dan menjadi lebih muda digunakan untuk berbagai kebutuhan.

Selain kelebihan, beton juga memiliki kekurangan sebagai berikut :

1. Bobot beton yang berat dibandingkan dengan struktur lain sehingga tidak ekonomis dalam hal pemindahan.
2. Kualitas beton mutlak ditentukan oleh cara pelaksanaan di lapangan, sehingga perlu pengawasan lebih untuk melaksanakan struktur beton dibandingkan dengan struktur lainnya.
3. Pengecoran beton memiliki waktu ikat yang lama sampai benar-benar kuat dibandingkan struktur lain.
4. Beton sulit untuk dapat kedap air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.

Untuk penggunaan lain, material untuk beton juga dapat disubsitusikan sesuai dengan perencanaan, baik jenis semen, agregat halus maupun agregat kasar, atau bahan tambah lainnya sehingga beton mudah dimodifikasi untuk inovasi yang akan datang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan dimana beton akan digunakan.

2.2. Umur Beton

Beton memiliki waktu pengikat sampai akhirnya struktur benar-benar menyatu. Semakin lama umur beton, maka semakin rekat ikatan antar agregat dan pasta semen (Mulyono, 2004), kuat tekan beton semakin lama semakin naik secara linear sampai umur 28 hari, setelah itu kuat tekan meningkat dengan proporsi yang kecil, maka dari itu secara umum beton yang optimal adalah.

2.3. Bahan Penyusun Beton

Dalam pembuatan beton dibutuhkan material-material yang biasanya digunakan dalam konstruksi bangunan dan adapun bahan khusus yang diperlukan untuk memperkuat beton itu sendiri.

2.3.1. Agregat

Agregat adalah material *granular* yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen *hidraulik* atau adukan. Pada campuran beton agregat tidak bereaksi, hanya diikat oleh pasta semen. Agregat merupakan material yang mempengaruhi kekuatan beton. Agregat biasanya berkisar antara 60-80% pada beton. Karena agregat merupakan material yang mempengaruhi kekuatan beton, maka agregat harus memiliki gradasi yang sesuai agar agregat tersebut mampu memasuki rongga-rongga didalam beton sehingga membuat beton semakin padat dan kuat.

Tabel 2.1: Pengaruh sifat Agregat terhadap Beton.

Sifat Agregat	Pengaruh pada	Sifat beton
Bentuk, tekstur, gradasi	Beton cair	Keleccakan Pengikat dan Pengelasan
Sifat fisik, sifat kimia, mineral	Beton keras	Kekuatan, Kekerasan, Ketahanan

Agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Agregat alam dan pecahan ini pun dapat dibedakan berdasarkan beratnya, asalnya, diameter butirnya (gradasi), dan tekstur permukaannya.

Selain mudah didapat, agregat tidak bisa sembarangan diambil, tetapi harus memiliki hal-hal berikut :

- Kekutan yang baik
- Tahan lama
- Tahan cuaca
- Permukaan
- Tidak boleh terjadi reaksi kimia yang dibutuhkan dengan semen

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

2.3.1.1. Agregat Halus

Agregat halus merupakan material pengisi dalam campuran beton. Ukuran bervariasi antara 4,75 mm sampai 0,15 mm saringan standar amerika (ASTM). Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan 0,075 mm atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

Menurut SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), agregat halus harus memenuhi syarat berikut :

- Butir-butirannya tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$
- Kekal, tidak pecah atau hancur oleh cuaca
- Tidak mengandung lumpur $>5\%$
- Modulus kehalusan antara 1,5-3,8 dengan variasi butir sesuai standar gradasi
- Agregat halus dari pantai dapat dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaat bahan yang diakui.

2.3.1.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 5 mm. 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.

Menurut SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahasan Bangunan Bagian A), agregat kasar harus memenuhi syarat berikut :

- Butirannya keras dan tidak berpori dengan indeks kekerasan $\leq 5\%$

- Kekal, tidak pecah atau hancur oleh cuaca
- Tidak boleh mengandung zat reaktif terhadap alkali
- Butiran yang panjang dan pipih tidak boleh melebihi 20%
- Modulus kehalusan agregat berkisar pada 6-7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi
- Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari : $1/5$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $1/3$ tebal plat beton, $3/4$ jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.

Berdasarkan SNI 03-2461-2002, persyaratan agregat ringan yang digunakan untuk beton ringan struktural adalah :

Tabel 2.2: persyaratan Agregat Ringan.

NO	Sifat Fisis	Persyaratan
1.	Berat jenis	1,0 – 1,8
2.	Penyerapan maksimum :	20
3	Berat isi maksimum :	
	- Gembur kering	
	- Agregat halus	880
	- Agregat kasar	1040
	- Campuran agregat kasar dan halus	
4.	Nilai persentase volume padat (%)	60
5.	Nilai 10% kehalusan (ton)	9-14
6.	Kadar bagian yang terapung setelah direndam dalam air 10 menit maksimum (%)	5
7.	Kadar bahan yang mentah (<i>clay lump</i>) (%)	<1
8.	Nilai keawetan, jika dalam larutan magnesium sulfat selama 16-18 jam, bagian yang larut maksimum (%)	12

2.3.2. Semen

Semen adalah senyawa yang jika dicampur dengan air akan menghasilkan senyawa yang bersifat mengikat. Hal ini membuat semen menjadi salah satu bahan yang paling penting dalam campuran beton. Selain itu semen

adalah material dengan harga paling tinggi jika dibandingkan dengan material lain, sehingga pemahaman tentang semen sangat dibutuhkan dalam campuran beton.

Fungsi semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butiran agregat.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan senyawa kimia yang berbeda-beda. Secara umum, (Mulyono, 2004) mengatakan bahwa semen merupakan campuran dari senyawa C_aO (kapur), S_iO_3 (silika), Al_2O_3 (alumina) dan M_gO (magnesia) serta sedikit alkali. Untuk mengatur waktu ikat semen biasanya ditambahkan dengan $C_ASO_4 \cdot 2H_2O$ (gypsum)

Semen pada umumnya dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu:

- Semen non-hidrolik yaitu semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, tetapi dapat mengeras jika berada diudara.

Contoh : kapur

- Semen hidrolik mempunyai kemampuan mengikat dan mengeras di dalam air.

Contoh : kapur hidrolik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen portland, dan semen alumina.

2.3.2.1. Fungsi semen

Fungsi semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butiran agregat.

Adapun sifat-sifat fisik semen yaitu:

a. Kehalusan butir

Kehalusan semen mempengaruhi waktu pengerasan pada semen. secara umum, butiran halus semen mengikat kohelasi pada beton segar dan dapat mengurangi *bleeding* (kelebihan air bersama dengan semen bergerak kepermukaan adukan beton segar), akan tetapi menambah kecendrungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

b. Waktu ikatan

Waktu ikatan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suatu tahap pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu tersebut dihitung sejak air tercampur dengan semen. Waktu dari pencampuran dengan semen. Waktu dari pencampuran semen dengan air sampai kehilangan sifat keplastisannya disebut waktu ikat awal, dan pada waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras disebut waktu ikat akhir.

Pada semen portland biasanya batasan waktu ikatan semen adalah :

- Waktu ikat awal > 60 menit
- Waktu ikat akhir > 480

waktu ikatan awal yang cukup awal diperlukan untuk pekerjaan beton, yaitu waktu transportasi, pencetakan, pemadatan, dan perataan permukaan.

c. Panas hidrasi

Silika dan alumina pada semen bereaksi dengan air menjadi media perekat yang memadat lalu membetuk massa yang keras. Reaksi membentuk massa yang keras. Reaksi membentuk media perekat ini disebut hidrasi.

d. Pengembangan volume (*lechatlier*)

Pengembangan semen dapat menyebabkan kerusakan dari suatu beton, karena itu pengembangan beton dibatasi sebesar $\pm 0,8\%$ (A.M Neville, 1995). Akibat pembesaran volume tersebut, ruang antar partikel terdesak dan akan timbulkan retak-retak.

2.3.2.2. Semen Portland

Semen portland adalah suatu senyawa pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menghaluskan clinker yang terdiri dari silika-silika kalsium yang bersifat hidraulis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Pemakaian semen portland yang disebabkan oleh kondisi tertentu yang dibutuhkan pada pelaksanaan konstruksi di lapangan, membuat para ahli menciptakan berbagai jenis semen portland, diantaranya sebagai berikut:

- a. Semen portland Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jeni-jenis lainnya. Digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.
- b. Semen portland Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidras dengan tingkat sedang. Di gunakan untuk kontuksi bangunan dan beton yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertahan didalam tanah yang mengandung air agresif (garam-garam sulfat).
- c. Semen portland Tipe III, semen portland yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi. Kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu. Semen jenis ini umum dipakai ketika ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin atau ketika stuktur harus dapat cepat dipakai.
- d. Semen portland Tipe IV, semen portland yang penggunaannya diperlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum. Misalnya pada bangunan seperti bendungan gravitasi yang besar.
- e. Semen portland Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut.

Tri Mulyono (2003) menjabrkan komposisi senyawa utama dan senyawa pembentuk untuk semen portland.

Adapun senyawa utama semen portland adalah sebagai berikut:

- Gypsum/CSH₂ (C_ASO₄.2H₂O) sebanyak 6 %
- Tetrakalsium aluminoforit/C_AAF (4C_aO.Al₂O₃.Fe₂O₃) sebanyak 8 %
- Trikalsium aluminat/C₃A (3C_aO.Al₂O₃) sebanyak 10 %
- Dikalsium silikat/C₂S (2C_aO.SiO₂) sebanyak 18 %

- Trikalsium silikat/ C_3S ($3C_aO.SiO_2$) sebanyak 55 %

Dan senyawa pembentuk dalam semen portland sebagai berikut:

- Kapur/C (C_aO) sebanyak 64,67 %
- Silika/S (SiO_2) sebanyak 21,03 %
- Alumina/A (Al_2O_3) sebanyak 6,16 %
- Oksida besi/F (Fe_2O_3) sebanyak 2,58 %
- Magnesia/M (M_gO) sebanyak 2,62 %
- Alkali/K (K_2O_3) sebanyak 0,61 %
- Alkali/N (Na_2O) sebanyak 1,34 %
- Sulfur trioksida/S (SO_3) sebanyak 2,03 %
- Karbon dioksida/C (CO_2)
- Air/H (H_2O)

Semen yang digunakan dalam penelitian adalah semen jenis OPC (*Ordinary Portland Cement*) atau type I, yaitu semen hidrolis yang dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum, seperti konstruksi bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, antara lain bangunan perumahan, gedung-gedung bertingkat, jembatan, landasan pacu dan jalan raya.

2.3.3. Air

Pada umumnya air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum juga memenuhi syarat bila dipakai untuk membuat beton, dengan pengecualian air minum yang banyak mengandung sulfat (Oglesby, 1996).

Fungsi dari air disini antara lain adalah sebagai bahan pencampur antar semen dan agregat, sehingga air harus bebas dari bahan yang bersifat asam, basah dan minyak. Dan air yang mengandung tumbuh-tumbuhan busuk juga harus benar-benar dihindari karna dapat mengganggu pengikatan semen. Air yang mengandung cukup banyak kotoran juga cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan dan ketahanan beton. Kotoran secara umum dapat menyebabkan bercak pada permukaan beton, perubahan volume sehingga dapat menyebabkan retak, korosi pada tulangan, gangguan pada kekuatan beton, dan gangguan pada hidrasi beton. Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk

pengadukan, tetapi harus tidak meninggalkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan beton.

Besi dan zat organik dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

Faktor-faktor yang mempengaruhi air dalam pembuatan beton adalah sebagai berikut :

1. Ukuran agregat

Semakin besar ukuran diameter maksimum agregat, maka semakin sedikit air dan mortar yang dibutuhkan.

2. Bentuk agregat

Agregat batu pecah (memiliki sudut-sudut) memerlukan lebih banyak air dibandingkan dengan agregat dengan bentuk bulat.

3. Gradasi agregat

Gradasi agregat yang baik (ukuran agregat bervariasi) membutuhkan air yang lebih sedikit dibandingkan dengan agregat dengan gradasi buruk (ukuran agregat seragam)

4. Zat yang terkandung dalam agregat

Semakin banyak zat kotoran seperti lanau, tanah liat, lumpur dan sebagainya membuat air yang dibutuhkan semakin banyak.

5. Perbandingan agregat kasar dengan agregat halus

Semakin banyak agregat kasar, maka penggunaan air lebih sedikit, sedangkan apabila agregat kasar sedikit, maka penggunaan air semakin sedikit.

Air yang digunakan untuk pencampuran pada penelitian ini adalah air PAM dari laboratorium bahan konstruksi FT UMSU. Sedangkan untuk perawatan perendaman menggunakan air yang berada di bak perendaman laboratorium bahan konstruksi FT UMSU.

2.4. Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang agregat lebih ringan daripada agregatnya lebih ringan daripada agregat beton normal. Beton ringan biasanya memiliki kepadatan sebesar 90-120 lb/ft³. (Nawy, 1998) mengatakan bahwa beton ringan adalah beton

yang mempunyai kekuatan tekanan pada umur 28 hari lebih dari 1,38 Mpa dan berat volume kurang dari 1843 kg/m³. Beton ringan digunakan untuk mengurangi beban mati yang terjadi konstruksi sehingga dapat lebih ekonomis dalam hal material maupun perhitungan beban. Biasanya agregat beton ringan diambil dari agregat buatan seperti tanah liat, batu-batuan ringan hingga serpihan dari hasil limbah dan lainnya (MacGregor & Wight, 2009). Beton ringan biasanya dibuat dengan cara-cara berikut: membuat gelembung udara dalam adukan semen, menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non-pasir (Wika, 2004). Menurut (Murdock L.J. dan Brook K.M, 1991), beton ringan diperoleh dengan berbagai cara, hal ini bergantung pada besar atau kecilnya rongga yang ingin didapat pada beton, untuk mendapatkan beton yang lebih ringan. Rongga udara tersebut didapat dengan pembentukan rongga udara atau penambahan bahan yang dapat menyebabkan busa, dan pada beberapa jenis beton ringan, kedua metode tersebut dapat dikombinasikan.

2.4.1. Jenis-Jenis Beton Ringan

Secara garis keras, (Tjokrodinuljo, 1996) membagi penggunaan beton ringan menjadi tiga, yaitu :

1. Untuk nonstruktur dengan berat jenis antara 240 kg/m³ sampai 800 kg/m³ dan kuat tekanan antara 0,35 Mpa sampai 7 Mpa yang umumnya digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.
2. Untuk struktur ringan dengan berat jenis antara 800 kg/m³ sampai 1400 kg/m³ dan kuat tekanan antara 7 Mpa sampai 17 Mpa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding yang juga memikul beban.
3. Untuk struktur dengan berat jenis antara 1400 kg/m³ sampai 1800kg/m³ dan kuat tekan lebih dari 17 Mpa yang digunakan sebagai mana beton normal.

