

TUGAS AKHIR

**SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT
KASAR PECAHAN GENTING DIBANDINGKAN DENGAN
AGREGAT NORMAL**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh:

Bidari Arakhamia

30.2018.00.033

Dina Aulia Rofi

30.2018.00.045

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTING DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT NORMAL

Oleh:



Bidari Arakhamia
30.2018.00.033



Dina Aulia Rofi
30.2018.00.045

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Juni 2022

Tim Penguji

1. **Ir. H. Prabowo Setiyawan, MT., Ph.D**
NIDN: 0607046802
2. **Ir. Gata Dian Asfari, MT**
NIDN: 0628055801
3. **Ir. M. Faiqun Ni'am, MT., Ph. D**
NIDN: 0612106701

Tanda Tangan

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

USULAN PENELITIAN TUGAS AKHIR
SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT
KASAR PECAHAN GENTING DIBANDINGKAN DENGAN
AGREGAT NORMAL

Diajukan Oleh:

Bidari Arakhamia
30.2018.00.033

Dina Aulia Rofi
30.2018.00.045

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



Ir. H. Prabowo Setiyawan, MT., Ph.D
NIDN: 0607046802

Tanggal:

Pembimbing Pendamping



Ir. Gata Dian Asfari, MT
NIDN: 0628055801

Tanggal:

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bidari Arakhamia

Nama : Dina Aulia Rofi

NIM : 30201800033

NIM : 30201800045

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul: **“SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTING DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT NORMAL”** Benar bebas dari plagiasi dan apabila ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, Juni 2022

Yang membuat pernyataan,


Bidari Arakhamia


Dina Aulia Rofi



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Bidari Arakhamia NAMA : Dina Aulia Rofi
NIM : 30201800033 NIM : 30201800045
JUDUL : SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT KASAR
PECAHAN GENTING DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT
NORMAL

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian pemaparan dan pemikiran asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian Pernyataan ini saya buat.

Semarang, Juni 2022

Yang membuat pernyataan,

Bidari Arakhamia



Dina Aulia Rofi

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang – orang fasik”

(Q.S. Ali 'Imran Ayat 110)

“For all of you who are striving for your dreams, I just wanna tell you that you should believe in yourself, and don't let anyone bring you down you know? Negativity does not exist, it's all about positivity alright so, keep that in mind. But anyways have a good friends around you, have good peers, surround yourself with good people cause you are good person too.”

(Mark Lee)

“You know what inspires me? Fearlessness, drive, I hate lazy people. Barbzz stay in school, don't you ever be lazy, don't you ever complaint about hard work. Work hard it pays off!”

(Nicki Minaj)

“Without continual growth and progress, such words as improvement, achievement, and success have no meaning.”

(Benjamin Franklin)

Bidari Arakhmia

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang – orang fasik”

(Q.S. Ali 'Imran Ayat 110)

“Allah akan meninggikan orang – orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Q.S. Al-Mujadalah ayat 11)

“Dan Dia bersama kamu di mana saja kamu berada. Dan Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan.”

(Q.S Al-Hadid: 4)

"Tanpa tindakan, pengetahuan tidak ada gunanya dan pengetahuan tanpa tindakan itu sia-sia"

(Abu Bakar Ash-Shiddiq)

Orang yang meraih kesuksesan tidak selalu orang yang pintar, tapi orang yang selalu meraih kesuksesan adalah orang yang gigih dan pantang menyerah"

(Susi Pudjiastuti)

Dina Aulia Rofi

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah – Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Sucipto S. Pd. dan Ibu Nur Hasanah S. Sos., M.T., adik saya Narendra Arrahman dan Nareshwari Arakhama serta keluarga besar saya yang telah memberikan segenap kasih sayang, semangat, dukungan materil, pendidikan mental serta do'a disetiap langkah yang saya lewati.
2. Bapak Ir. H. Prabowo Setiyawan, MT., Ph.D dan Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
3. Dosen – dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya dan selalu memberikan motivasi serta arahan kepada saya.
4. Dina Aulia Rofi selaku rekan yang telah berjuang dan bekerja keras bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman seperjuangan Tugas Akhir saya, Chamad Viki, Dory Deni, Edo Bagus P., Fachrizal Aldi, Fajar Bagus P. dan Sabilul Kirom yang selalu ada disaat susah dan senang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan selalu memberikan dukungan serta *feedback* yang positif.
6. Teman – teman dekat saya Sonia Ghoni Sifa dan Nadhira N. Laudza yang selalu ada dan mau mendengarkan keluh kesah saya selama ini.
7. Teman – teman Fakultas Teknik UNISSULA Angkatan 2018, khususnya kelas sipil A dan seluruh keluarga besar UNISSULA.
8. *And last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing this all hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for, never quitting. I wanna thank me for being me at all times*

Bidari Arakhamia

30201800033

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah – Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Rofi'i ST., MT. dan Ibu Titik Lasmiyati, adik saya Zulfi Reza Rofi, dan keluarga besar saya yang telah memberikan segenap kasih sayang, dukungan materil, semangat, do'a dan pendidikan mental untuk terus mengejar impian menjadi seseorang yang mulia di dunia dan akhirat.
2. Bapak Ir. H. Prabowo Setiyawan, MT., Ph.D dan Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
3. Dosen – dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya dan selalu memberikan motivasi serta arahan kepada saya.
4. Bidari Arakhamia selaku rekan yang telah berjuang dan bekerja keras bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman seperjuangan Tugas Akhir saya, Chamad Viki, Dory Deni, Edo Bagus P., Fachrizal Aldi, Fajar Bagus P. dan Sabilul Kirom yang selalu ada disaat susah dan senang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan selalu memberikan dukungan serta *feedback* yang positif.
6. Teman dekat saya sedari TK Fanayla Husnal Kamaliya yang selalu ada untuk menemani dan mendengarkan keluh kesah saya.
7. Kepada *fotocopy* bapak Soni, yang selalu memberikan waktu dan pelayanan yang maksimal.
8. Teman – teman Fakultas Teknik UNISSULA Angkatan 2018, khususnya kelas sipil A dan seluruh keluarga besar UNISSULA.

Dina Aulia Rofi
30201800045

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Sifat – Sifat Teknis Beton Dengan Agregat Kasar Pecahan Genting Dibandingkan Dengan Agregat Normal”. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada beliau junjungan Nabi Muhammad SAW. Beserta para sahabatnya.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang telah membesarkan, menyediakan sarana dan prasarana serta dukungan dan doa sampai detik ini;
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
3. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
4. Bapak Ir. H. Prabowo Setiyawan, MT., Ph.D., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
5. Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT, selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
6. Kakak tingkat yang telah memberikan referensi Laporan Tugas Akhir;
7. Teman – teman angkatan 2018 Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu besar harapannya

atas kritik dan saran yang membangun agar kedepannya bisa lebih baik lagi.
Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Semarang, Juli 2022

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
USULAN PENELITIAN TUGAS AKHIR	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
MOTTO	ii
PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I – PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Tugas Akhir	3
BAB II – TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Umum Beton	4
2.2. Sifat – Sifat Teknis Beton	5
2.3. Material Beton.....	10
2.3.1. Agregat	10
2.3.2. Semen (<i>Portland Cement</i>).....	12
2.3.3. Air	13
2.4. Genteng	13
BAB III – METODE PENELITIAN	19
3.1. Persiapan	19
3.2. Bahan.....	19