2.5. Plastik PET (*polyethylene terephthalate*) sebagai Agregat kasar

Pertimbangan ekonomis pemakaian limbah sebagai agregat adalah kuantitas yang tersedia, sejauh mana benefikasi dan persyaratan *mix design*. Menurut

ASTM C 330, agregat ringan dapat dibagi menjadi dua berdasarkan asal mulanya, yaitu :

- a. Agregat Buatan (*Artificial Aggregates*)
Yaitu agregat yang berasal dari proses pembekahan (*expanding*), Kalsinasi (*calcining*) atau hasil *sintering*, misalnya dapur tanur tinggi, tanah liat, diatome, abu terbang (*fly ash*), lempung atau *slate*.
- b. Agregat alam (*natural aggregate*)
Yaitu agregat yang dihasilkan melalui pengolahan bahan alam, misalnya skoria, batu apung (*pumice*) atau *tuff*.

Produksi plastik merupakan salah satu produksi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan. Hasil produksi plastik yang dihasilkan bermacam-macam, mulai dari bungkusan, botol-botol, alat-alat rumah tangga hingga alat-alat elektronik. Jenis-jenis plastik yang beredar dipasaran memiliki kode dan jenis khusus dan masing-masing memiliki fungsi yang berbeda (Haper, 2000).

Macam-macam plastik yang beredar di pasaran seperti :

- a. Plastik PET (*polyethylene terephthalate*) yang biasanya digunakan untuk botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minumannya lainnya.
- b. Plastik HDPE (*high density polyethylene*) yang biasanya digunakan untuk botol susu yang berwarna putih susu, tupperware, galon air minum dan lain-lain.
- c. Plastik PVC (*polyvinly chloride*) yang biasanya digunakan untuk pelastik pembungkus dan botol.
- d. Plastik LDPE (*low density polyethylene*) yang biasanya digunakan untuk tempat makanan, plastik kemasan dan botol-botol yang lembek.
- e. Plastik PP (*polypropylene*) yang biasanya digunakan untuk tempat penyimpanan makanan dan botol minum untuk bayi.
- f. Plastik PS (*polystyrene*) yang biasanya digunakan dalam styrofoam, tempat minum sekali pakai dan lainnya.
- g. SAN (*styrene acrylonitrile*), ABS (*acrylonitrile butadiene styrene*), PC (*polycarbonate*) dan Nyoln biasanya digunakan untuk suku cadang

mobil, alat rumah tangga, computer, alat elektronik, botol minum olahraga dan plastic kemasan.

Sebagian besar dari limbah plastik yang ada merupakan limbah plastik jenis plastik *polyethylene*. *Polyethylene* yang dihasilkan dari proses polimerisasi molekul-molekul gas *ethylen* secara bersama-sama membentuk rangkaian panjang molekul sampai bentuk (polimer). Dalam penelitian ini digunakan jenis plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) yang diolah menjadi agregat melalui proses pemotongan, pembersih, pelelehan, pendingin dan penghancuran. Plastik PET biasanya digunakan untuk kemasan botol minuman. Limbah PET tersebut digunakan sebagai pengganti bahan agregat kasar kerikil yang biasanya digunakan untuk campuran beton. Berat limbah PET yang telah diolah menjadi agregat dapat mencapai 68,88% dari berat kerikil biasanya pada volume yang sama (Casanova-del-angel, 2012) sehingga dapat digunakan menjadi bahan campuran beton ringan.

2.6. Admixture

Bahan pencampuran adalah material yang berbentuk cairan maupun serbuk yang ditambahkan ke beton yang dapat memberikan efek-efek tertentu yang tidak akan muncul pada pencampuran beton biasa, seperti kemungkinan pelaksanaan (*workabilin*), kekuatan (*streight*), titik beku (*freezing point*), dan perawatan (*curing*). Jenis-jenis bahan pencampur (*admixture*) antara lain :

- a. Type A, *Water Reducer Admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan nilai *slumpy* yang ditentukan.
- b. Type B, *Retarder admixture* untuk memperlambat reaksi hidrasi pada beton.
- c. Type C, *Accelelator admixture* yang digunakan untuk mempercepat proses hidrasi atau proses pengurangan air dalam beton untuk meningkatkan kekuatan beton.
- d. Type D, *Water reducer and Rater admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk

menghasilkan beton dengan nilai *slump* yang ditentukan dan memperlambat reaksi hidrasi pada beton.

- e. Type E, *High Range Water Reducer admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan nilai *slump*.
- f. Type F, *High Range Water Reducer and Retarder admixture* yang digunakan untuk mengurangi kuantitas dari mencampur air yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan nilai *slump* 12 persen atau lebih besar dan memperlambat reaksi hidrasi pada beton.

Pada eksperimen kali ini, bahan pencampur yang digunakan adalah Tipe C yaitu *accelerator admixture* dengan merek dagang SikatSet *Accelerator Admixture*.

2.6.1. Perhatian Penting Dalam Penggunaan Bahan Tambah

Penggunaan bahan tambahan di lapangan sering menimbulkan masalah-masalah tidak terduga yang tidak menguntungkan, karena kurangnya pengetahuan tentang interaksi antara bahan tambahan dengan beton. Untuk mengurangi dan mencegah hal yang tidak terduga dalam penggunaan bahan tambah tersebut, maka penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus dikomfirmasikan dengan standar yang berlaku dan yang terpenting adalah memperhatikan dan mengikuti petunjuk dalam manualnya jika menggunakan bahan “paten” yang diperdagangkan, seperti :

Menggunakan bahan tambahan sesuai dengan spesifikasi SNI (standart nasional indonesia) tentang pedoman penggunaan bahan tambah kimia (*Chemical Admixture*) dalam beton.

- a. Parameter yang ditinjau adalah :
 - Pengaruh pentingnya bahan tambahan pada penampilan beton.
 - Pengaruh samping(*side effect*) yang akibatnya oleh bahan tambahan. Banyak bahan tambahan mengubah lebih dari satu sifat beton, sehingga kadang-kadang merugikan.
 - Sifa-sifat fisik bahan tambahan.

- Kosentrasi dari komposisi bahan yang aktif, yaitu ada tidaknya komposisi bahan yang merusak seperti klorida, sulfat, sulfide, phosfat, juga nitrat dan amoniak dalam bahan tambahan.
 - Bahaya yang terjadi terhadap pemakai bahan tambahan.
 - Kondisi penyimpanan dan batas umur kelayakan bahan tambahan.
 - Persiapan dan prosedur pencampuran bahan tambahan pada beton segar.
 - Jumlah dosis bahan tambahan yang dianjurkan tergantung dari kondisi struktural dan akibatnya bila dosis berlebihan.
 - Efek bahan tambah sangat nyata untuk mengubah karakteristik beton misalnya FAS, tipe dan gradasi agregat, tipe dan lama pengadukan.
- b. Mengikuti petunjuk yang berhubungan dengan dosis pada brosur dan melakukan pengujian untuk mengontrol pengaruh yang didapat.

Biasanya percampuran bahan tambahan dilakukan pada saat percampuran beton. Karena kompleksnya sifat bahan tambahan beton terhadap beton, maka interaksi pengaruh bahan tambahan pada beton, khususnya interaksi pengaruh tambahan pada semen sulit diprediksi. Sehingga diperlukan percobaan pendahuluan untuk menentukan pengaruhnya terhadap beton secara keseluruhan.

2.7. Bahan Tambahan / Aditif (*Foaming Agent*)

Bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung (ASTM C.125-1995;61 dan ACI SP-19). Dan menurut (Neil Jackson dan Ravidra K.D, 1996) bahan tambah adalah bahan yang diambahkan ke dalam campuran beton, baik ketika proses percampuran maupun sebelum percampuran dengan tujuan untuk meningkatkan sifat mekanis maupun sifat fisis beton dalam kondisi beton segar atau beton keras, atau di dua kondisi tersebut. Bahan tambah ini dapat berupa cairan ataupun padatan, dengan spesifikasi tertentu untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan pada material beton.

Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat sengan mudah dikerjakan; mempercepat pengerasan, menambahkan kuat tekan, penghematan atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.

Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

Untuk memudahkan pengenalan dan pemilihan admixture, perlu diketahui terlebih dahulu kategori dan penggolongannya, yaitu :

1. *Air entraining agent*, yaitu bahan tambah yang di tunjukkan untuk membentuk gelembung-gelembung udara berdiameter 1 mm atau lebih kecil didalam beton atau mortar selama pencampuran, dengan maksud mempermudah pengerjaan beton pada saat pengecoran dan menambah ketahanan awal pada beton.
2. *Chemical admixtur*, yaitu bahan tambah cairan kimia yang ditambahkan untuk mengendalikan waktu pengerasan (memperlambat atau mempercepat), mereduksi kebutuhan air, menambah kemudahan pengerjaan beton, meningkatkan nilai slump dan sebagainya.
3. *Mineral admixtur* (bahan tambah mineral), merupakan bahan tambah yang dimaksud untuk memperbaiki kinerja beton. Pada saat ini, bahantambah mineral ini lebih banyak dipergunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, sehingga bahan ini cenderung bersifat penyemenan.
Keuntungannya antara lain : memperbaiki kinerja (*workability*), memperbaiki kuat tekan dan keawetan beton, mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah pozzolan, *fly ash*, *slang*, dan *silica fume*.
4. *Miscellamous admixture* (bahan tambah lain), yaitu bahan tambah yang tidak termasuk dalam ketiga kategori diatas seperti bahan tambah jenis polimer (*polypropylene*, *fiber mash*, serat bambu, serat kelapa dan lainnya), bahanya pencegah peparatan dan bahan tambahan untuk perekat (*bonding agent*).

Foaming agent adalah bahan tambahan yang digunakan pada percampuran beton untuk membuat campuran beton lebih mengembang dan memperbesar rongga udara didalamnya sehingga beton menjadi lebih ringan. Penambahan bahan ini tidak boleh terlalu banyak, karena jika rongga udara yang terdapat di dalam beton terlalu besar atau banyak, maka kekuatan beton dapat menurun. Pada penelitian ini peneliti menggunakan *foaming agent* produk mastercell 20 dari BASF.

2.8. Berat isi dan Absorpsi

2.8.1. Berat Isi

Berat isi merupakan salah satu sifat yang sangat penting untuk diketahui pada struktur beton ringan selain kekuatannya. Berat isi ringan mengindikasikan bahwa beton ringan sudah mencapai berat yang diinginkan. Peraturan mengenai pengujian berat isi beton ringan diatur dalam SNI 03-3402-1994.

Berat isi beton ringan dapat diukur dalam dua keadaan, yaitu saat beton dalam keadaan kering oven pada suhu 110 °C selama 24 jam, serta beton ringan dalam keadaan seimbang, dengan pengeringan menggunakan suhu ruangan sampai beton mencapai berat yang konstan.

Berat isi beton ringan struktural secara umum dalam keadaan seimbang dihitung dengan menggunakan Pers. 2.1 dibawah ini

$$Em = \frac{A \times 997}{B \times C}$$

Dengan: A = Berat silinder dalam keadaan kering konstan (kg)

B = berat silinder pada keadaan jenuh permukaan kering (kg)

C = berat silinder dalam air sampai terendam penuh (kg)

2.8.2. Absorpsi

Absorpsi adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Nilai absorpsi sangat berkaitan dengan berat jenis maupun porositas suatu bahan, karena nilai absorpsi yang besar mengindikasikan banyaknya rongga-rongga yang terdapat dalam material tersebut. Besarnya absorpsi juga dapat menyebabkan

menurunnya kekuatan beton, karena pori-pori yang ada menyebabkan ikatan antar partikel pada suatu material berkurang. Absorpsi pada beton kertas cenderung lebih besar dari beton normal, hal ini terjadi karena daya serap kertas yang sangat besar, sehingga beton kertas juga memiliki daya serap yang besar. Besarnya absorpsi pada beton dihitung menggunakan Pers. 2.2 dibawah ini :

$$A = \frac{MB - MK}{MB} \times 100\%$$

Dengan : A = Absorpsi (%)

Mb = Berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram)

Mk = Berat benda uji dalam keadaan kering oven (gram)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

3.1.1. Metodologi Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Untuk penelitian suatu kasus diperlukan adanya metodologi yang berfungsi sebagai paduan kegiatan yang dilaksanakan dalam mengumpulkan data-data.

Skripsi ini merupakan suatu penelitian yang bersifat ilmiah, oleh sebab itu dalam penulisannya di perlukan data yang akurat dapat di pertanggung jawabkan. Adapun data tersebut dapat diperoleh oleh dua sumber, yaitu :

1. Data primer

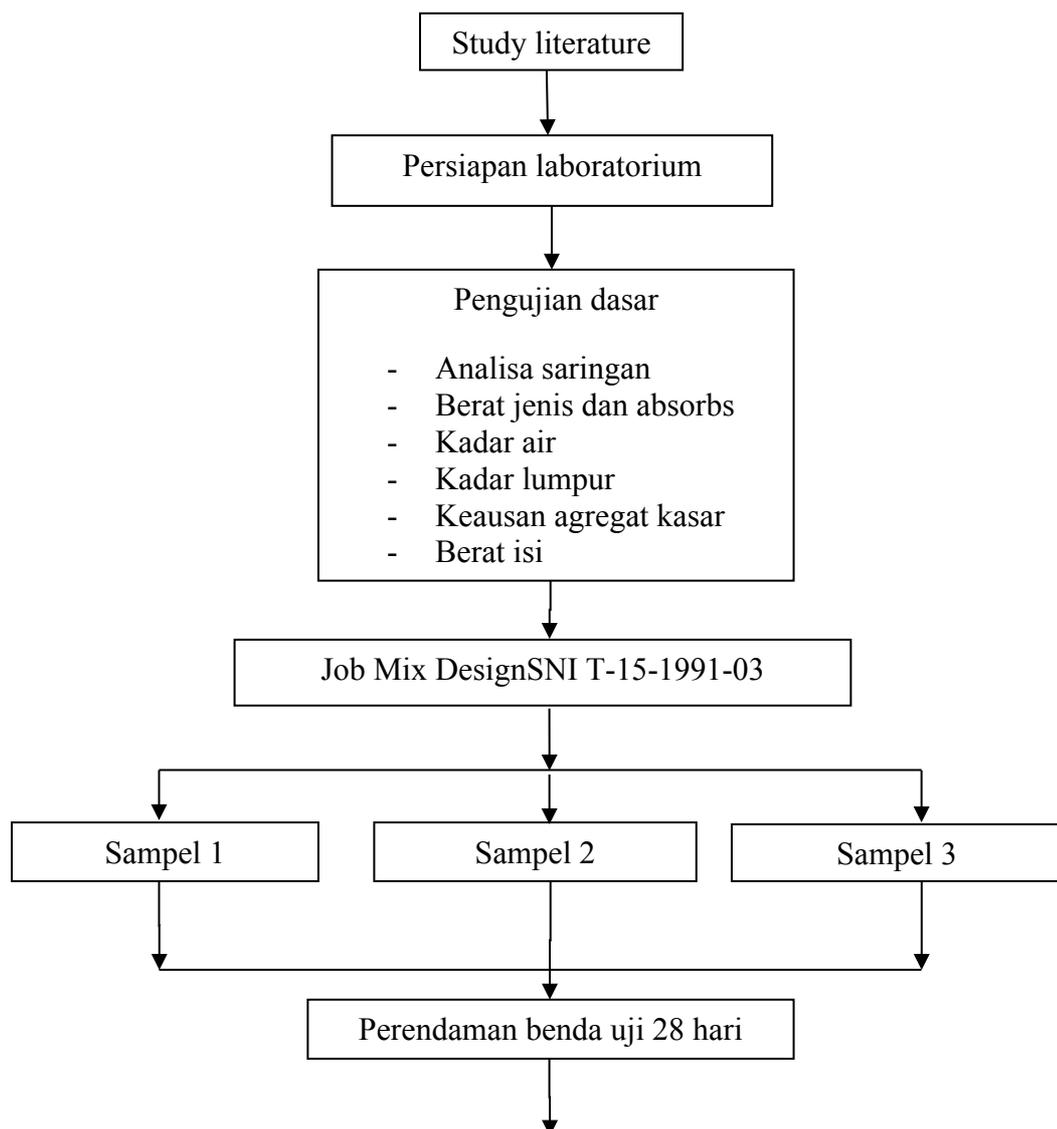
Data pokok yang langsung berkaitan dengan kebutuhan analisis dalam penelitian ini. Data primer yang diperoleh secara langsung objek penelitian melalui penelitian lapangan di laboratorium tekni universitas muhammadiyah sumatera utara.

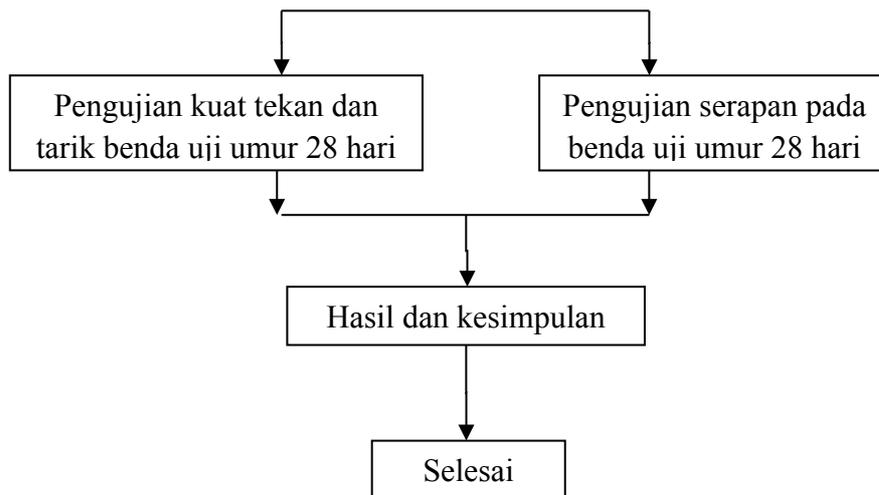
2. Data skunder

Data pendukung yang sifatnya memperkuat hasil analisis. Data sekunder diperoleh melalui study kepustakaan pada sumber-sumber yang terkait dengan objek penelitian.

3.2. Kerangka penelitian

Bagan air dalam penelitian pengaruh penggunaan bahan tambahan kimia (accelerator) pada pembuatan bata beton ringan memakai limbah plastik PET dapat dilihat pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian.

3.3. Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium bahan konstruksi FT UMSU untuk pencampur dan pengujian sampel.

3.4. Bahan dan peralatan

3.4.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen

Semen yang digunakan adalah semen padang Tipe I (*OPC*)

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari olahan limbah plasti PET yang didapat dari tempat pengolahan dan penampungan sampah setempat.

4. Air

Air yang digunakan adalah air PAM dari laboratorium bahan konstruksi FT UMSU.

5. *Foaming Agent*

Foaming Agent yang digunakan adalah produk Mastercell 20 dari BASF.

3.4.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar
- b. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar.
- c. Timbangan
- d. Alat pengaduk beton (*mixer*)
- e. Cetakan berbentuk kubus
- f. Alat kuas tekan (*compression*)
- g. Satu set slump test
- h. Kompor
- i. Wadah cetakan
- j. Martil
- k. Sendok kayu

3.5. Pengelolahan Agregat Kasar

Limbah plastik PET yang didapat dari tempat pengolahan setempat sudah dalam bentuk serpihan plastik kecil, sehingga dapat mempercepat proses pelelehan plastik dibandingkan dengan plastik yang dipotong secara manual.

Adapun proses pengelolahan limbah plastik PET menjadi agregat kasar adalah sebagai berikut :

1. Persiapan alat dan bahan
2. Pelelehan plastik dengan cara dipanaskan didalam wajan sampai mencair
3. Percetakan lelehan plastik ke dalam cetakan
4. Pendinginan cetakan plastik selama kurang lebih 30 menit
5. Penghancuran plastik yang telah di cetak menjadi potongan-potongan kecil.

3.6. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan agregat dilakukan di laboratorium beton program teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan mengikuti panduan dari SNI

dan ASTM tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti buku panduan praktikum beton program teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6.1. Analisis saringan Agregat Kasar dan Halus (SNI 03-1968-1990)

Adapun cara pengujian agregat dengan cara, benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap. Saringan benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang (*shieve shaker machine*) selama 15 menit.

3.6.2. Analisa data saringan

3.6.2.1. Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI T-15-1990-03 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian di dapat data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.1: Data hasil penelitian pada analisa saringan agregat kasar di laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample (gr)	Sample (gr)	Average weight	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	0	0	0.00	0.00	0.00	100.00
19.0 (3/4 in)	837	776	806,5	40,33	40,33	59,68
9.52 (3/8 in)	610	718	664	33,2	73,53	26,48
4.75 (No. 4)	237	283	260	13	86,53	13,48
2.36 (No. 8)	0	0	0.00	0.00	86,53	13,48
1.18 (No.16)	0	0	0.00	0.00	86,53	13,48
0.60 (No. 30)	0	0	0.00	0.00	86,53	13,48
0.30 (No. 50)	0	0	0.00	0.00	86,53	13,48
0.15 (No. 100)	0	0	0.00	0.00	86,53	13,48
Pan	316	223	269,5	13,48	100	0
Total	2000	2000	2000	100		

Pemeriksaan analisa saringan ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut :

Data (tidak memenuhi grading limit)

1. Berat tertahan (diperoleh dari percobaan)

Contoh sample 2000 gr

1,5"	= 0 gr
3/4"	= 806 gr
3/8"	= 664 gr
No. 4	= 260 gr
pan	= 269 gr

2. *Retained* (%) berat tertahan = berat tertahan/ contoh sampel x 100%

- 1,5" $\longrightarrow \frac{0}{2000} \times 100\% = 0\%$
- 3/4" $\longrightarrow \frac{806.5}{2000} \times 100\% = 40.33\%$
- 3/8" $\longrightarrow \frac{664}{2000} \times 100\% = 33.20\%$
- No.4 $\longrightarrow \frac{260}{2000} \times 100\% = 13.00\%$
- Pan $\longrightarrow \frac{269.5}{2000} \times 100\% = 13.48\%$

3. *Cum ret* (%) = *cum ret* sebelumnya – *retained*

- 0 = 0% (1,5")
- 0 + 40.33% = 40.33% (3/4")
- 40.33% + 33.20% = 73.53% (3/8")
- 73.53% + 13.00% = 86.53% (No. 4)
- 86.53% + 13.48% = 100% (Pan)

4. *Cum passing* (%) = 100% - *Cum ret*

- 100% - 0% = 100% (1,5")
- 100% - 40.33% = 59.68% (3/4")

- $100\% - 73.53\% = 26.48\%$ (3/8")
- $100\% - 86.53\% = 13.48\%$ (No. 4)
- $100\% - 100,00\% = 0\%$ (Pan)

$$\text{FM (Modulus kehalusan)} = \text{Cum ret (\%)} / 100$$

$$\frac{733}{100} = 7.33$$

3.6.2.2. Agregat Halus

Alat, bahan dan caa kerja sesuai dengan SNI T-15-1990-03 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data pada Tabel 3.2 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.2: Data hasil penelitian pada analisa saringan agregat halus di Laboratourium beton teknik sipil UMSU (2017).

Sieve Size	Retained Fraction		Cumulative	
	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	0	0.00	0.00	100.00
19.0 (3/4 in)	0	0.00	0.00	100.00
9.52 (3/8 in)	0	0.00	0.00	100.00
4.75 (No. 4)	29	2.90	2.90	97.10
2.36 (No. 8)	57	5.70	8.60	91.40
1.18 (No.16)	91	8.60	17.70	82.30
0.60 (No. 30)	144	14.40	32.10	67.90
0.30 (No. 50)	316	31.60	63.70	36.30
0.15 (No. 100)	318	31.80	95.50	4.50
Pan	45	4.50	100	0
<i>Total</i>	1000	100		

Pemeriksaan analisa saringan ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut :

Data-data

1. Berat tertahan (diperoleh dari percobaan)

Contoh sampel 2000 gr

No. 8	= 67 gr	no. 50	= 221.5 gr
No. 16	= 212.5 gr	no. 100	= 176 gr
no. 30	= 276 gr	pan	= 47 gr

2. *Retained* (%) berat tertahan = berat tertahan/ contoh sample x 100%

- No. 8 $\longrightarrow \frac{67}{1000} \times 100\% = 6.70\%$
- No. 16 $\longrightarrow \frac{212.5}{1000} \times 100\% = 21.25\%$
- No. 30 $\longrightarrow \frac{276}{1000} \times 100\% = 27.60\%$
- No. 50 $\longrightarrow \frac{221.5}{1000} \times 100\% = 22.15\%$
- No.100 $\longrightarrow \frac{176}{1000} \times 100\% = 17.60\%$
- Pan $\longrightarrow \frac{47}{1000} \times 100\% = 4.70\%$

3. *Cum ret* (%) = *cum ret* sebelumnya – *retained*

- 0% + 6.70% = 6.70% (No. 4)
- 6.70% + 21.25% = 27.95% (No. 8)
- 17.70% + 27.60% = 55.55% (No. 16)
- 32.10% + 22.15% = 77.70% (No. 30)
- 63.70% + 17.60% = 95.30% (No. 100)
- 95.50% + 4.70% = 100,00% (Pan)

4. *Cum passing* (%) = 100% - *Cum ret*

- 100% - 6.70% = 93.30% (No. 4)
- 100% - 27.95% = 72.05% (No. 8)
- 100% - 55.55% = 44.45% (No. 16)
- 100% - 77.70% = 22.30% (No. 30)
- 100% - 95% = = 4.70 % (No. 100)
- 100% - 100,00% = 0% (Pan)

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \text{Cum ret (\%)/100} \\
 &= \frac{263.20}{100} \\
 &= 2.63
 \end{aligned}$$

3.6.3. Berat Jenis

3.6.3.1. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990)

Dalam penelitian ini alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM 128 serta mengikuti buku paduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat jenis agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada table 3.3 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa. Berikut adalah langkah-langkah pengambilan data :

1. Prosedur Percobaan :

- Agregat kasar diayak dengan ayakan 19,1 dan 4,76, kemudian diambil material yang tertahan diayakan 4,76 sebanyak 3,2 kg.
- Rendam agregat tersebut dalam air selama 24 jam.
- Agregat tersebut kemudian dikeringkan menggunakan kain lap untuk kondisi kering permukaan (SSD)
- Siapkan agregat sebanyak 2×1250 gr untuk 2 sampel.
- Atur keseimbangan air dan keranjang pada Dunagan Test Set sampai jarum menunjukkan seimbang pada saat air dalam kondisi tenang.
- Masukkan agregat dalam kondisi SSD ke dalam keranjang.
- Timbang berat + keranjang + agregat.
- Keluarkan kerikil lalu keringkan didalam oven selama 24 jam.
- Timbang berat kekerikil yang telah dikeringkan dalam oven.
- Ulangi prosedur untuk sampel kedua

2. Data-data pada Table 3.3 didapat dengan cara pers 3.1, 3.2, 3.3, dan 3.4 sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B - C} \quad (3.1)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{B}{B - C} \quad (3.2)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{A - C} \quad (3.3)$$

$$\text{Absorbs} = \frac{B - A}{A} \times 100\% \quad (3.4)$$

Dimana :

A= berat agregat dalam keadaan kering

B= berat agregat dalam keadaan SSD

C= berat agregat dalam air

Tabel 3.3: Data hasil penelitian pada analisa berat jenis dan penyerapan agregat kasar di Laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sampel
<i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) A	1251
<i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) C	1236
<i>Wt of SSD sample in water</i> (berat contoh jenuh) B	344
<i>Bulk sp grafitry dry</i> (berat jenis contoh kering) C/(A-B)	1.363
<i>Bulk sp grafitry SSD</i> (berat jenis contoh SSD) A/(A-B)	1.379

Tabel 3.3: Lanjutan.