3.3. Peralatan	20
3.4. Pelaksanaan	21
3.4.1. Pemeriksaan Bahan	21
3.4.2. Pembuatan Beton	24
3.4.3. Perawatan (<i>Curing</i>)	26
3.4.4. Pengukuran Berat Volume	26
3.4.5. Pengujian Kuat Tekan Beton	26
3.5. Bagan Alir	27
BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat	28
4.1.1. Agregat Halus	28
4.1.2. Agregat Kasar	35
4.1.3. Pecahan Genteng	41
4.2. Perbandingan Bahan Penyusun Beton	47
4.3. Pemeriksaan Uji <i>Slump</i>	47
4.4. Pemeriksaan Berat Volume	48
4.5. Uji Kuat Tekan Beton	51
BAB V – PENUTUP	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	– Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	28
Tabel 4. 2	– Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	30
Tabel 4. 3	– Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	30
Tabel 4. 4	– Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	31
Tabel 4. 5	– Data Penyaringan Agregat Halus	32
Tabel 4. 6	– Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus	33
Tabel 4. 7	– Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	35
Tabel 4. 8	– Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	36
Tabel 4. 9	– Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar.....	37
Tabel 4. 10	– Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar.....	38
Tabel 4. 11	– Data Penyaringan Agregat Kasar	38
Tabel 4. 12	– Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar	39
Tabel 4. 13	– Data Pemeriksaan Kadar Air Pecahan Genting	41
Tabel 4. 14	– Hasil Pemeriksaan Kadar Air Pecahan Genting	42
Tabel 4. 15	– Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Pecahan Genting.....	43
Tabel 4. 16	– Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pecahan Genting.....	44
Tabel 4. 17	– Hasil Pemeriksaan Penyaringan Limbah Pecahan Genting ...	45
Tabel 4. 18	– Perhitungan MHB Agregat Pecahan Genting	46
Tabel 4. 19	– Takaran Bahan Penyusun Beton	47
Tabel 4. 20	– Hasil Pemeriksaan uji Slump Beton.....	47
Tabel 4. 21	– Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Segar.....	48
Tabel 4. 22	– Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Keras	48
Tabel 4. 23	– Berat Volume Beton Segar	50
Tabel 4. 24	– Berat Volume Beton Keras	50
Tabel 4. 25	– Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 – Gradasi Agregat Halus	11
Gambar 2. 2 - Grafik Gradasi Agregat Kasar.....	12
Gambar 2. 3 - Genteng Gojer / Morando.....	15
Gambar 2. 4 – Genteng Mantili Biasa	15
Gambar 2. 5 - Genteng Mantili Turbo	16
Gambar 2. 6 - Genteng Kodok / Prentul / Karangpilang / <i>Goodyear</i>	17
Gambar 2. 7 - Genteng Garuda.....	17
Gambar 2. 8 - Genteng Plentong.....	18
Gambar 3. 1 - Bagan Alir.....	27
Gambar 4. 1 – Grafik Analisa Saringan Agregat Halus.....	34
Gambar 4. 2 – Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar.....	40
Gambar 4. 3 – Grafik Analisa Saringan Pecahan Genteng.....	46



ABSTRAK

SIFAT – SIFAT TEKNIS BETON DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTING DIBANDINGKAN DENGAN AGREGAT NORMAL

Abstrak

Saat ini beton menjadi salah satu material konstruksi yang semakin meningkat. Dengan meningkatnya beton tersebut akan meningkatkan penggunaan batu kali yang merupakan salah satu material bahan dasar dalam pembuatan material beton. Hal tersebut mengakibatkan banyaknya kerusakan lingkungan akibat eksploitasi batu kali secara terus – menerus.

Salah satu alternatif penggunaan agregat kasar yaitu dengan menggunakan bahan pengganti pecahan genting. Hal ini menjadi pemicu untuk diadakannya penelitian tentang pemanfaatan pecahan genting sebagai pengganti agregat kasar pada bahan penyusun beton. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat teknis agregat beton dengan pecahan genting, pengaruh perbandingan atau komposisi genting terhadap berat volume, dan kuat tekan yang paling optimal dari 3 komposisi beton agregat kasar pecahan genting dibandingkan dengan agregat normal. Penelitian ini melakukan 3 macam percobaan proporsi penyusun beton uji yang memiliki perbandingan proporsi semen : agregat halus : pecahan genting yaitu 1 : 2 : 3, 1 : 2 ½ : 3 ½, 1 : 3 : 5.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa berat volume beton segar dan kasar tertinggi didapat oleh beton yang menggunakan agregat kasar pecahan genting komposisi 1 : 2 ½ : 3 ½ sebesar 2077,98 kg/m³ dan 2067,29 kg/m³. Kuat tekan tertinggi dicapai Beton yang menggunakan agregat kasar pecahan genting dengan komposisi 1 : 3 : 5, dengan nilai kuat tekan sebesar 11,895 MPa.

Kata Kunci: Beton; Pecahan Genting; Sifat Teknis; Berat Volume; Kuat Tekan

ABSTRACT

TECHNICAL PROPERTIES OF CONCRETE WITH COARSE AGGREGATE OF TILE FRAGMENTS COMPARED TO NORMAL AGGREGATE

Abstract

Concrete is one of the construction materials that is increasing nowadays. With the increase in concrete will increase the use of crushed stone which is one of the basic ingredients in the manufacture of concrete materials. This has resulted in a lot of environmental damage due to the continuous exploitation of crushed stone.

One alternative to the use of coarse aggregate is to use a substitute for tile fragments. This is one of the reasons for conducting research on the use of tile fragments as a substitute for coarse aggregate in the constituent materials of concrete. This research was conducted to determine the technical properties of concrete aggregates with tile fragments, the effect of comparison or composition of tiles on volume weight, and the most optimal compressive strength of the 3 compositions of coarse aggregate concrete with crushed tiles compared to normal aggregate. This study carried out 3 kinds of experiments on the proportions of the test concrete that have a ratio of cement : fine aggregate : tile fraction with a ratio of 1 : 2 : 3, 1 : 2 ½ : 3 ½, 1 : 3 : 5.

The results showed that the highest volume weight of fresh and coarse concrete was obtained by concrete using coarse aggregate with a composition of 1 : 2 ½ : 3 ½ of 2077,98 kg/m³ and 2067,29 kg/m³. The highest compressive strength is achieved by concrete using coarse aggregate of tile fragments with a composition of 1 : 3 : 5, with a compressive strength value of 11.895 MPa.

Keywords: *Concrete; Tile Fraction; Technical Properties; Volume Weight; Compressive Strength.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini beton menjadi salah satu material konstruksi yang semakin meningkat. Dengan meningkatnya beton tersebut akan meningkatkan penggunaan batu kali yang merupakan salah satu material bahan dasar dalam pembuatan beton. Hal tersebut mengakibatkan banyaknya kerusakan lingkungan akibat eksploitasi batu kali secara terus – menerus.

Untuk mengurangi tingkat kerusakan lingkungan khususnya akibat dari eksploitasi batu kali yang besar – besaran itu, perlu adanya bahan pengganti batu kali sebagai bahan campuran beton yang ramah lingkungan. Beberapa contoh bahan pengganti batu kali sebagai bahan dasar campuran beton yang ramah lingkungan adalah pecahan genting, pecahan keramik, pecahan kayu dan lain lain.

Beton ramah lingkungan ialah beton yang terbuat dari bahan – bahan yang tidak membahayakan bagi lingkungan (*environmental friendly concrete*). Salah satu contoh kerusakan lingkungan akibat dari eksploitasi batu kali yang besar – besaran adalah rusaknya perbukitan batu.

Di Indonesia penggunaan genting masih sangat populer sebagai bahan material yang digunakan sebagai atap bangunan. Dalam pembuatan genting tidak jarang ada produk yang gagal atau pecah dalam proses produksi yang mengakibatkan genting tersebut tidak dapat digunakan. Hal tersebut menyebabkan banyaknya yang dihasilkan dari pabrik pembuatan genting yang semakin hari semakin menumpuk.

Untuk menanggulangi permasalahan diatas perlu adanya pemanfaatan genting, salah satunya sebagai alternatif agregat kasar sebagai salah satu bahan dasar pembuatan beton. Penggunaan genting sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton relatif jarang, meskipun sudah banyak digunakan untuk timbunan urugan, lapisan pondasi jalan dan lain – lain.

Pecahan genting dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar penyusun beton karena genting memiliki sifat yang kuat. Hal ini disebabkan karena dalam proses pembuatannya genting melalui proses pembakaran dengan bara api bersuhu

tinggi sehingga menghasilkan karakteristik genting yang memiliki daya tahan yang kuat dan dapat menyamai karakteristik batu kali (Lamudi, 2014).

Pecahan genting dipilih sebagai pengganti agregat kasar yang ramah lingkungan karena selain pecahan genting mudah diperoleh, pecahan genting memiliki karakteristik yang kuat yang dapat menjadi alternatif pengganti agregat kasar.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan utama yang akan dibahas dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat – sifat teknis pecahan genting sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton ?
2. Bagaimana pengaruh komposisi semen : pasir : pecahan genting terhadap kuat tekan beton ?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan penulisan Tugas Akhir ini secara umum adalah untuk mengetahui bagaimana sifat – sifat teknis limbah pecahan genting untuk dibandingkan dengan beton normal. Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat – sifat teknis pecahan genting sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton;
2. Mengetahui pengaruh komposisi semen : pasir : pecahan genting terhadap kuat tekan beton;
3. Mengetahui kuat tekan optimum dari 3 komposisi agregat beton pada penelitian.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Beton normal;
2. Beton disusun dengan perbandingan berat semen : pasir : pecahan genting 1 : 2 : 3, $1 : 2\frac{1}{2} : 3\frac{1}{2}$, dan 1 : 3 : 5;

3. Sifat sifat teknis yang diuji adalah pengujian kuat tekan dan berat volume beton;
4. Pengujian sampel dilakukan pada umur 14 hari;
5. Benda uji yang digunakan adalah silinder berukuran 150 x 300 mm;
6. Genteng yang digunakan adalah genteng pres.

1.5. Sistematika Tugas Akhir

Penulisan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan permasalahan serta sistematika penulisan dari penyusunan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori yang berhubungan dengan judul Tugas Akhir serta pengertian dan kajian yang didapatkan dari sumber literatur maupun studi kasus.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode pengumpulan data, pengolahan data serta sistematika perencanaan yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang hasil, analisis data serta pembahasan yang ada pada penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan tentang kesimpulan yang didapat dari hasil serta analisis data dan juga saran yang diperlukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum Beton

Beton didefinisikan sebagai bahan yang diformulasikan dari campuran antara semen Portland, agregat kasar, agregat halus, air, dan dengan atau tanpa bahan *admixture* yang membentuk massa padat (SNI 2847: 2013). Bahan penyusun utama beton adalah agregat kasar dan agregat halus.

Sesuai dengan SNI 03-2847-2002 bahwa agregat kasar atau *coarse aggregate* ialah kerikil dengan butir berukuran 5,00 mm sampai 40 mm yang terbentuk dari batu pecah alami atau batu pecah yang dihasilkan dari industri pemecah batu. Agregat halus ialah material batuan halus yang terdiri dari butiran – butiran berukuran 0,14 – 4,76 mm yang dihasilkan dari batu pecahan alami atau batu pecahan industri (*artificial sand*).

Beton terbentuk dengan cara menggabungkan semen, air, agregat dan dengan atau tanpa bahan tambahan tertentu. Bahan tersebut dicampur menjadi satu dengan komposisi tertentu untuk membuat adonan mortar yang dapat dituangkan ke dalam cetakan dan dicetak sesuai kebutuhan.

Menurut PBI 1971, beton diklasifikasikan menjadi 3 yaitu:

- a. Beton kelas I, beton yang digunakan dalam pekerjaan – pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya sendiri tidak dibutuhkan keahlian khusus. Pemeriksaan terhadap kuat tekan tidak diperlukan, pengendalian mutu hanya dibatasi pada pemeriksaan ringan terhadap mutu bahan;
- b. Beton kelas II, beton yang digunakan untuk pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keterampilan tingkat tinggi dan harus diawasi oleh tenaga profesional. Beton kelas II dibagi dalam mutu – mutu standar: B1, K125, K175 dan K225. *Quality control* pada B1 hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan tanpa disyaratkan pemeriksaan pada kekuatan tekan, sedangkan pada mutu K-125, K-175, dan K-225 diperlukan pengawasan mutu bahan yang ketat dan harus adanya pemeriksaan kekuatan tekan beton secara berkala;

- c. Beton kelas III, beton yang digunakan dalam pekerjaan struktural dengan kuat tekan karakteristik lebih tinggi dari 225 kg/m². Untuk pelaksanaannya sendiri diperlukan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap dan dilakukan oleh tenaga dengan keahlian khusus serta harus berada dalam pengawasan tenaga profesional yang dapat melakukan *quality control* secara berkala.

Menurut Tjokrodimuljo (2007), berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya beton dikelompokkan menjadi 4 dan ditunjukkan dalam Tabel 2.1. berikut:

Tabel 2. 1 - Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya

Jenis Beton	Berat Jenis Beton (kg/m³)	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1000	Non struktural
Beton ringan	1000 – 2000	Struktural ringan
Beton normal	2300 – 2500	Struktural
Beton berat	> 3000	Perisai sinar X

Sumber: Tjokrodimuljo, K (2007)

2.2. Sifat – Sifat Teknis Beton

Pada umumnya sifat – sifat teknis beton dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan, serta cara perawatannya. Kualitas bahan yang baik ditentukan dari pemilihan bahan dasar yang bermutu, komposisi antara agregat kasar, agregat halus serta air yang persentasenya tepat. Pengerjaan beton juga memiliki peran penting untuk menentukan hasil campuran beton apakah sudah sesuai kebutuhan dan standar yang telah ditentukan. Agar beton tersebut tidak cepat kehilangan air serta untuk menjaga kelembaban beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang ditargetkan, maka diperlukan perawatan beton setelah memasuki fase *hardening*.

Karakteristik semen juga dapat mempengaruhi kecepatan pengerasan serta kualitas beton itu sendiri. Pengerasan dan kekuatan dapat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas air (Murdock dan Brook, 1986). Dalam melakukan perancangan serta pelaksanaan struktur beton, maka diperlukan pengetahuan tentang sifat – sifat beton setelah beton tersebut mengeras. Sifat – sifat beton tersebut antara lain:

1. Tahan Lama (*Durability*)

Tahan lama ialah kemampuan beton untuk menoleransi keadaan tertentu tanpa menimbulkan korosi selama periode waktu yang telah direncanakan. Dalam hal ini, nilai f_{as} (faktor air semen) maksimum dan dosis semen minimum yang digunakan harus dibatasi sesuai dengan keadaan lingkungan.

Sifat tahan lama atau *durability* beton dapat dibedakan dalam beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

- a. Tahan lama terhadap pengaruh cuaca ialah pengaruh dari kondisi alam berupa hujan serta pembekuan pada musim dingin, serta susut kembang yang diakibatkan oleh basah dan kering karena terik matahari.
- b. Tahan terhadap bahan zat kimia, zat perusak kimiawi yang dihasilkan oleh air rawa – rawa, air hujan, zat kimia hasil industri, limbah air kotor dari perkotaan dan sebagainya sangatlah perlu diperhatikan karena mempengaruhi tingkat keawetan beton.
- c. Tahan terhadap erosi, beton juga dapat mengalami pengikisan yang disebabkan oleh pasang surut gelombang air laut ataupun *particle* yang terbawa oleh air laut serta angin laut.