<i>Apparent sp grafitry</i> (berat jenis contoh semu) C/(C-B)	1.386
<i>Absortion</i> (penyerapan) ((A-C)/C)x100%	1.214

Dari hasil pemeriksaan didapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbision*) pada agregat kasar yang teliti. Pada table terlampir berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh kering. Berat jenis terpenuhi apabila nilai berat jenis contoh kering < berat SSD < berat jenis contoh semu. Dari percobaan didapat :

1. Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A) = 1251
2. Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C) = 4549
3. Berat contoh (SSD) didalam air (B) = 2900
4. Berat jenis contoh kering :

- $\frac{C}{A - B} = \frac{1236}{1251 - 344} = 1.363 \text{ g}$

5. Berat contoh SSD

- $\frac{A}{A - B} = \frac{4600}{1251 - 344} = 1.379 \text{ g}$

6. Berat jenis semu

- $\frac{C}{C - B} = \frac{1236}{1236 - 344} = 1.386 \text{ g}$

7. Penyerapan

- $\frac{A - C}{C} \times 100\% = \frac{1251 - 1236}{1236} \times 100\%$
 $= 1.214\%$

3.6.3.2. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus (SNI 03-1970-1990)

Dalam penelitian ini alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM 128 serta mengikuti buku panduan peratikum betom program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat jenis agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa. Berikut adalah langkah-langkah pengambilan data :

1. Prosedur percobaan

- Sediakan pasir secukupnya
- Rendam pasir dalam suatu wadah dengan air selama 24 jam
- Keringkan pasir hingga mencapai kondisi kering permukaan (SSD)
- Ambil pasir dalam kondisi SSD sebanyak 2×500 gr untuk 2 sampel
- Sampel pertama dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan selama 24 jam
- Sampel kedua dimasukkan kedalam piknometer, kemudian diisi air, lalu diguncang-guncangkan sehingga udara dalam pasir yang keluar yang ditandai dengan keluarnya buih. Buih kemudian dibuang dengan cara mengisi piknometer dengan air hingga melimpah.
- Timbang piknometer + air + pasir
- Bersihkan piknometer tersebut, lalu isi dengan air hingga batas maksimum, kemudian timbang piknometer + air

- Timbang berat pasir yang telah di keringkan dalam oven
 - Ulangi prosedur untuk sample untuk sampel kedua
2. Data-data pada Tabel 3.3 didapat dengan cara pers 3.5,3.6,3.7, dan 3.8 sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B - C} \quad (3.5)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{B}{B - C} \quad (3.6)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{A - C} \quad (3.7)$$

$$\text{Absorbs} = \frac{B - A}{A} \times 100\% \quad (3.8)$$

Dimana :

A= berat agregat dalam keadaan kering

B= berat agregat dalam keadaan SSD

C= Berat piknometer, air dan pasir

Alat, bahan dan cara kerja sesuai serta mengikuti panduan SNI 03-4803-1998 dan panduan praktikum beton Program Sumatra utara tentang berat isi agregat kasar. Dan hasil penyelidikan didapat data-data seperti pada tabel 3.4. Tabel 3.4 data hasil penelitian pada analisa berat jenis dan penyerapan agregat halus di laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).

<i>Fine Agregate Passing No. 5 9.5 mm</i>	<i>sample</i>
<i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) B	500
<i>Wt oven dry sample</i> (berat contoh SSD kering ovan 110°C sampai konstan) E	483
<i>Wt of flask + water</i> (berat piknometer penuh air) D	660

<i>Wt of flask + water + sample</i> (berat contoh SSD dalam piknometer penuh air) C	967
<i>Bulk sp grafty dry</i> (berat jenis contoh kering) $E/(B+D-C)$	2.503
<i>Bulk sp grafty SSD</i> (berat jenis contoh SSD) $B/(E+D-C)$	2.591
<i>Apprent sp grafty</i> (berat jenis contoh semu) $E/(E+D-C)$	2.744
<i>Absortion</i> (penyerapan) $((B-E)/E) \times 100\%$	1.758

Dari hasil pemeriksaan didapat data-data pada tabel 3.3 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat kasar yang teliti. Pada tabel terlampir berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh kering. Berat jenis terpenuhi apa bila nilai berat jenis contoh kering < berat jenis SSD < berat jenis contoh semu. Dari percobaan didapat :

1. Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)
 - Percobaan 01 = 500
2. Berat contoh SSD
 - Percobaan 01 = 483
3. Berat piknometer penuh air (D)
 - Percobaan 01 = 600
4. Berat contoh (SSD) di dalam piknometer penuh air (C)
 - Percobaan 01 = 967
5. Berat jenis contoh kering
 - Percobaan 01 = $\frac{E}{B + D - C} = \frac{483}{500 + 660 - 967} = 2.503gram$
6. Berat jenis contoh SSD
 - Percobaan01 = $\frac{B}{B + D - C} = \frac{500}{500 + 660 - 967} = 2.591gram$
7. Berat jenis contoh semu
 - Percobaan 01 = $\frac{E}{E + D - C} = \frac{483}{482 + 660 - 967} = 2.744gram$
8. Penyerapan
 - Percobaan 01 = $\frac{B - E}{E} \times 100\% = \frac{500 - 483}{483} \times 100\% = 1.758\%$

3.6.4. Berat isi agregat (SNI 03-4803-1998)

Dalam penelitian ini alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM 128 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat jenis agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Table 3.4 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa. Berikut adalah langkah-langkah pengambilan data:

1. Prosedur Percobaan

a. Cara Merojok

- Timbang bejana besi, ambil agregat kasar kering oven dan isikan ke dalam bejana sampai 1/3 bagian tinggi bejana, lalu dirojok 25 kali secara merata di seluruh permukaan. Isikan 1/3 tinggi bejana lagi sehingga menjadi 2/3 bagian dan rojok 25 kali. Kemudian isi bejana sampai penuh dan dirojok 25 kali secara merata di seluruh permukaan agregat dan diratakan setinggi permukaan bejana besi.
- Timbang bejana + agregat
- Keluarkan agregat dan bersihkan bejana, kemudian isi bejana dengan air sampai penuh, lalu timbang bejana + air serta suhu air.

b. Cara Menyiram

1. Timbang bejana besi, ambil agregat kering oven dan isikan ke dalam bejana dengan menggunakan sekop setinggi 5 cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh, lalu ratakan permukaannya.
 2. Timbang bejana + agregat
 3. Keluarkan agregat dan bersihkan bejana, lalu isi bejana dengan air hingga penuh, kemudian timbang bejana + air dan ukur suhunya.
2. Data-data pada table 3.3 didapat dengan cara pers 3.9 sebagai berikut:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (3.9)$$

Dimana ρ = berat isi (gr/m^3)

M = berat contoh (gr)

V = volume (cm^3)

3.6.4.1. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai serta mengikuti panduan SNI 03-4803-1998 dan panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi agregat kasar. Dan hasil penyelidikan didapat data-data seperti Tabel 3.5.

Tabel 3.5: Data hasil penelitian pada analisa berat isi agregat kasar di Laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).

No.	<i>Fine Agregate</i>	<i>Sample (gr)</i>
1	<i>Wt of sample & mold</i> (berat contoh dan wadah) <i>gr</i>	25710
2	<i>Wt of mold</i> (berat wadah) <i>gr</i>	5340
3	<i>Wt of sample</i> (berat contoh) <i>gr</i>	20370
4	<i>Vol of mold</i> (volume wadah) <i>cm</i> ³	10861.71
5	<i>Unit waight</i> (berat isi) <i>gr</i>	1.875

Berdasarkan Tabel 3.4 dijelaskan bahwa nilai berat isi agregat kasar yang didapat sebesar 1,875 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapat dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai pada penelitian ini, dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu lebih besar dari 1,25gr/cm³.

3.6.4.2. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai serta mengikuti panduan SNI 03-4803-1998 dan panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi agregat halus. Dan hasil penyelidikan didapat data-data seperti Tabel 3.6.

Tabel 3.6: Data hasil penelitian pada analisa berat isi agregat halus di Laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).

No.	<i>Fine Agregate</i>	<i>Sample (gr)</i>
1	<i>Wt of sample & mold</i> (berat contoh dan wadah) <i>gr</i>	18180
2	<i>Wt of mold</i> (berat wadah) <i>gr</i>	5340
3	<i>Wt of sample</i> (berat contoh) <i>gr</i>	12840
4	<i>Vol of mold</i> (volume wadah) <i>cm</i> ³	10861.71
5	<i>Unit waight</i> (berat isi) <i>gr</i>	1.136

Berdasarkan Tabel 3.4 dijelaskan bahwa nilai berat isi agregat kasar yang didapat sebesar 1.136 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapat dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai pada penelitian ini, dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu lebih besar dari 1,25gr/cm³.

3.6.4.3. Pemeriksaan kadar lumpur pasir (SNI 03-4142-1996)

Dalam penelitian ini alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM 128 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat jenis agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada tabel 3.4 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa. Berikut adalah langkah-langkah pengambilan data :

1. Prosedur percobaan
 - Sediakan dua sample pasir sebanyak masing-masing 500 gr
 - Tuangkan pasir ke dalam ayakan no. 200 dan disiram dengan air melalui kran sambil digoyang-goyangka.
 - Saat pencucian, pasir diremas-remas sehingga air yang melewati ayakan no. 200 terlihat jernih dan bersih.
 - Air yang masih berada di pan bersama pasir disedot dengan alat penghisap air
 - Usahakan pasir di dalam pan tidak tumpah keluar
 - Sampel di dalam pan di keringkan dalam oven selama 24 jam
 - Setelah 24 jam, sampel yang ada dalam pan diangkat kemudian ditimbang. Persentase selisih berat mula-mula dengan berat kering setelah pencucian adalah kadar lumpur yang terkandung dalam.\
2. Data-data pada Tabel 3.3 didapat dengan cara pers 3.9 sebagai berikut :

$$KL = \frac{BM - BK}{BM} \times 100\% \quad (3.10)$$

Dimana KL= Kadar lumpur (%)

BM=berat mula-mula

BK= berat sampel setelah di keringkan

Pasir yang memenuhi syarat baik adalah pasir dengan kadar lumpur < 5%

Seluruh alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-4142-1996 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang analisa kadar lumpur pasir. Dari hasil penelitian didapat data pada tabel 3.7 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.7: Data hasil penelitian pada analisa berat isi agregat halus di Laboratorium beton teknik sipil UMSU (2017).

No	<i>Fine Agregate Passing No. 9.5 mm</i>	<i>Sample (gr)</i>
1	<i>Original dry mass of sample, (berat contoh) gr</i>	500
2	<i>Dry mass of sample after washing, (berat contoh kering setelah di cuci) gr</i>	485
3	<i>Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, (berat kotoran agregat lolos saringan no. 200 setelah dicuci) gr</i>	15
4	<i>Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, (persentase kotoran agregat lolos saringan no. 200 setelah dicuci) %</i>	3

Adapun Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut :

I. Analisa data

- Berat contoh kering (A) = 500 gr
- Berat contoh kering setelah dicuci (B) = 485 gr
- Berat kotoran agregat lolos saringan no. 200 (C) = A – B
= 500 – 485 = 15 gr
- Persentase kotoran agregat lolos saringan no.200 setelah dicuci (D)
= $\frac{C}{A} \times 100\%$
= $\frac{15}{500} \times 100\% = 3\%$

3.7. Pelaksanaan penelitian

3.7.1. Trial mix

Mentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis,

memenuhi kekuatan dan keawetan yang di rencanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

3.7.2. Pencampuran (*Mixing*)

Mix design untuk beton ringan pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-3449-2002. Adapun langkah-langkah perencanaannya secara umum adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tekan rencana
2. Menentukan jenis agregat kasar

Tabel 3.8: Jenis agregat ringan yang dipilih berdasarkan tujuan konstruksi (SNI 03-3449-2002).

Konstruksi beton ringan	Beton ringan		Jenis agregat ringan
	Kuat tekan Mpa	Berat isi kg/ m ³	
Struktural			*Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan dari batu serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau abu terbang
Minimum	17,24	1400	
Maksimum	41,36	1850	
Struktural ringan			*Agregat ringan alam seperti scoria atau batu apung
Minimum	6,89	800	
Maksimum	17,24	1400	
Struktural sangat ringan sebagai isolasi maksimum	-	800	*pedit atau vermikulit

3. Menghitung kebutuhan agregat kasar dari berat jenis

$$BI_B = n_r \times \rho_A + (1 - n_f) \times BI_M \quad (3.11)$$

Dimana: BIB = berat isi beton ringa

ρ_A = berat jenis agregat ringan

BIM = berat isi mortar

n_f = fraksi volume agregat kasar ringan

4. Menentukan jumlah fraksi volume agregat kasar

$$0,35 \leq n_f \leq 0,50$$

5. Menentukan campuran adukan untuk semen, air dan pasir

6. Menentukan perbandingan semen pasir air dan agregat kasar untuk *mix design*

3.7.3 Menentukan kuat tekan beton karakteristik yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu.

Perlu dicatat bahwa nilai f_c' berarti kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder. Jika yang diketahui adalah nilai K, maka nilai kuat tekan beton perlu dikonversi. Lebih lanjut tentang konversi ini dapat dibaca di Buku Pedoman Pekerjaan Beton PT Wijaya Karya. Uraian singkat tentang konversi ini adalah sebagai berikut (Rumusan berdasarkan PBBI'71 juga dicantumkan sebagai bahan pertimbangan dan perbandingan):

Tabel 3.9: Notasi Kuat Tekan Beton.

Notasi	Bentuk Benda Uji	Ukuran	Umur yang Diperhitungkan
K	kubus	15 x 15 x 15 cm	28 hari
f_c'	silinder	Dia. 15 cm tinggi 30 cm	28 hari

Tabel 3.10: Rumus Konversi dari K (f_{ck}' atau σ_{bk}) ke C (f_c') atau Konversi Kubus ke Silinder.

Rumus	Keterangan dan Satuan	Referensi
$f_c' = [0.76 + 0.2^{10} \cdot \log(f_{ck}' / 15)] f_{ck}'$	f_{ck}' = kuat tekan karakteristik beton Kubus (Mpa)	SNI T-15-1991-03

Tabel 3.10: *lanjutan*

$C = 0.83 \times K$	K = kuat tekan karakteristik beton Kubus (kg/cm^2)	PBBI'71 SK SNI T-15-1991-03
---------------------	---	--------------------------------

Jika umur beton yang dikehendaki saat diuji belum mencapai 28 hari, maka harus dikonversi juga dengan konstanta sebagai berikut :

Tabel 3.11: Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal pada Berbagai Umur untuk Benda Uji Silinder yang Dirawat di Laboratorium.

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365	Referensi
Semen portland <i>Type I</i>	0.46	0.70	0.88	0.96	1.00	-	-	SNI T-15-1990-03
Semen portland biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35	PBBI'71
Semen portland dengan kuat awal tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20	PBBI'71 SK SNI T-15-1991-03

*beton tidak menggunakan bahan tambah apapun ataupun agregat ringan.

3.7.4 Menentukan defiasi standart (SD)

Data hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus :

- Mewakili bahan-bahan, prosedur pengawasan mutu dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan
- Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan, f'_c , yang nilainya dalam batas ± 7 MPa dari nilai f'_c yang ditentukan
- Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji berurutan yang jumlahnya minimum 30 hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari
- Bila suatu produksi beton hanya memiliki data hasil uji yang memenuhi syarat sebanyak 15-29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari tabel dibawah ini :

Tabel 3.12:Faktor Pengali Deviasi Standar.

Jumlah Data	30	25	20	15	<15
Faktor Pengali	1.0	1.03	1.08	1.16	Tidak boleh

- Jika pelaksana tidak mempunyai catatan hasil pengujian beton serupa pada masa yang lalu / bila data hasil uji kurang dari 15 buah, maka nilai tambah (margin/M) langsung diambil sebesar 12 Mpa.