2. Kuat Tekan

Salah satu cara mengontrol mutu beton ialah dengan menguji sampel benda uji tersebut. Kuat tekan beton ialah kuat tekan beton benda uji yang telah melampaui minimal 95% dari benda uji. Nilai f'_c ialah kuat tekan benda uji silinder yang berdiameter 150 mm dengan panjang 300 mm sebagaimana yang sudah ditetapkan dalam SK SNI T-15-1991 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, dimana standar pengujian didasarkan atas kekuatan beton yang sudah berumur 28 hari.

3. Kuat Tarik

Kuat tarik ialah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji patah (SNI 03-4431-1997). Kuat tarik dinyatakan dalam satuan Mega Pascal (MPa) yaitu gaya tiap satuan luas. Kuat tarik beton biasanya berkisar 8% - 15% dari kuat tekan beton.

4. Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas ialah perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan persatuan panjang antara rengangan beton dengan kuat tekan beton yang biasanya ditentukan pada 25% - 50% dari kuat tekan beton (Murdock & Brook, 1991). Untuk menghitung Modulus Elastisitas beton dapat menggunakan rumus ASTM C 469-02 sebagai berikut:

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

E_c = Modulus Elastisitas beton (kg/m^2)

σ_2 = Tegangan pada 40% tegangan runtuh (kg/m^2)

σ_1 = Tegangan pada saat nilai kurva regangan ε_1 (kg/m^2)

ε_2 = nilai kurva regangan yang terjadi pada saat σ_2 (kg/m^2)

ε_1 = regangan sebesar 0.00005 (m^3)

Sesuai dengan SK-SNI T-15-1991-03 menggunakan rumus nilai Modulus Elastisitas beton dengan mempertimbangkan unsur berat beton, untuk beton normal rumus yang digunakan ialah:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (3.2)$$

Sedangkan untuk W_c diantara 1500 dan 2500 kg/m^3 ialah:

$$E_c = (W_c) 1,5 \times 0,043 \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dalam ACI 363-92 “*State of The Art Report on High Strength Concrete*” adalah sebagai berikut:

$$E_c = 4320 \sqrt{f'_c} + 6900 \dots \dots \dots (3.4)$$

5. Rangkak (*Creep*)

Rangkak beton ialah nilai regangan tambahan yang ada pada beton yang telah mengalami tegangan tetap dan diukur dari timbulnya tegangan elastik hingga regangan pada periode tertentu.

Nilai rangkak dapat dipengaruhi oleh beberapa hal. Faktor yang dapat mempengaruhi deformasi rangkak antara lain:

- a. Pemilihan bahan seperti jenis semen yang digunakan, persentase agregat kasar dan agregat halus;
- b. Jumlah kadar air yang digunakan serta *water content / cement ratio*;
- c. Kelembaban relatif;
- d. Suhu beton saat dikeringkan;
- e. Dimensi struktur seperti tebal dan perbandingan volume terhadap permukaan;
- f. Umur saat waktu pembebanan;
- g. Nilai *slump*.

6. Susut (*Shrinkage*)

Penyusutan adalah sifat beton yang menyebabkan berkurangnya volume beton selama proses pengerasan karena hilangnya kelembaban serta kadar air yang berkurang. Pada dasarnya penyusutan pada beton dibagi menjadi 2 yaitu: susut pengeringan dan susut plastis.

Susut pengeringan ialah penyusutan yang terjadi setelah beton mencapai titik pengerasan saat proses hidrasi selesai. Sedangkan susut plastis ialah penyusutan yang terjadi secara cepat sesaat setelah beton dicor.

Nilai susut dapat ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

- a. Kadar agregat yang terkandung dalam beton. Beton dengan kandungan agregat tinggi akan menyebabkan penyusutan volume

- semakin kecil, semakin tinggi kadar agregat juga akan mempengaruhi Modulus Elastisitas beton yang dapat menyebabkan beton lebih tahan terhadap penyusutan;
- b. FAS (Faktor Air Semen). Semakin besar FAS maka susut juga semakin besar;
 - c. Dimensi struktur. Nilai penyusutan akan semakin kecil apabila volume struktur semakin besar. Untuk struktur yang lebih besar, proses penyusutan akan semakin lama karena dibutuhkan banyak waktu agar proses pengeringan merata.
 - d. Faktor lingkungan. Kelembaban relatif di sekitar beton juga mempengaruhi nilai penyusutan. Nilai susut tersebut akan semakin kecil apabila kelembaban relatif di lingkungan tersebut tinggi.

7. *Workability*

Workability mengacu pada kemudahan beton dapat dicampur, diaduk, dituangkan ke dalam cetakan dan dipadatkan tanpa kehilangan homogenitasnya atau mengalami *bleeding* (pemisahan) yang berlebih untuk mencapai kekuatan beton yang diperlukan.

Umumnya *workability* dibagi menjadi tiga karakteristik independen yang biasa digunakan, yaitu:

- a. *Consistency* atau kelecakan adalah suatu komposisi dan persentase penyusun beton segar (mortar);
- b. *Mobility* adalah peralatan yang digunakan dalam proses pencampuran (*mixing*), perpindahan tempat (*transporting*) dan pemadatan (*compacting*) serta ukuran dan jarak dari perkerasan beton;
- c. *Compactibility* adalah bentuk dan besarnya ukuran struktur yang menjadi beban. Dalam *compactibility* yang baik diperlukan porsi semen yang tinggi, porsi material bermutu yang cukup, kualitas agregat yang digunakan serta jumlah air yang tinggi. Komposisi penyusun beton yang seimbang sangat diperlukan untuk didapatkannya sifat plastis yang baik dalam campuran beton.

2.3. Material Beton

Beton merupakan hasil dari beberapa kumpulan mekanis dan kimiawi sejumlah material yang membentuknya (Nawy, 1998). Bahan penyusun beton terdiri dari campuran agregat kasar dan agregat halus dengan air serta semen sebagai bahan pengikatnya.

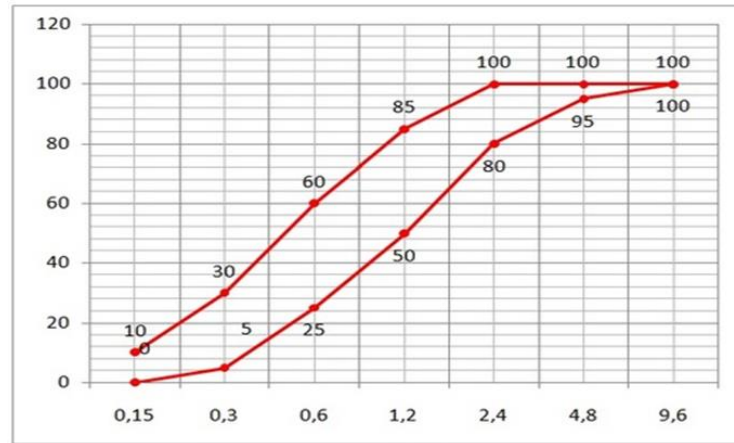
2.3.1. Agregat

Biasanya pada beton agregat tersusun antara 70% dan 80% dari total volume beton, oleh karena itu agregat memiliki pengaruh yang signifikan dalam karakteristik material penyusun beton (Mindess, 2013). Agregat ini perlu digradasi sedemikian rupa sehingga massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang kohesif, homogen serta padat (Nawy, 1998). Dua jenis agregat adalah:

1. Agregat Halus

Agregat halus atau yang biasa disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh dari sungai, galian tanah, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat halus ialah agregat yang memiliki ukuran butir lebih kecil dari 4,75 mm (ASTM C 125 – 06). Agregat yang butirannya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butiran yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt*, dan butiran yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (SK SNI T-15-1991-03). Persyaratan mengenai proporsi agregat dengan gradasi ideal yang direkomendasikan terdapat dalam standar ASTM C 33/ 03 “*Standard Specification for Concrete Aggregates*”.