3.7.5 Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})

Menentukan kuat tekan rata-rata yang direncanakan menggunakan pers.3.12 seperti dibawah ini:

$$f_{cr} = f_c + M \quad (3.12)$$

Dengan: f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata, MPa

f_c = Kuat tekan yang disyaratkan, MPa

M = Nilai tambah, Mpa

3.7.6 Menetapkan jenis semen Portland

Dalam setiap pembangunan konstruksi bangunan memiliki karakteristiknya masing-masing, untuk itu dibutuhkan semen yang cocok untuk setiap karakteristik konstruksi bangunan. Berikut adalah tipe semen portland yang umum digunakan:

Tabel 3.13:Jenis Semen Portland Menurut PUBI 1982.

Type pc	Syarat Penggunaan	Pemakaian
I	Kondisi biasa, tidak memerlukan persyaratan khusus	Perkerasan jalan, gedung, jembatan biasa dan konstruksi tanpa serangan sulfat
II	Serangan sulfat konsentrasi sedang Catatan: semen jenis ini menghasilkan panas hidrasi yang lebih rendah daripada tipe I	Bangunan tepi laut, dam, bendungan, irigasi dan beton massa

Tabel 3.13: *lanjutan*

III	Kekuatan awal tinggi Catatan: semen tipe ini cepat mengeras dan menghasilkan kekuatan besar dalam waktu singkat, kekuatan beton yang dihasilkan semen tipe ini dalam 24 jam, sama dengan kekuatan beton dengan semen biasa dalam 7 hari	Jembatan dan pondasi dengan beban berat
-----	--	---

IV	Ketahanan yang tinggi terhadap sulfat dalam air tanah, daya resistensinya lebih baik dari semen tipe II Catatan: perlindungan khusus terhadap bahaya korosi akibat air laut, air danau dan air tambang	Bangunan dalam lingkungan asam, tangki bahan kimia dan pipa bawah tanah
----	--	---

3.7.7. Menetapkan jenis agregat

Jenis kerikil dan pasir ditetapkan, apakah berupa agregat alami (tak dipecahkan) atau agregat jenis batu pecah (*crushed aggregate*).

3.7.8. Menentukan faktor air semen (FAS)

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan pada hubungan kuat tekan dan FAS yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman, dapat dipergunakan Tabel dan Grafik-grafik berikut ini :

Tabel 3.14: Perkiraan kekuatan tekan (N/mm²) beton dengan faktor air semen 0.5 dan jenis semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (N/mm ²) pada umur(hari)				Benda uji
		3	7	28	91	
Portland tipe I, dan semen tahan sulfat tipe II dan v	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecah	20	28	40	48	kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	

Tabel 3.14: *lanjutan*

Portland tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	kubus

700	Batu pecah	30	40	53	60	70
-----	------------	----	----	----	----	----

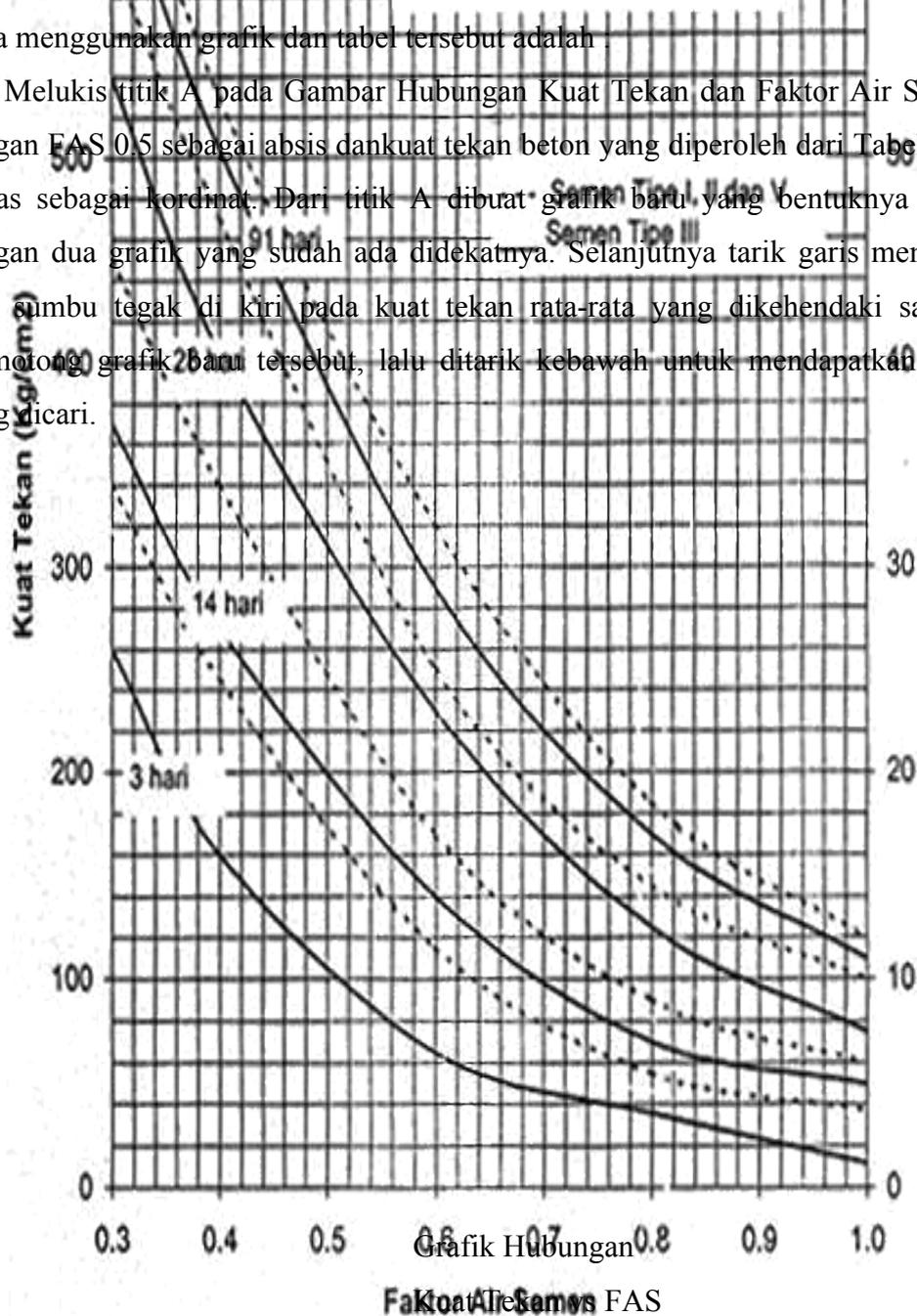
Catatan :

* $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ MPa}$

* Kuat tekan silinder (dia. 150 mm, h=300 mm) = 0.83 kuat tekan kubus (150x150x150 mm³).

Cara menggunakan grafik dan tabel tersebut adalah :

Melukis titik A pada Gambar Hubungan Kuat Tekan dan Faktor Air Semen dengan FAS 0.5 sebagai absis dan kuat tekan beton yang diperoleh dari Tabel 3.14 di atas sebagai koordinat. Dari titik A dibuat grafik baru yang bentuknya sama dengan dua grafik yang sudah ada didekatnya. Selanjutnya tarik garis mendatar dari sumbu tegak di kiri pada kuat tekan rata-rata yang dikehendaki sampai memotong grafik baru tersebut, lalu ditarik kebawah untuk mendapatkan FAS yang dicari.



Benda Uji Berbentuk Silinder
(diameter 150 mm, tinggi

Gambar 3.1: grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm tinggi 300 mm).

3.7.9. Menetapkan Faktor Air Semen Maksimum

Lihat Tabel 3.15-3.17 dibawah ini, jika FAS maksimum ini lebih rendah dari Langkah 3.7.8, maka FAS maksimum ini yang digunakan.

Tabel 3.15.FAS Maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus.

Jenis Pembetonan	FAS Maksimum
Beton didalam ruang bangunan:	
a. Keadaan keliling non-korosif	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0.52
Beton diluar ruang bangunan:	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
Beton yang masuk kedalam tanah:	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Tabel 3.16
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Tabel 3.17

Tabel 3.16: Kebutuhan semen Minimum dan FAS Maksimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.

Konsentrasi sulfat (SO ₃) Dalam Tanah			Jenis semen	Kandungan semen minimum (kg/ m ³)			Faktor air semen (FAS) maks.
Total (SO ₃) %	(SO ₃) dalam campuran an air : tanah =2:1 (g/lt)	(SO ₃) dalam campuran air tanah (g/lt)		Ukuran maksimum agregat (mm)			
				40	20	10	
<0.2	<0.1	<0.3	Tipe I dengan atau tanpa pozzoland (15-40%)	280	300	350	0.5

Tabel 3.16: *lanjutan*

0.2-0.5	1.0-1.9	0.3-1.2	Tipe I tanpa pozzolan	290	330	380	0.5
			Tipe I dengan pozzolan (15-40%) atau portland	270	310	360	0.55

			Pozzolan tipe II atau V	250	290	430	0.55
0.5-1.0	1.9-3.1	1.2-2.5	Tipe I dengan pozzolan (15-40%) atau semen portland	340	380	430	0.45
			Pozzolan Tipe II atau V	290	330	380	0.5
1.0-2.0	3.1-5.6	2.5-5.0	Tipe II atau V	330	370	420	0.45
>2.0	>5.6	>5.0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	330	370	420	0.45

Tabel 3.17: Kebutuhan semen Minimum dan FAS Maksimum untuk Beton bertulang/prategang kedap air.

Berhubungan dengan	FAS maksimum	Tipe semen	Kandungan semen minimum (kg/m ³) Ukuran maksimum (mm)	
Air tawar	0.5	Semua tipe I-V	40	20
Air payau	0.45	Tipe I + pozzolan (15-40%) semen portland	340	300
	0.50	pozzolan tipe II atau V	290	330
Air laut	0.45	Tipe II atau V	330	370

3.7.10. Menetapkan kadar air bebas

Untuk agregat tidak dipecah dan agregat dipecah menggunakan Tabel 3.18 dibawah ini:

Tabel 3.18:Perkiraan Kebutuhan Air (liter) Per Meter Kubik Beton (PBI'71).

Besarnya ukuran maksimum agregat (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		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
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan:

* Koreksi suhu diatas 20°C, setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m³ adukan beton.

* Kondisi permukaan untuk agregat yang kasar harus ditambah air ± 10 liter per m³ adukan beton.

* Menghitung kebutuhan semen minimum.

3.7.11. Menghitung Kebutuhan Semen minimum

Ditetapkan dengan tabel-tabel dibawah ini. Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus, misalnya: lingkungan korosif, air payau dan air laut.

Tabel 3.19: Kebutuhan Semen Minimum untuk Berbagai Pembedaan dan Lingkungan Khusus.

Jenis pembedaan	Semen minimum (kg/m ³ beton)
Beton didalam ruang bangunan:	
a. Keadaan keliling non-korosif	275
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325
Beton diluar ruang bangunan:	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275

Tabel 3.19: *lanjutan*

Beton yang masuk kedalam tanah	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Tabel 3.16
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Tabel 3.17

3.7.12. Menentukan daerah gradasi agregat halus

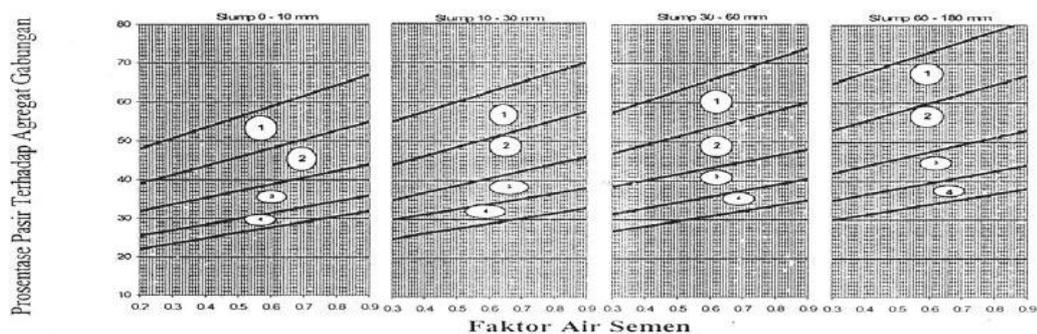
Mengklasifikasi daerah gradasi agregat dengan menggunakan data Tabel 3.20 berikut ini:

Tabel 3.20: Batas gradasi pasir.

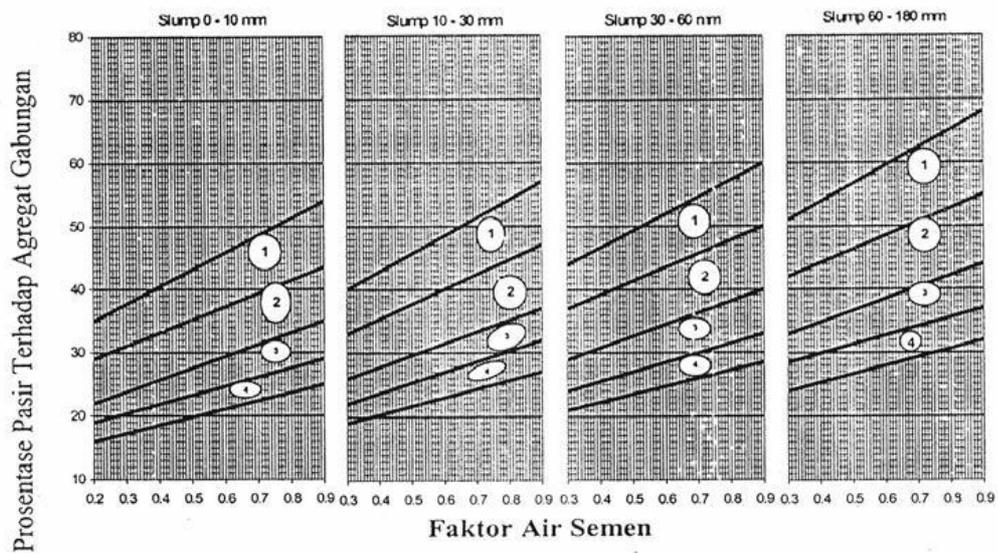
Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	1	2	3	4
10.00	100	100	100	100
4.80	90-100	90-100	90-100	95-100
2.40	60-95	75-100	85-100	95-100
1.20	30-70	55-90	75-100	90-100
0.60	15-34	35-59	60-79	80-100
0.30	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

3.7.13. Menghitung perbandingan agregat halus dengan agregat kasar

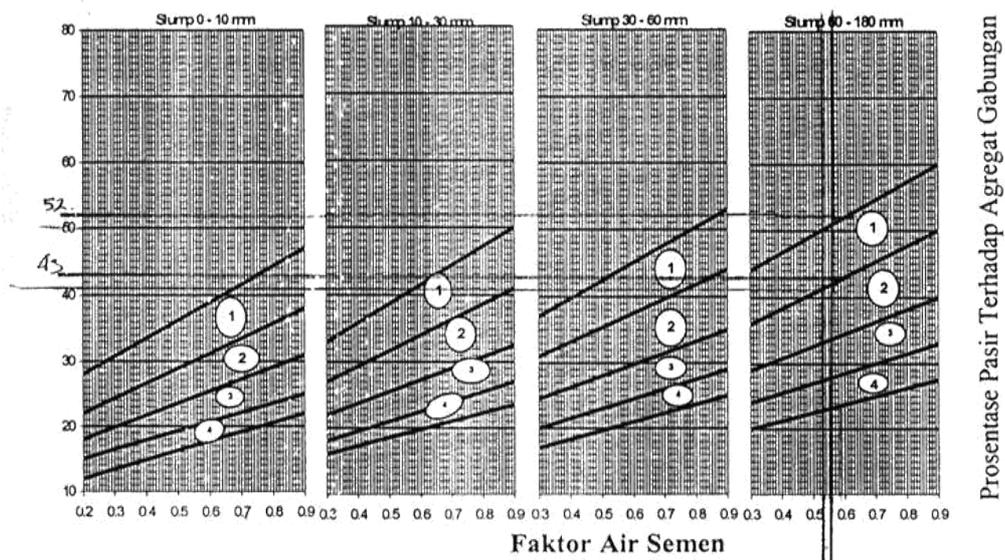
Diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan berat agregat campuran. Penetapan dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum agregat kasar, nilai *slump*, FAS dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dan (Gambar 3.2, 3.3, dan 3.4) dapat diperoleh persentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran.