Berikut ini ialah grafik ketentuan gradasi agregat halus berdasar ketentuan SNI-03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal) ditunjukkan pada gambar 2.1 dibawah ini:



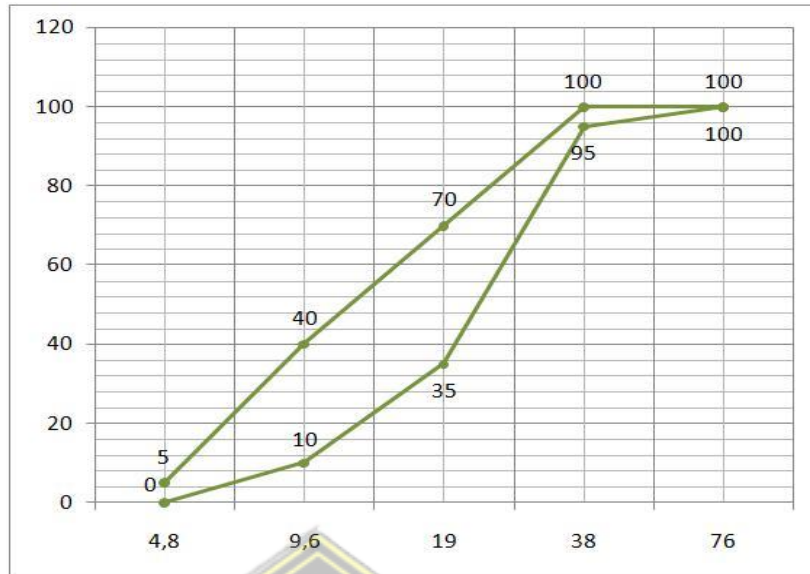
Gambar 2. 1 – Gradasi Agregat Halus

2. Agregat Kasar

Merujuk pada ASTM C 33 - 03 dan ASTM C 125 - 06, agregat kasar ialah agregat yang memiliki ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm. Berikut beberapa ketentuan mengenai agregat kasar:

- Harus terdiri dari butiran yang keras serta tidak berpori;
- Butiran agregat kasar harus bersifat kekal, yang berarti tidak pecah atau hancur oleh faktor lingkungan seperti hujan atau terik matahari;
- Tidak boleh mengandung zat – zat yang dapat mempengaruhi dan merusak beton;
- Kandungan lumpur maksimal ialah 1 %. Agregat kasar perlu dicuci apabila konsentrasi lumpur lebih besar dari 1%.

Berikut tabel dan grafik ketentuan gradasi agregat kasar (*split*) berdasar SNI-03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal) ditunjukkan pada gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2. 2 - Grafik Gradasi Agregat Kasar

2.3.2. Semen (*Portland Cement*)

Portland Cement merupakan bahan perekat utama yang digunakan untuk mengikat komponen mortar beton dan pasangan bata untuk membentuk suatu kesatuan yang solid. Salah satu elemen yang mempengaruhi kekuatan tekan beton adalah jenis semen yang akan digunakan, dalam hal ini perlu diketahui jenis semen yang telah distandardisasi di Indonesia. Menurut ASTM C150, *Portland Cement* dibagi menjadi lima tipe yaitu:

Tipe I: *Ordinary Portland Cement* (OPC), semen yang digunakan untuk penggunaan umum, tidak diperlukannya persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).

Tipe II: *Moderate Sulphate Cement*, semen yang digunakan untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.

Tipe III: *High Early Strength Cement*, semen yang digunakan untuk beton dengan kekuatan awal yang tinggi (cepat mengeras)

Tipe IV: *Low Heat of Hydration Cement*, semen yang digunakan untuk beton yang memiliki panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.

2.3.3. Air

Air digunakan sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Secara umum, air yang dapat diminum telah memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton. Air harus terbebas dari bahan *organic* maupun padatan tersuspensi atau bahan terlarut yang berlebihan (Mindess *et al.* 2003).

Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (PUBI-1982) menyatakan bahwa air harus memenuhi persyaratan tertentu agar dapat digunakan sebagai bahan pencampur, antara lain:

1. Air yang digunakan harus bersih;
2. Tidak mengandung minyak, lumpur serta benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual;
3. Tidak boleh mengandung benda tersuspensi yang lebih dari 2 gram / liter;
4. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) yang melebihi 15 gram / liter. Kandungan klorida (Cl) tidak melebihi 500 p.p.m. serta senyawa sulfat yang tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO₃;
5. Semua air yang kualitasnya meragukan perlu diperiksa dan dievaluasi kimiawi.

2.4. Genteng

Genteng menjadi salah satu jenis penutup atap rumah yang paling populer digunakan di Indonesia. Fungsi utama genteng adalah menahan panasnya sinar matahari dan guyuran air hujan. Selain untuk melindungi dari hujan dan panas genteng juga berguna untuk memberikan kesan cantik pada rumah. Genteng bisa dibuat dengan cara dan bentuk yang bervariasi, tetapi bentuk yang banyak dipasarkan adalah segi empat. Genteng harus memiliki sifat tahan air karena berfungsi melindungi bangunan dari panas dan hujan.

Genteng memiliki jenis yang beraneka ragam, ada genteng tanah liat, genteng beton, genteng seng, genteng kearmik dan genteng sirap (kayu). Kelebihan genteng

lempung (tanah liat) selain bahan ini tahan segala cuaca, murah, dan bahannya ringan daripada genting beton. Sedangkan kekurangannya, genting ini mudah pecah karena kejatuhan benda atau menerima beban tekanan yang besar melebihi kekuatannya.

Kualitas genting dapat dipengaruhi dari suhu pembakaran serta bahan dasar yang digunakan, hal tersebut menentukan daya tekan genting dan daya serap air. (Aryadi. Y, 2010).

Genting yang digunakan pada penelitian ini adalah genting pres karena genting pres memiliki sifat yang kuat, hal ini disebabkan dalam proses pembuatannya genting pres melalui proses pembakaran dengan bara api bersuhu tinggi yang menghasilkan karakteristik genting yang memiliki daya tahan yang kuat dan dapat menyamai karakteristik batu kali.

Proses produksinya dilakukan dengan pengepresan adonan basah genting yang dipanaskan dengan bara api bersuhu tinggi sehingga didapatkan karakteristik genting tanah liat yang mempunyai daya tahan yang kuat. Dari segi kegunaannya, genting pres ini dapat menahan paparan panas matahari sehingga memberikan kesejukan dan dapat menghangatkan di waktu sore dan malam hari.

Salah satu kekurangannya adalah apabila ada kesalahan instalasi awal atau ketidaksesuaian dapat mengakibatkan kebocoran. Dari segi biaya, genting tanah liat relatif murah. Genting juga memiliki berbagai jenis bentuk serta ukuran yang berbeda – beda.

Berikut adalah macam- macam genting pres:

1. Genting Morando / Gojer

Berbentuk menyerupai gelombang, jenis genting ini setengah berbentuk melengkung keatas dan setengah lagi melengkung kebawah. Genting morando / gojer termasuk genting yang ringan, genting ini mempunyai daya tahan yang kuat tetapi dibutuhkan ketelitian dalam pemasangannya agar bagus dan rapi. Genting morando memiliki panjang 33 cm, lebar 23 cm, berat 2,25 kg, dibutuhkan jumlah 15 buah per meter persegi. Pada dasarnya ada dua jenis diantaranya yang sudah di galsur dan belum di galsur.

Dibawah ini adalah gambar genting gojer / morando yang ditunjukkan pada gambar 2.3:



Gambar 2. 3 - Genting Gojer / Morando

2. Genting Mantili Biasa

Apabila diamati sekilas genting mantili mirip dengan press biasa tetapi bentuknya berbeda. Termasuk kedalam genting hias, jenis genting mantili juga terbilang paling laku dikarenakan harganya yang murah. Memiliki daya tahan yang kuat dan tidak mudah pecah sehingga dapat dipakai dalam jangka waktu yang lama.