Gambar 2.2: Grafik Persentase Agregat Halus terhadap Agregat Keseluruhan (Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm).



Gambar 2.3: Grafik Persentase Agregat Halus terhadap Agregat Keseluruhan (Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm).



Gambar 2.4: Grafik Persentase Agregat Halus terhadap Agregat Keseluruhan (Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm).

3.7.14. Menghitung berat jenis agregat campuran

$$B_j \text{ camp} = P/100 \times b_j \text{ ag hls} + K/100 \times b_j \text{ ag ksr}$$

Jadi:

$B_j \text{ camp}$ = Berat jenis agregat campuran

$B_j \text{ ag hls}$ = Berat jenis agregat halus

$B_j \text{ ag ksr}$ = Berat jenis agregat kasar

- P = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran
 K = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

Berat jenis agregat ditentukan berdasarkan dengan data hasil uji laboratorium, bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini :

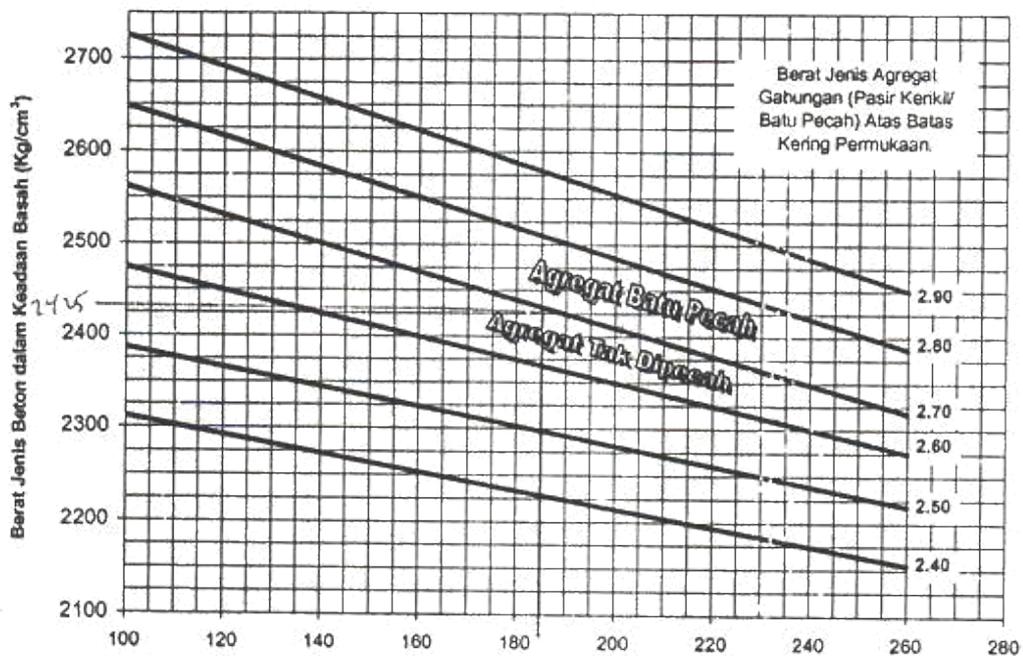
Agregat tak dipecah / alami = 2.6 gr/cm³

Agregat dipecah = 2.7 gr/cm³

3.7.15. Menentukan berat jenis beton

Caranya adalah :

- Dari berat jenis agregat campuran pada langkah 3.7.14 dibuat garis kurva berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis kurva yang paling dekat dengan garis kurva pada Gambar 3.5.
- Kebutuhan air yang dimasukkan dalam Gambar 3.5. dan dari nilai ini ditarik garis vertikal keatas sampai mencapai kurva yang dibuat pada langkah pertama
- Dari titik potong ini, tarik garis horisontal kekiri sehingga diperoleh nilai berat jenis beton.



Gambar 3.5:Perkiraan Berat Jenis Beton Basah yang Dimampatkan Secara Penuh

3.7.16. Koreksi proporsi campuran

Dalam perhitungan diatas, agregat halus dan agregat kasar dianggap dalam keadaan jenuh kering muka (SSD), sehingga di lapangan yang pada umumnya keadaan agregatnya tidak jenuh kering muka, harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya. Koreksi harus dilakukan minimum satu kali per hari.

Jika kadar air agregat melebihi kemampuan penyerapan agregat, maka agregat sudah mengalami kejenuhan dan mengandung air berlebih, maka harus mengurangi kadar air bebas agar komposisi tetap seimbang, dan demikian pula sebaliknya.

Hitungan koreksi dilakukan dengan rumus berikut:

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

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

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

Dengan:

B = Jumlah kebutuhan air (kg/m^3 atau ltr/m^3)

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

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

Ck = kandungan air dalam agregat halus (%)

Dk = kandungan air dalam agregat kasar (%)

Ca = Absorpsi air pada agregat halus (%)

Da = Absorpsi air pada agregat kasar (%)

3.7.17. Proses pengolahan plastik PET menjadi agregat kasar

Plastik PET yang awalnya berupa botol-botol plastik minuman belum bisa digunakan untuk menjadi agregat pengganti krikil, maka dari itu dibutuhkan pengolahan terlebih dahulu dengan cara pemasakan.

Berikut merupakan langkah cara mengolah plastik PET menjadi agregat kasar:

- Plastik PET yang telah dibersihkan dari kotoran yang menempel kemudian dipanaskan diatas kompor hingga meleleh sepenuhnya.
- Tuangkan lelehan plastik PET ke cetakan aluminium, dan dinginkan dengan suhu ruangan. Cetakan aluminium digunakan agar plastik tidak lengket atau menyatu dengan cetakan.

- Setelah mengeras hancurkan plastik PET menjadi bongkahan-bongkahan kecil sesuai kebutuhan, menggunakan palu.

3.7.18. Pencampuran (*Mixing*)

Setelah didapatkan perencanaan campuran yang benar, maka langkah selanjutnya adalah pencampuran (pengecoran) sampel. Semua material disiapkan sesuai kebutuhan, kemudian masukkan bahan agregat halus dan kasar (pasir dan agregat plastik PET), kemudian disusul dengan semen. Setelah menyatu, masukkan air secara bertahap (sedikit demi sedikit) sampai campuran menjadi homogen kemudian dituang ke wadah sebelum dimasukkan ke dalam cetakan.

Untuk penggunaan *foam agent*, sebelum dimasukkan air ke dalam mesin pengaduk, *foam* dibentuk terlebih dahulu di tempat terpisah dengan cara mencampurkan *foam* dengan air sebanyak 1:25 volume air, kemudian diaduk menggunakan mixer modifikasi sehingga membentuk busa. Setelah busa *foam agent* terbentuk, maka busa tersebut dimasukkan ke dalam mesin pengaduk sebelum dimasukkan air sehingga campuran dapat mengembang.

3.7.19. Pencetakan benda uji

Untuk cetakan benda uji sebelumnya dibersihkan dahulu dari kotoran dan sisa-sisa beton sebelumnya agar bentuk sampel benda uji tidak terganggu. Pada dinding bagian dalam cetakan diberikan solar atau *vaseline* agar beton tidak menempel pada dinding cetakan.

Setelah beton segar terbentuk, maka beton tersebut dimasukkan ke dalam cetakan sedalam 1/3 bagian, kemudian diaduk menggunakan alat *vibrator* atau di pukul-pukul pinggirannya menggunakan palu kayu agar campurannya semakin *homogen* dan tidak terjadi *segresi*. Kemudian dimasukkan lagi 1/3 bagian dan diaduk kembali dengan *vibrator*, hingga akhirnya cetakan penuh terisi dan bagian permukaan atas beton segar tersebut diratakan.

3.7.20. Pengujian kuat tekan, Kuat tarik dan Absorpsi

3.7.20.1. Kuat tarik beton

Salah satu kelemahan beton adalah mempunyai kuat tarik yang sangat kecil dibandingkan dengan kuat tekannya yaitu 10%-15% f'_c . Kuat tarik beton berpengaruh terhadap kemampuan beton didalam mengatasi retak awal sebelum dibebani. Pengujian terhadap kuat tarik beton dapat dilakukan dengan cara:

- Pengujian tarik langsung, untuk menguji tarik langsung pada spesimen silinder maupun prisma, dilakukan dengan menempelkan benda uji pada suatu plat besi dengan lem epoxy. Tetapi benda uji harus degreasi dengan gerinda intan untuk menghilangkan pengaruh pengecoran atau vibrasi. Beban kecepatan 0.005 Mpa/detik sampai runtuh.

3.7.20.2. Kuat tekan beton

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 10-65 Mpa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kekuatan berkisar 17-30 Mpa, sedangkan untuk beton prategang berkisar 30-45 Mpa. Untuk keadaan dan keperluan struktur khusus, beton *ready mix* sanggup mencapai kuat tekan 62 Mpa dan untuk memproduksi beton kuat tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat dalam laboratorium (dipohusodo,1993).

Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaisemen, jumlah pemakain air, proporsi campuran beton, perawatan beton (*curing*), usia beton ukuran dan bentuk sampel, dapat dipengaruhi kekuatan tekan beton. Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.13)$$

Dimana : $f'c$ = Gaya tekan (kg/cm^2)

P = Beban tekan (kg)

A = luas bidang permukaan (cm^2)

Pada saat dilakukan pengujian tekan pada benda uji dengan perencanaan yang mutu yang sama tentu pada akhirnya akan menghasilkan nilai uji tekan yang masing-masing sedikit berbeda nilainya. Faktor perbedaan (penyimpangan atau deviasi) ini harus diperhatikan dalam menghitung besarnya nilai kuat tekan

beton, karena semakin besar penyimpangan maka semakin kecil nilai kuat tekan yang akan didapat.

Menurut “SK SNI 03-2847-2002 (tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung)” nilai deviasi standart (S) ditetapkan jika fasilitas produksi beton (pembuatan beton) mempunyai catatan hasil uji, dengan syarat:

- a. Jenis bahan dasar beton serupa dengan yang akan dibuat.
- b. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada kisaran 7 Mpa dari kuat tekan yang akan dibuat.
- c. Jumlah contoh minimum 30 buah berurutan atau 2 kelompok sampel yang masing-masing berurutan dengan jumlah seluruhnya minimum 30 buah.
- d. Nilai deviasi standar dihitung dengan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(f'c - f'cr)^2}{n - 1}} \quad (3.14)$$

Dimana:

S : deviasi standar (Mpa)

$f'c$: kuat tekan masing-masing sampel beton (Mpa)

$f'cr$: kuat tekan rata-rata (Mpa)

n : Banyaknya kuat tekan

3.7.20.3. Absorpsi

Untuk pengujian absorpsi, maka setelah dikeringkan, benda uji ditimbang kembali sehingga bert sampel kering. Untuk pengujian kuat tarik belah, digunakan “*split cylinder test*” dengan pers. 3.15 dan 3.16:

$$T = \frac{2P}{\pi ld} \quad (3.11)$$

Dimana : T = kuat tarik beton (MPa)

P = beban hancur (N)

L = panjang spesimen (mm)

D = diameter spesimen (mm)

Sedangkan untuk kuat tekan beton, digunakan persamaan :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.12)$$

Dimana : $f'c$ = Gaya tekan (kg/cm²)

P = Beban tekan (kg)

A = luas bidang permukaan (cm²)

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembentukan Agregat Kasar Plastik PET

Plastik PET yang digunakan adalah limbah bekas penggunaan kemasan botol minuman yang telah digiling/dicacah sehingga berbentuk serpihan-serpihan pipih. Plastik tersebut dimasukkan sedikit demi sedikit agar cepat panas dan meleleh. Plastik PET yang didapat dalam bentuk serpihan memudahkan peneliti dalam proses pelelehan karena luas permukaan yang lebih kecil membuat plastik lebih cepat leleh. Untuk membentuk agregat dengan ukuran yang sesuai, plastik PET yang telah dilelehkan kemudian dituang ke dalam cetakan berukuran 30 x 30 x 5 cm dengan tebal ± 4 cm agar didapatkan butiran agregat dengan diameter maksimum 40 mm. Setelah mendingin plastik tampak retak dikarenakan menyusutnya kadar air di dalam plastik tersebut. Agregat yang telah dihancurkan menjadi bentuk yang lebih kecil kemudian diayak melalui ayakan dengan diameter 38mm – 4,75mm untuk mendapatkan gradasi yang sesuai dengan perencanaan. Gradasi modulus kehalusan untuk agregat kasar memiliki syarat FM dengan rentang 5,5-7,52. Plastik yang tidak memenuhi ukuran gradasi yang direncanakan (terlalu besar), dihancurkan kembali menjadi butiran yang lebih kecil. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan gradasi ukuran yang memenuhi persyaratan.

Secara visual, plastik yang telah mengeras berwarna putih dengan permukaan mengkilat di bagian atas dan di bagian yang menempel pada dinding cetakan. Setelah dihancurkan, bagian plastik yang pecah tersebut memiliki permukaan yang cukup kasar sehingga bentuknya menyerupai batu pecah. Tetapi, dengan permukaan plastik yang mengkilat, maka dapat berpengaruh terhadap kekuatan lekat antar agregat dan semen saat dilakukan pencampuran.