Dibawah ini adalah gambar genting muntilan biasa yang ditunjukkan pada gambar 2.4:

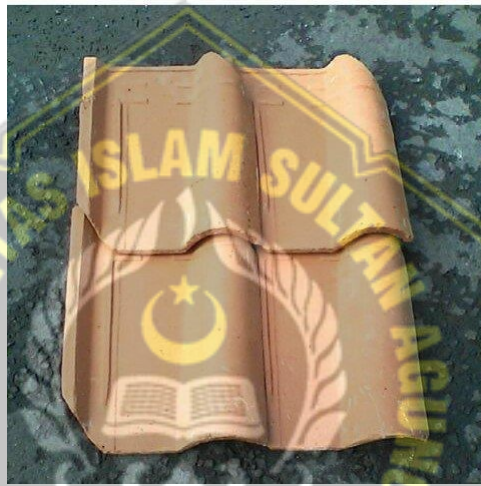


Gambar 2. 4 – Genting Mantili Biasa

3. Genteng Mantili Turbo

Mempunyai sifat yang sama dengan mantili biasa, genteng mantili turbo mempunyai ukuran yang lebih besar yaitu panjang 33 cm, lebar 23 cm, tebal 1,5 cm, dan sedikit lebih berat yaitu 2,3 kg. Termasuk kedalam genteng hias, jenis genteng mantili adalah jenis genteng paling laku karena relatif murah hanya dibutuhkan volume isi 20 per meter persegi. Kedua jenis genteng mantili ini juga cocok dipakai untuk rumah minimalis.

Dibawah ini adalah gambar genteng mantili turbo yang ditunjukkan pada gambar 2.5:



Gambar 2. 5 - Genteng Mantili Turbo

4. Genteng Kodok / Prentul / Karangpilang / *Goodyear*

Genteng Kodok mempunyai penahan air hujan yang berada di bagian pucuk atasnya sehingga bisa menahan tampiasnya angin dari air hujan. Jenis ini juga mempunyai 2 buah pengait sehingga reng yang dipakai harus lurus agar tidak miring. Ukuran genteng kodok panjang 29 cm dengan lebar 21 cm memiliki berat 1,2 kg. Dengan ukuran tersebut dibutuhkan sekitar 25 per meter persegi.

Dibawah adalah gambar genteng kodok / prentul / karangpilang / *goodyear* yang ditunjukkan pada gambar 2.6:



Gambar 2. 6 - Genteng Kodok / Prentul / Karangpilang / *Goodyear*

5. Genteng Garuda

Jenis genteng ini mempunyai desain 2 gelombang atau talangan yang berguna untuk memecah air. Gelombang ini juga berguna menguatkan genteng satu sama lain sehingga tampilannya lebih artistic dan rapi. Terdapat dua jenis bentuk genteng geruda yaitu genteng garuda gelombang dan genteng garuda sudut. Ukuran genteng garuda rata – rata yaitu panjang 31 cm, lebar 24 cm, berat rata – rata 2 kg.

Ibawah ini adalah gambar genteng garuda yang ditunjukkan pada gambar 2.7:



Gambar 2. 7 - Genteng Garuda

6. Genteng Plentong

Genteng plentong adalah genteng yang dikenal sebagai jenis genteng standart dan sering dijumpai. Permukaannya berbentuk datar dari bawah hingga keatas, tetapi melekok dibagian samping. Genteng plenton memiliki panjang 27,5 cm², lebar 22,5 cm², berat 1,5 kg, dibutuhkan jumlah 25 pcs per meter persegi. Sistem pemasangannya sangat mudah.

Dibawah ini adalah gambar genteng plentong yang ditunjukkan pada gambar 2.8:



Gambar 2. 8 - Genteng Plentong



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Persiapan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental-laboratoris. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji berupa silinder beton dengan ukuran 150 x 150 mm. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Mekanika Bahan Fakultas Teknik Unissula.

Persiapan yang dilakukan sebelum melakukan penelitian ini adalah:

1. Mempersiapkan alat tulis, skema kerja serta *logbook* untuk melakukan pencatatan rutin terhadap data yang diperoleh selama kegiatan penelitian;
2. Mempersiapkan semua peralatan yang sudah bersih dari segala kotoran saat akan digunakan;
3. Mempersiapkan semua bahan yang akan digunakan dan menakarnya sesuai kebutuhan;
4. Memastikan ruang cetakan yang akan diisi beton sudah terbebas dari kotoran.
5. Memastikan timbangan digital yang akan digunakan sudah sesuai ketelitian 1 gram;
6. Mengecek semua peralatan apakah sudah sesuai *standard* dan dapat digunakan.

3.2. Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain sebagai berikut:

3.2.1. Semen

Semen yang digunakan adalah Semen Gresik dengan berat 40 kg.

3.2.2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah Pasir Muntilan

3.2.3. Agregat Kasar

Agregat kasar dalam penelitian ini menggunakan batu pecah dan pecahan genteng pres dengan ukuran 20 – 30 mm.

3.2.4. Air

Air yang digunakan adalah air laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

3.3. Peralatan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat dari agregat dan beton.

2. Ayakan

Ayakan yang digunakan yaitu ayakan agregat dengan variasi ukuran lubang saringan 4,80 mm; 1,20 mm; 0,6 mm; 0,3 mm dan 0,015 mm dengan dilengkapi tutup ayakan dan digetarkan dengan mesin penggetar saringan.

3. Gelas Ukur

Gelas ukur dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton silinder.

4. Piknometer

Piknometer dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan kadar lumpur agregat.

5. Oven

Oven dalam penelitian ini digunakan untuk mengeringkan agregat sehingga bisa sesuai dengan ketentuan agregat yang diperlukan.

6. Cetakan Beton Silinder

Cetakan Beton Silinder digunakan sebagai wadah cetak setelah adukan beton jadi.

7. Mesin Uji Tekan

Mesin Uji Tekan digunakan sebagai alat untuk mencari nilai tekan pada beton yang diuji.

8. Alat Pendukung

Beberapa alat pendukung yang digunakan pada penelitian ni adalah ember, sekop, selang air dan lain lain.

3.4. Pelaksanaan

Sebelum melaksanakan pembuatan benda uji, material yang digunakan untuk menjadi komposisi benda uji harus diperiksa agar beton yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

3.4.1. Pemeriksaan Bahan

1. Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus dilakukan dengan tiga jenis pemeriksaan yaitu:

a. Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur pada agregat halus dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{v_2}{v_1+v_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

v_1 = Volume pasir

v_2 = Volume lumpur (mm^3)

b. Kadar Air

Pengujian kadar air bisa dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana:

a : Berat cawan (gram)

b : Berat cawan + agregat sebelum di oven (gram)

c : Berat cawan + agregat setelah di oven (gram)

Adapun untuk prosedur pengujian kadar air pada agregat sebagai berikut.

- a. Timbang benda uji sampai 0,1 % massa terdekat (W_1) : (Massa benda uji adalah massa wadah dan benda uji dikurangi massa wadah).
- b. Keringkan benda uji langsung dalam wadah dengan menggunakan pemanas yang diinginkan dan jaga jangan sampai ada partikel yang hilang.
- c. Setelah dingin, sehingga tidak akan merusak atau mempengaruhi timbangan, timbang benda uji kering sampai 0,1% massa terdekat (W_2). Benda uji dianggap kering apabila pemanasan berikutnya hanya menyebabkan penurunan massa kurang dari 0,1%.

c. Analisa Saringan

$$\text{Berat kehilangan} = \frac{b_1 - b_2}{b_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana:

b_1 : Berat agregat semula (gram)

b_2 : Berat agregat setelah disaring (gram)

$$\text{MHB} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Komulatif}}{\text{Jumlah Berat Tertahan}} \dots \dots \dots (3.4)$$

Dimana:

MHB : Modulus Halus Butir (%)

Adapun untuk cara pegujian analisa saringan pada agregat sebagai berikut.