4.2. Hasil pengujian agregat

Pengujian agregat meliputi pengujian berat isi agregat kasar, berat isi agregat halus berat jenis dan absorpsi agregat kasar, berat jenis dan absorpsi agregat halus, kadar lumpur agregat halus, analisa ayakan pasir dan analisa ayakan kerikil. Berikut diuraikan dalam tabel hasil pengujian agregat kasar (plastik PET) dan agregat halus (pasir).

Tabel 4.1. Hasil pengujian agregat kasar plastik PET

No.	Pengujian	Agregat Kasar (Plastic PET)
1	Modulus Kehausan	8,03
2	Berat Jenis SSD	1,379
3	Berat Isi (kg/ m ³)	885,765
4	Absorbs (%)	1,214

Tabel 4.2. Hasil pengujian agregat halus

No.	Pengujian	Agregat Halus (Pasir)
1	Modulus kehalusan	2,21
2	Berat Jenis SSD	2,503
3	Berat Isi (kg/m ³)	1525,885
4	Absorbs (%)	1,758
5	Kadar lumpur (%)	3

4.3. Perencanaan campuran beton

Dalam pembuatan beton dibutuhkan perencanaan material dan tujuan pembuatan beton tersebut, maka dari itu *mix design* diperlukan dalam penelitian ini, berikut perhitungan *mix design* menggunakan data yg didapat dari langkah 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3: perencanaan campuran beton SNI T-15-1990-03.

No	Uraian	Tabel/grafik perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang di isyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	17 Mpa
2	Devisiasi standard	Butir 3.7.4.	12 Mpa atau tanpa data
3	Nilai tambah (margin)	Ditetapkan SNI	1,64 x 12 = 19,68 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	Butir 3.7.5.	17 + 19,68 = 36,68 Mpa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Cemen portland type 1

6	Jenis agregat : - kasar - Halus	-	Plastik PET Pasir
7	Faktor air semen bebas	Tabel 3.14, Gambar: 3.1	0,37%
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 3.15	0,60%

Table 4.3: *Lanjutan.*

9	Slump	Ditetapkan SNI	30 – 60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan SNI	40 mm
11	Kadar air bebas	Butir 3.7.10. Tabel 3.18	190 kg/m ³
12	Jumlah semen	11 : 8	349,9 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	349,9 kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Butir 3.7.11 Tabel 3.19.	275 kg/m ³
15	Faktor air yang disesuaikan	-	-
16	Susunan besar butir agregat halus	Butir 3.7.12.	Daerah gradasi susunan butir 3
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Butir 3.6.2.1.	
18	Persen agregat halus	Gambar: 3.4.	34%
19	Berat jenis relatif agregat (kering permukaan)	Diketahui	2,7 %
20	Berat isi beton	Gambar: 3.5.	2435
21	Kadar agregat gabungan	Uraian no. 20 - (12 + 11)	= 2435 – (349,90 + 190) = 1895,1 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 × 21	0,4 × 1895,1 = 701,18 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	1895,1 – 701,18 = 1193,91 kg/m ³
24	Proporsi campuran - tiap m ³ - tiap campuran uji m ³	Semen (kg) Air (kg/lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan
25	Koreksi proporsi campuran	Butir 3.7.16.	Semen = 349,9 kg/m ³ Air = 198,73 kg/m ³ Pasir = 708,68 kg/m ³ Plastik = 1204,83 kg/m ³

Jadi :

Ukuran tabung = D = 15

T = 30

volume tabung = $1/4 \times \pi \times D^2 \times t$

$$= 0,0053\text{m}^3$$

Maka :

Proporsi campuran untuk 1 benda uji :

- semen : banyak semen x volume tabung
 $349,9 \times 0,0053 = 1,85447 \text{ kg/m}^3$
- air : banyak air x volume tabung
 $198,73 \times 0,0053 = 1,053269 \text{ kg/m}^3$
- pasir : banyak pasir x volume tabung
 $708,68 \times 0,0053 = 3.756004 \text{ kg/m}^3$
- plastik : banyak plastik x volume tabung
 $1204,83 \times 0,0053 = 6,385599 \text{ kg/m}^3$
- bahan tambah sebanyak 1%
 $1/100 \times 1,85447 \text{ kg/m}^3 = 0.001854 \text{ kg/m}^3$

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji :

Semen : pasir : plastik : air : bahan tambah
 1 : 2.02 : 3.4 : 0.6 : 0.0018

4.4. Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Agregat Plastik PET

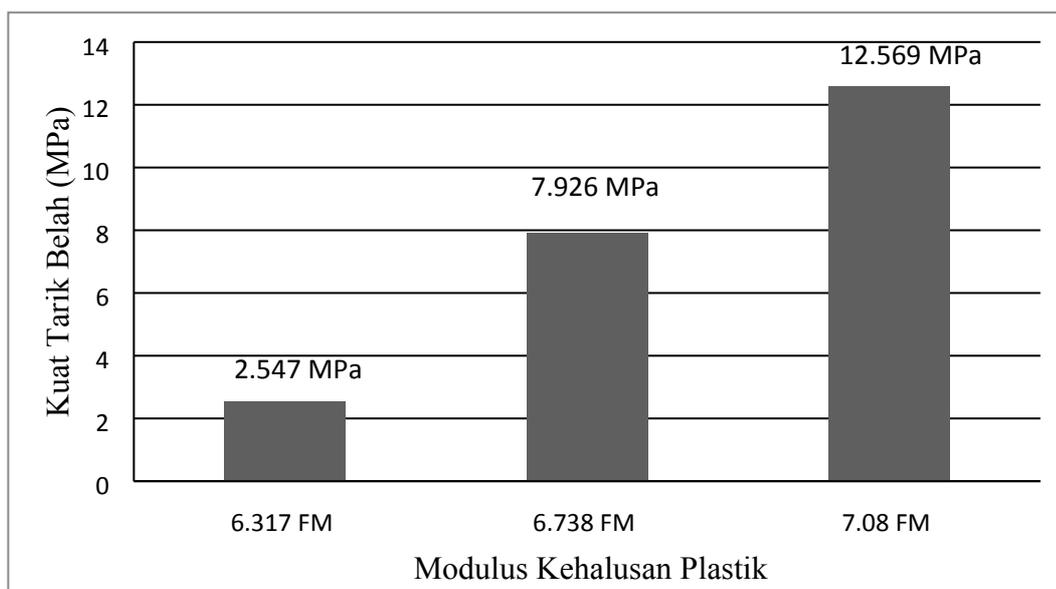
Pengujian ini dilakukan pada umur 28 hari. Pada kuat tekan beton yang telah di beri penambahan bahan kimia accelerator (Sika) sebanyak 1% dengan jumlah benda uji 3 buah untuk setiap modulus kehalusan, maka didapat kuat tekan rata-rata 2.54 MPa, 7.92 MPa dan 12.56 MPa seperti yang di tunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil pengujian kuat tekan.

No	Modulus Kehalusan Plastik (FM)		Umur (hari)	Benda uji	Kuat tekan		Rata-rata (MPa)
					kN	MPa	
1	6,317	Sampel 1	28	Silinder 15 x 30 cm	50	2.830	2.547
		Sampel 2			35	1.981	
		Sampel 3			50	2.830	
2	6,736	Sampel 1			158	8.945	7.926

3	7,08	Sampel 2			146	8.266	12,569
		Sampel 3			116	6.567	
		Sampel 1			222	12.569	
		Sampel 2			214	12.116	
		Sampel 3			230	13,021	

Grafik kuat tekan rata-rata pada beton ringan campuran plastik PET dan bahan tambah kimia (sika) dapat dilihat pada Gambar: 4.1.



Gambar 4.1: Grafik kuat tekan rata-rata

Data yang didapat melalui mesin *compression test* memiliki satuan kN, sehingga perlu diubah satuannya menjadi MPa dengan cara berikut.

$$\text{MPa} = \frac{(kN) \times 1000}{\pi r^2 \times 100} \quad (4.1)$$

Dari data di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan sampel yang didapat belum memenuhi syarat kuat tekan beton ringan sebesar 17 MPa. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti kekuatan agregat plastik yang jauh di bawah kekuatan batu kerikil biasa, ataupun disebabkan oleh kurang lekatnya agregat plastik dengan material lain sehingga mayoritas beban dipikul oleh pasir dan campuran semen. Dapat dilihat juga bahwa semakin besar FM sampel maka

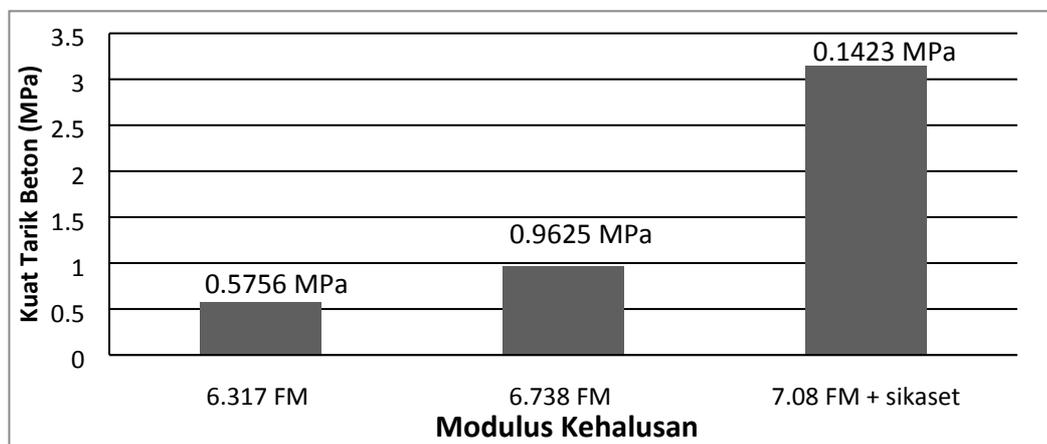
semakin besar kuat tekan yang dapat dipikul oleh sampel. Kuat tekan maksimum 12,569 MPa dicapai pada sampel dengan FM 7,08.

4.5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Agregat Plastik PET

Berikut ditampilkan hasil pengujian kuat tarik belah sampel beton dengan agregat plastik PET.

Tabel 4.5: Hasil pengujian kuat tarik beton.

No.	Modulus Kehalusan Plastik (FM)		Umur (hari)	Benda Uji	Kuat Tarik Beton		Rata-rata (MPa)
					kN	MPa	
1	6,317	Sampel 1	28	Silinder 15x30 cm	30	0.425	0.5756
		Sampel 2			28	0.396	
		Sampel 3			64	0.906	
2	6,738	Sampel 1			62	0.878	0.9625
		Sampel 2			76	1.076	
		Sampel 3			66	0.934	
3	7,08	Sampel 1			222	3.142	3.1423
		Sampel 2			214	3.029	
		Sampel 3			230	3.255	



Gambar 4.1: Grafik kuat Tarik Beton

Sama seperti kuat tekan, satuan pada mesin *compression test* menggunakan satuan kN, sehingga harus dilakukan perubahan satuan menjadi MPa dengan cara berikut:

$$\text{MPa} = \frac{2 \text{ (kN)} \times 1000}{\pi r^2 \times 100} \quad (4.2)$$

Dari data di atas menunjukkan bahwa sampel tidak dapat menahan beban tarik struktural, dikarenakan sifat asal beton yang memang lemah terhadap beban tarik, ditambah dengan penurunan kualitas agregat yang dipakai sehingga mengurangi kekuatan untuk menahan beban tarik beton. Tetapi dapat dilihat juga sampel dengan FM yang tinggi memiliki kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan dengan sampel FM rendah dan kuat tarik belah maksimum dicapai pada sampel dengan FM 7,08 sebesar 3.1423MPa.

4.6. Diskusi

Dalam beton, hampir lebih dari 70 % kekuatannya dipikul oleh agregat kasarnya. Semakin kasar agregat yang digunakan, maka semakin besar kekuatan yang dapat dipikul oleh beton tersebut. Maka dapat dikatakan bahwa tingkat kekasaran (FM) berpengaruh pada kekuatan beton. Semakin besar nilai kekasaran (FM) maka butiran agregat kasar semakin kasar yang membuat kekuatan beton tersebut bertambah, sedangkan semakin kecil FM yang digunakan maka kekuatan beton semakin berkurang karena agregat yang digunakan cenderung lebih halus.

Penggunaan *foam agent* untuk meringankan beton dengan memperbanyak rongga-rongga udara dalam campuran beton membuat jumlah agregat kasar di dalam campuran beton menjadi lebih sedikit. Hal ini membuat beton menjadi lebih ringan, tetapi juga kekuatan beton semakin jauh berkurang karena kandungan agregat kasar semakin sedikit. Maka dari itu untuk menjaga kekuatan dari beton, penggunaan *foam* tidak dianjurkan karena membuat kekuatan beton jauh berkurang.

Faktor lain penyebab tidak tercapainya mutu untuk beton struktural adalah kemungkinan adanya *human error* baik pada saat perencanaan *mix design* maupun saat proses pengecoran. Bahan agregat kasar olahan plastik PET yang digunakan hanya cukup untuk satu kali percobaan, sehingga tidak dapat dilakukan *trial mix* dan pengujian kekuatan agregat kasar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil yaitu sebagai berikut :

1. Limbah plastik PET dapat dijadikan substitusi untuk agregat kasar dalam pembuatan beton ringan yang sesuai dengan standar gradasi dan variasi FM.
2. Beton ringan dengan agregat plastik PET memiliki berat isi rata-rata $1357,113 \text{ kg/m}^3$ untuk FM 6,317 , $1733,2 \text{ kg/m}^3$ untuk FM 6,738 dan $1717,528 \text{ kg/m}^3$ untuk FM 7,08 yang masuk ke dalam kriteria berat isi untuk beton ringan struktural ($1400\text{-}1800 \text{ kg/m}^3$).
3. Kuat tarik beton pada sampel beton ringan beragregat plastik PET didapatkan rata-rata $0,57 \text{ MPa}$ untuk FM 6,317 , $0,96 \text{ MPa}$ untuk FM 6,738 dan $3,14 \text{ MPa}$ untuk FM 7,08.
4. Kuat tekan pada sampel beton ringan beragregat plastik PET diapatkan rata-rata $2,55 \text{ MPa}$ untuk FM 6,317 , $7,93 \text{ MPa}$ untuk FM 6,738 dan $12,57 \text{ MPa}$ untuk FM 7,08.
5. Kuat tekan maksimum dicapai pada sampel beton dengan FM 7,08 sebesar $12,57 \text{ MPa}$.
6. Dari kuat tekan maksimum yang dihasilkan maka berdasarkan Tabel 3.8 (SNI 03-3449-2002), beton tersebut belum bisa dikategorikan sebagai

beton struktural, tetapi masih dapat digunakan untuk konstruksi beton struktural ringa

5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

- a. Penggunaan *foam* untuk beton ringan struktural tidak disarankan, karena membuat beton menjadi semakin lemah dengan timbulnya rongga-rongga udara di dalam beton.
- b. Penggunaan *foam* dipakai sebagai peringan saja, tidak bisa untuk menambah kekuatan.
- c. Untuk menambah kekuatan dapat menggunakan bahan aditif seperti *super plasticizer* atau bahan lainnya yang dapat memperkuat beton ringan tersebut.
- d. Penggunaan plastik PET dengan campuran plastik lain dapat dilakukan untuk melihat pengaruh variasi gradasi agregat terhadap kekuatan beton ringan untuk struktural.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Enjiniring PT. WijayaKarya, 2004, *Pedoman Pekerjaan Beton*. PT. WijayaKarya :Jakarta.
- Surat Edaran Menteri PU dan Perumahan Rakyat, No: 22/SE/M/2015, Pedoman PenggunaanBahan Tambah Kimia (*chemical Admixture*) dalam beton.
- Casanova-del-Angel, Francisco. 2012, *Manufacturing Light Concrete with PET Aggregate*.International Scholarly Research ISRN Civil Engineering vol. 2012 10 pages.
- Dipohusodo, Istimawan. 1993, *Struktur Beton Bertulang*, Departemen Pekerjaan Umum :Jakarta.
- Modern Plastics and Harper, Charles A. 2000, *Modern Plastics Handbook*. McGraw-Hill : New York.
- Mulyono, Tri. 2004, *TeknologiBeton*, Yogyakarta: Andi.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M. 1999, *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Neville, A.M. 1987, *Concrete Technology*, London: Longman Group Ltd.
- Nugraha, Paul danAntoni.2007, *Teknologi Betondari Material, Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi*. PenerbitAndi : Yogyakarta.