- a. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

2. Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar dilakukan dengan beberapa langkah pemeriksaan yaitu:

a. Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur pada agregat halus dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{v_2}{v_1+v_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana:

v_1 = Volume pasir

v_2 = Volume lumpur

b. Kadar Air

Pengujian kadar air bisa dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana:

a : Berat cawan (gram)

b : Berat cawan + agregat sebelum di oven (gram)

c : Berat cawan + agregat setelah di oven (gram)

c. Analisa Saringan

$$\text{Berat kehilangan} = \frac{b_1-b_2}{b_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana:

b_1 : Berat agregat semula (gram)

b_2 : Berat agregat setelah disaring (gram)

$$\text{MHB} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Kumulatif}}{\text{Jumlah Berat Tertahan}} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana:

MHB : Modulus Halus Butir (%)

3. Pecahan Genteng

Pemeriksaan pecahan genteng sebagai pengganti agregat kasar pada beton sama dengan pengujian pada agregat halus, yaitu pengujian berat jenis dan pengujian gradasi.

1. Pengujian berat jenis pecahan genteng

Pengujian pada berat jenis pecahan genteng ini metodenya sama dengan metode yang digunakan untuk menguji berat jenis pada agregat, yaitu menggunakan alat yang bernama piknometer;

2. Pengujian gradasi pecahan genteng

Pengujian gradasi pada pecahan genteng ini menggunakan metode yang sama dengan pengujian gradasi pada agregat, yaitu menggunakan metode analisa saringan.

3.4.2. Pembuatan Beton

1. Penakaran

Penakaran menggunakan timbangan untuk mengetahui takaran dari komposisi campuran beton. Komposisi yang digunakan yaitu 1:2,5:3,5 , 1:2:3 , dan 1:3,5:5.

2. Pencampuran

Bahan-bahan yang telah diukur takaran komposisinya dimasukkan ke mesin pengaduk beton. Penambahan air dilakukan secara bertahap dan mesin dalam keadaan menyala atau berputar.

3. Uji *Slump*

Pada Uji *Slump* ini dilakukan setelah pengadukan cukup merata menggunakan kerucut abram dan tongkat pematik. Pengukuran nilai slump dihitung saat terjadi penurunan permukaan adukan beton setelah kerucut Abram ditarik. Besar penurunan adukan tersebut disebut dengan nilai Slump.

Pengujian *slump* dilakukan sebagai berikut (PBI, 1971:37):

- a. Sebuat kerucut terpancung dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm (disebut *Abrams*)

diletakkan di atas bidang alas yang rata yang tidak menyerap air.

- b. Kerucut ini diisi dengan adukan beton, sambil ditekan ke bawah pada penyokong – penyokongnya.
 - c. Adukan beton diisikan dalam 3 lapis yang kira – kira tebalnya sama, dan setiap lapis ditusuk – tusuk 10 kali dengan tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm dan dengan ujung yang dibulatkan.
 - d. Setelah bidang atasnya disipat rata, maka dibiarkan $\frac{1}{2}$ menit. Selama waktu ini adukan beton yang jatuh sekitar kerucut disingkirkan. Kemudian kerucut ditarik vertikal ke atas dengan hati – hati.
 - e. Segera setelah itu penurunan puncak kerucut terhadap tingginya semula diukur.
 - f. Hasil pengukuran ini disebut *slump* dan merupakan ukuran kekentalan adukan beton tersebut.
4. Pengecoran dan pemadatan
- Pengecoran dilakukan 3 lapis di cetakan silinder berukuran 150 x 300 mm. Setiap lapis pengecoran beton silinder ditusuk sebanyak 25 kali secara merata dan setelah pengecoran selesai, cetakan yang telah berisi beton segar dibiarkan selama 24 jam.
- Metode pemadatan yang dilakukan pada penelitian ini dengan menumbuk – nembuk adukan beton selama pengecoran.

3.4.3. Perawatan (*Curing*)

Perawatan beton dilakukan dengan perendaman beton setelah 2 hari pelepasan cetakan, kemudian dilanjutkan perawatan secara bertahap pada hari ke-7 dan hari ke-14.

3.4.4. Pengukuran Berat Volume

Pengujian berat volume menggunakan rumus:

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan:

γ = berat jenis beton (gr/cm³)

W = berat beton (gr)

V = volume silinder beton (cm³)

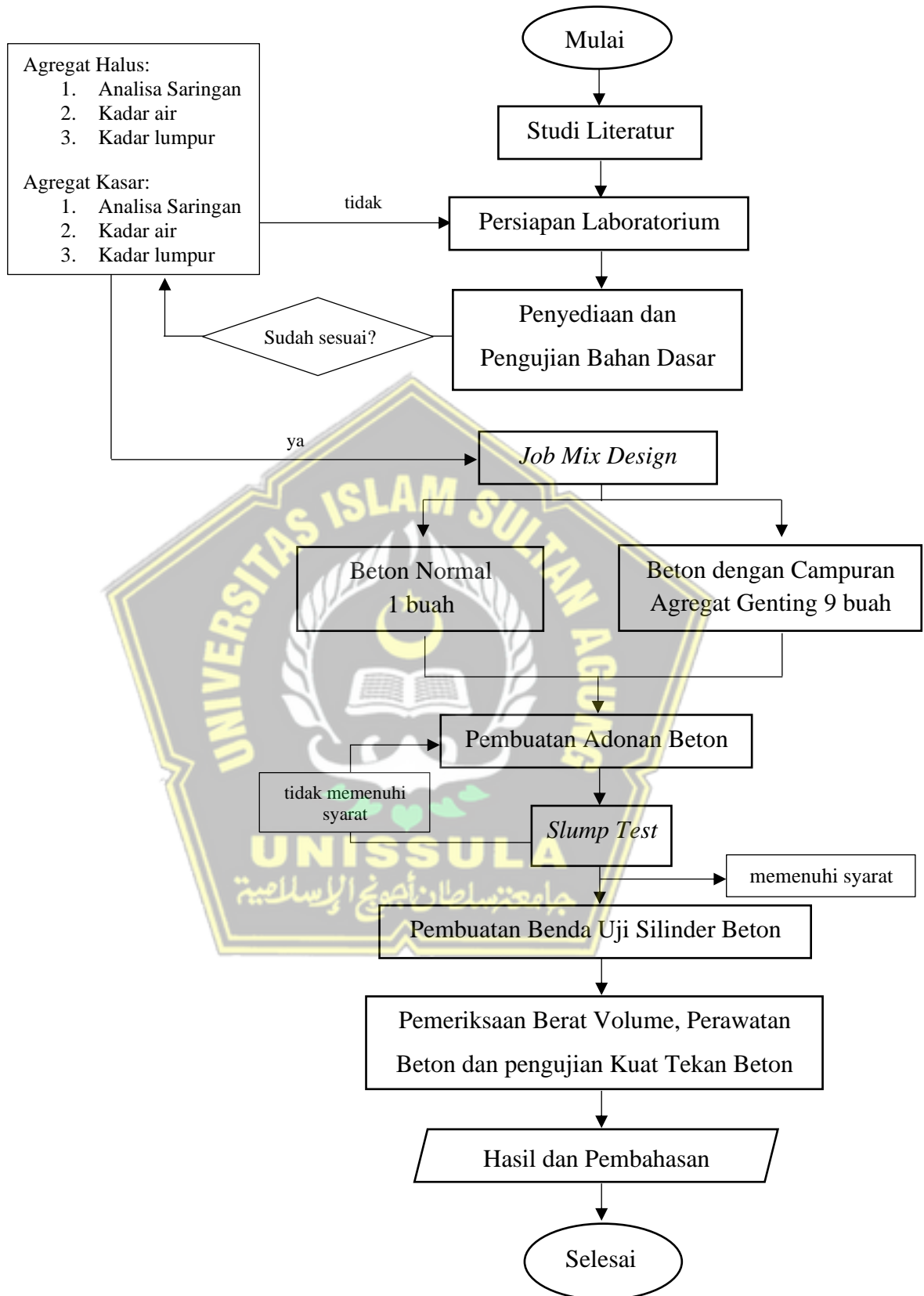
3.4.5. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan *Concrete Preassure Machine* pada saat beton berumur 14 hari.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan sesuai langkah –langkah sebagai berikut.