- Pratikto. 2010. *Beton Ringan Beragregat Limbah Botol Plastik Jenis PET (Polyethylene Terephthalate)*, Seminar Nasional Teknik Sipil 2010, Politeknik Negeri Jakarta.
- Riyadi, Mohtarom dkk. 2015, *Pemanfaatan Limbah Plastik Simpul Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton*. Jurnal Politeknologi Vol. 14 No. 1, Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Rommel, Erwin. 2013, *Pembuatan Beton Ringan dari Agregat Buatan Berbahan Plastik*. Jurnal Gamma vol. 9 no.1 September 2013.
- Sina, Dantje A. T. dkk.2012, *Pengaruh Penambahan Cacahan Limbah Plastik Jenis HighDensity Polyethylene (HDPE) pada Kuat Lentur Beton*. Jurnal Teknik Sipil Vol. 1 No. 4.Kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Soebandono, Bagusdkk.2013, *Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol. 16, No. 1, Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Susilorini, Retno. 2011, *Teknologi Beton Lanjutan Durabilitas Beton Edisi 2*. Semarang: Surya PerdanaSemesta.
- Wight, James K. and MacGregor, James G. 2009, *Reinforced Concrete : Mechanics andDesign Fifth Edition*. Pearson Education, Inc.:New Jersey.
- Zebua, winner S B. 2015,*Pengaruh Gradasi limbah plastic PET sebagaia gregat kasar terhadap kuat tekan beton ringan struktural*. Medan: universitas sumatera utara

LAMPIRAN

DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI
LABORATORIUM BETON PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA



Plastic PET



Pelelehan plastic PET



Plastik PET yang Baru Saja Dituang ke Cetakan



Plastik PET yang Mulai Mendingin



Plastik PET yang sudah Mendingin



Plastik PET yang Sudah Dihancurkan Menjadi Agregat



Cetakan silinder



Accelerator



Pembuatan foam



Foam yang sudah jadi



Pencetakan beton



Penimbangan sampel



Pengujian kuat tekan





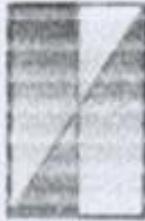
Hasil Pengujian Kuat Tarik untuk FM 1



Hasil Pengujian Kuat Tarik untuk FM 2



Hasil Pengujian Kuat Tarik untuk FM 3



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No	: 1
	Sampling Date	: 01 Maret 2017
	Testing Date	: 06 Maret 2017

Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average Weight	%	Retained	Passing
38.1 (1.5 in)	0	0	0	0.00	0.00	0.00
19.0 (3/4 in)	837	776	806.5	40.33	40.33	59.68
9.52 (3/8 in)	610	718	664	33.20	73.53	26.48
4.75 (No. 4)	237	283	260	13.00	86.53	13.48
2.36 (No. 8)	0		0	0.00	86.53	13.48
1.18 (No.16)	0		0	0.00	86.53	13.48
0.60 (No. 30)	0		0	0.00	86.53	13.48
0.30 (No. 50)	0		0	0.00	86.53	13.48
0.15 (No. 100)	0		0	0.00	86.53	13.48
Pan	316	223	269.5	13.48	100	0
Total	2000	2000	2000	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{733.00}{100} = 7.33$$

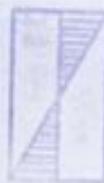
Good gradation class :

$$5.5 \leq FM \leq 7.5$$

Medan, 12 juni 2017

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No	: 1
	Sampling Date	: 01 Maret 2017
	Testing Date	: 06 Maret 2017

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian tugas akhir
Tested By	Deo Kasworo

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0.00	0.00	100.00
19.0 (3/4 in)	0	0	0	0.00	0.00	100.00
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0.00	0.00	100.00
4.75 (No. 4)	0	0	0	0.00	0.00	100.00
2.36 (No. 8)	63	71	67	6.70	6.70	93.30
1.18 (No.16)	171	254	212.5	21.25	27.95	72.05
0.60 (No. 30)	266	286	276	27.60	55.55	44.45
0.30 (No. 50)	242	201	221.5	22.15	77.70	22.30
0.15 (No. 100)	204	148	176	17.60	95.30	4.70
Pan	54	40	47	4.70	100	0
Total	1000	1000	1000	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{263.20}{100} = 2.63$$

Good gradation class :

$$2.6 \leq FM \leq 2.9$$

zona gradasi 3

Medan, 20 April 2015

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapl. Muchtar Basri No. 3 Medan



(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20218

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF PLASTIC PET FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 01 Maret 2017
	Testing Date : 06 Maret 2017

Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sampel 1
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jemuh</i>) A	1251
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) C	1236
Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jemuh</i>) B	344
Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $C/(A-B)$	1.363
Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $A/(A-B)$	1.379
Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $C/(C-B)$	1.386
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((A-C)/C) \times 100\%$	1.214

Medan, 20 April 2016



DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.si)

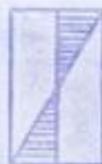


LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88)	Lab No : 1
	Sampling Date : 01 Maret 2017
	Testing Date : 06 Maret 2017

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample 1	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) B	500	500
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) E	483	483
Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D	660	660
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	967	967
Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2.503	2.503
Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2.591	2.591
Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2.744	2.744
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	1.758	1.758



Medan, 20 April 2016
DIPERIKSA OLEH
KEPAKALABORATORIUM BETON
UINSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

UNIT WEIGHT OF COARSE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 16 Maret 2017
	Testing Date : 16 Maret 2017

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo
Diameter & tinggi wadah	d : 21 cm h : 31 cm

No	Fine Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	25710
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5340
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	20370
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	10741.50
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1.896

Medan, 16 Maret 2017

DIPERIKSA OLEH



Laboratorium Beton
KEPALA LABORATORIUM BETON
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

UNIT WEIGHT OF FINE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 16 Maret 2017
	Testing Date : 16 Maret 2017

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo
Diameter & tinggi wadah	d : 21 cm h : 31 cm

No	Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	18180
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5340
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	12840
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	10741.50
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1.195

Medan, 16 Maret 2017

DIPERIKSA OLEH

Laboratorium Beton
KEPALA LABORATORIUM BETON

Prodi Sipil

FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

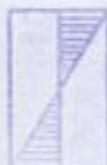
MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No : 1
	Sampling Date : 01 Maret 2016
	Testing Date : 06 Maret 2016

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)
Original dry mass of sample, g	500
Dry mass of sample after washing, g	485
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	15
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	3

Medan, 16 Maret 2017

DIPERIKSA OLEH



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

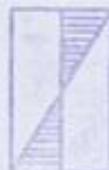
Analisa Ayakan Agregat Plastik Untuk Sampel Benda Uji (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No : 1
	Sampling Date : 01 April 2017
	Testing Date : 30 April 2017

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0.00	0.00	0.00
19.0 (3/4 in)	837	776	806.5	40.24	40.24	59.76
9.52 (3/8 in)	610	718	664	33.13	73.38	26.62
4.75 (No. 4)	237	283	260	12.97	86.35	13.65
2.36 (No. 8)	0		0	0.00	86.35	13.65
1.18 (No.16)	0		0	0.00	86.35	13.65
0.60 (No. 30)	0		0	0.00	86.35	13.65
0.30 (No. 50)	0		0	0.00	86.35	13.65
0.15 (No. 100)	0		0	0.00	86.35	13.65
Pan	313	234	273.5	13.65	100	0
Total	1997	2011	2004	100		

$$Fines Modulus (FM) = \frac{631.74}{100} = 6.32$$

Good gradation class :
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$



Medan, 1 Mei 2017
Laboratorium Beton RIKSA OLEH
Kepala Laboratorium Beton
Prod. FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapl. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

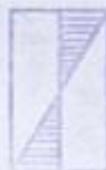
Analisa Ayakan Agregat Plastik Untuk Sampel Benda Uji (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No : 1
	Sampling Date : 01 April 2017
	Testing Date : 30 April 2017

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0.00	0.00	0.00
19.0 (3/4 in)	1113	1060	1086.5	54.15	54.15	45.85
9.52 (3/8 in)	618	587	602.5	30.03	84.18	15.82
4.75 (No. 4)	84	113	98.5	4.91	89.09	10.91
2.36 (No. 8)	0		0	0.00	89.09	10.91
1.18 (No. 16)	0		0	0.00	89.09	10.91
0.60 (No. 30)	0		0	0.00	89.09	10.91
0.30 (No. 50)	0		0	0.00	89.09	10.91
0.15 (No. 100)	0		0	0.00	89.09	10.91
Pan	187	245	216	10.77	100	0
Total	2002	2011	2006.5	100		

$$Fines Modulus (FM 2) = \frac{672.84}{100} = 6.73$$

Good gradation class :
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$



Medan, 1 Mei 2017
Laboratorium Beton
KEPALA LABORATORIUM BETON
Pr. KEPALA LABORATORIUM BETON
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Analisa Ayakan Agregat Plastik Untuk Sampel Benda Uji (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No : 1
	Sampling Date : 01 April 2017
	Testing Date : 30 April 2017

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Deo Kasworo

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0.00	0.00	0.00
19.0 (3/4 in)	1268	1234	1251	62.16	62.16	37.84
9.52 (3/8 in)	485	442	463.5	23.03	85.19	14.81
4.75 (No. 4)	136	187	161.5	8.02	93.22	6.78
2.36 (No. 8)	0		0	0.00	93.22	6.78
1.18 (No.16)	0		0	0.00	93.22	6.78
0.60 (No. 30)	0		0	0.00	93.22	6.78
0.30 (No. 50)	0		0	0.00	93.22	6.78
0.15 (No. 100)	0		0	0.00	93.22	6.78
Pan	125	135	130	6.46	100	0
Total	2014	2011	2012.5	100		

$$Fines Modulus (FM 3) = \frac{706.66}{100} = 7.07$$

Good gradation class :
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$



Medan, 1 Mei 2017
 Laboratorium Beton
 PRODUKSI DAN PEMERIKSA OLEH
 KEPALA LABORATORIUM BETON
 FAKULTAS TEKNIK
 UMSU
 Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHLAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis pengujian : Pengujian Kuat tekan beton ringan

Pemilik benda uji : Deo Kasworo

Proyek : Penelitian tugas akhir

Rencana mutu beton : 17

No	Modulus Kehalusan (FM)		Umur (hari)	Benda uji	Beban tekan		Alas		Kuat tekan		(Rata rata) (Mpa)
					kN	(mm) ($\pi.r^2$)	(Mpa)	(Mpa)			
1	6,317	Sampel 1	28	Silinder 15 x 30 cm	50	17662.5	2.8309		2.8309	2.5478	
		Sampel 2			35		1.9816				
		Sampel 3			50		2.8309				
2	6,736	Sampel 1			158		8.9455		7.9264		
		Sampel 2			146		8.2661				
		Sampel 3			116		6.5676				
3	7,08	Sampel 1	222	12.5690	12.5690						
		Sampel 2	214	12.1161							
		Sampel 3	230	13.0219							

Medan, 1 Maret 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

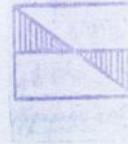
Laboratorium Beton

Prodi Sipil

FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapten M. Ichtiar Basri No. 3 Medan



(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRINO.3 MEDAN 20238

Jenis pengujian : Pengujian Kuat tarik beton ringan

Pemilik benda uji : Deo Kasworo

Proyek : Penelitian tugas akhir

Rencana mutu beton : 17

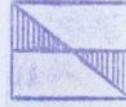
No	Modulus Kehalusan (FM)			Umur (hari)	Benda uji	Beban tekan kN	Alas (mm) ($\pi \cdot l \cdot d$)	Kuat tekan (Mpa)	(Rata rata) (Mpa)
1	6,317	Sampel 1	30	28	Silinder 15 x 30 cm	28	141300	0.425	0.5756
		Sampel 2	64			0.396			
		Sampel 3	62			0.906			
2	6,736	Sampel 1	76			0.878			
		Sampel 2	66			1.076			
		Sampel 3	66			0.934			
3	7,08	Sampel 1	222	3.142	0.9625				
		Sampel 2	214	3.029					
		Sampel 3	230	3.255					

Medan, 1 Maret 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mughtar Basri No. 3 Medan



(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LAPORAN TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapt. Mukhtar Basri BA, No. 3 Medan

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : DEO KASWORO
NPM : 1107210220
JUDUL : PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN KIMIA (ACCELERATOR) PADA
PEMBUATAN BETON RINGAN MEMAKAI BAHAN LIMBAH
PLASTIK PET

TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
14/3 - 18	ACC untuk sidang. dengan Catatan : diperbaiki semua yang diberikan tauke / komentar Pecubandingan : - Abstrak - tabel. - Gambar - Format	

DOSEN PEMBANDING-II

(DR. Josef Hadipramana,,)



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Deo Kasworo
Tempat/Tanggal Lahir: Medan, 06 April 1993
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jln. Kol.bejo Gg.sena no.45

Nama Orang Tua

Nama Ayah : Kasirun
Nama Ibu : SW. kavitawati

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 064968 MEDAN dari tahun 1999 s/d 2005
2. SMP KRAKATAU MEDAN dari tahun 2005 s/d 2008
3. SMK N 5 MEDAN dari tahun 2008 s/d 2011