1. Uji tekan benda uji harus segera dilakukan setelah pemindahan dari tempat pelembaban.
2. Letakkan landasaan tekan datar bagian bawah dengan permukaan kerasnya menghadap ke ataspada meja atau bidang datar mesin uji secara langsung di bawah blok setengah bola.
3. Lakukan pembebanan secara terus menerus dan tanpa kejutan.
4. Lakukan pembebanan hingga benda uji hancur , dan catat beban maksimum yang diterima benda uji selama pembebanan. Catat tipe kehancuran dan kondisi visual benda uji beton.

3.5. Bagan Alir



Gambar 3. 1 - Bagan Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat

Dari beberapa pemeriksaan yang dilakukan dalam tahap uji bahan, maka diperoleh hasil pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar. Pemeriksaan agregat terdiri dari pemeriksaan kadar air, analisa saringan dan kadar lumpur. Sementara untuk pemeriksaan pecahan genting terdiri dari analisa saringan dan pemeriksaan kadar air. Data perhitungan dan hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran.

4.1.1. Agregat Halus

1. Pemeriksaan Kadar Air

Data pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4. 1 – Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG				
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)
1	I	45	300	290
2	II	45	300	290

Pemeriksaan kadar air dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \quad \dots\dots(4.1)$$

$$\text{Kadar air rata – rata} = \frac{\text{Kadar air I} + \text{Kadar air II}}{2} (\%) \quad \dots\dots(4.2)$$

Keterangan: a = Berat cawan

b = Berat cawan + agregat sebelum dioven

c = Berat cawan + agregat setelah dioven

a. Percobaan I

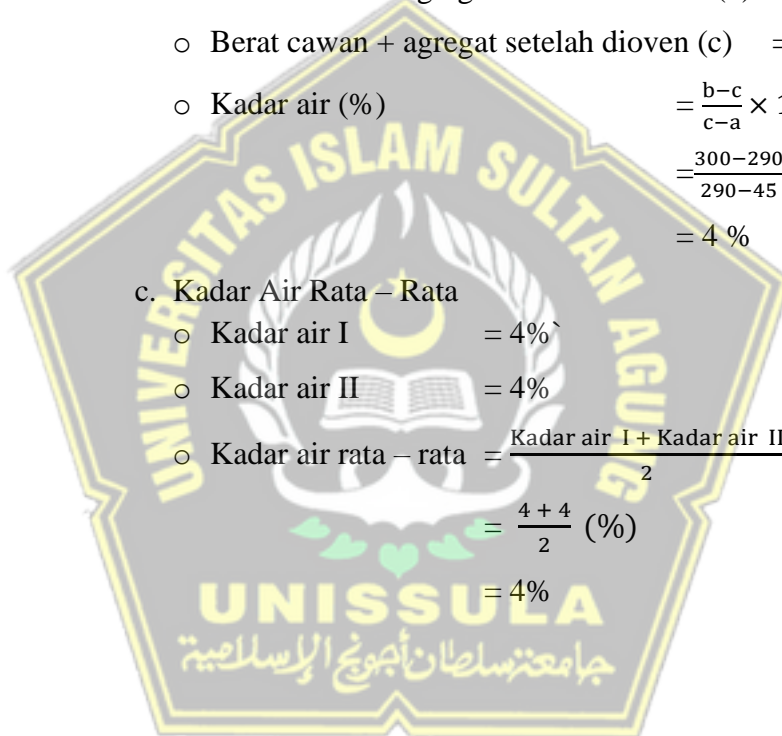
- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 300 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 290 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
= $\frac{300-290}{290-45} \times 100\%$
= 4 %

b. Percobaan II

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 300 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 290 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
= $\frac{300-290}{290-45} \times 100\%$
= 4 %

c. Kadar Air Rata – Rata

- Kadar air I = 4%
- Kadar air II = 4%
- Kadar air rata – rata = $\frac{\text{Kadar air I} + \text{Kadar air II}}{2}$ (%)
= $\frac{4 + 4}{2}$ (%)
= 4%



Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4. 2 - Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG						
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)	Kadar air (%)	Kadar Air Rata - Rata (%)
1	I	45	300	290	4	4
2	II	45	300	290	4	

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Data pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 3 - Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG		
Percobaan	Volume Pasir (V_1)	Volume Lumpur (V_2)
I	270 ml	0 ml
II	290 ml	0 ml

Perhitungan kadar lumpur agregat halus menggunakan Persamaan 4.3 dan 4.4 di bawah ini.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% \quad \dots\dots(4.3)$$

$$\text{Kadar lumpur rata - rata} = \frac{\text{Kadar lumpur I} + \text{Kadar lumpur II}}{2} (\%) \quad \dots\dots(4.4)$$

a. Percobaan I

$$V_1 = 270 \text{ ml}$$

$$V_2 = 0 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \\ &= \frac{0}{270+0} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

b. Percobaan II

$$V_1 = 290 \text{ ml}$$

$$V_2 = 0 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \\ &= \frac{0}{290+0} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

c. Kadar Lumpur Rata – Rata

$$\text{Kadar Lumpur I} = 0\%$$

$$\text{Kadar Lumpur II} = 0\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur rata – rata} &= \frac{\text{Kadar lumpur I} + \text{Kadar lumpur II}}{2} (\%) \\ &= \frac{0\% + 0\%}{2} (\%) \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4. 4 - Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG				
Percobaan	Volume Pasir (V_1)	Volume Lumpur (V_2)	Kadar Lumpur (%)	Kadar Lumpur Rata – Rata (%)
I	270 ml	0 ml	0	0
II	290 ml	0 ml	0	

3. Pemeriksaan Analisa Saringan

Data pemeriksaan analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 - Data Penyaringan Agregat Halus

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Cawan (g)	Berat Cawan + Agregat (g)	Berat Agregat (g)
1.	9,5	45	45	0
2.	4,75	45	60	15
3.	2,36	45	140	95
4.	2	45	115	70
5.	0,6	45	505	460
6.	0,15	45	325	280
7.	0,075	45	80	35
8.	Pan	45	45	0
Jumlah				955

Berat agregat semula (a) = 1000 g

Berat agregat setelah disaring (b) = 955 g

Berat kehilangan = $\frac{a-b}{a} \times 100\%$
 $= \frac{1000-955}{1000} \times 100\%$
 $= 4,5\%$

a. Prosentase Agregat Tertinggal = $\frac{c}{\sum c} \times 100\%$

1) Tertahan komulatif ϕ 9,5 = $\frac{0}{955} \times 100\% = 0\%$

2) Tertahan komulatif ϕ 4,75 = $\frac{15}{955} \times 100\% = 1,57\%$

3) Tertahan komulatif ϕ 2,36 = $\frac{95}{955} \times 100\% = 9,95\%$

4) Tertahan komulatif ϕ 2 = $\frac{70}{955} \times 100\% = 7,33\%$

5) Tertahan komulatif ϕ 0,6 = $\frac{460}{955} \times 100\% = 48,17\%$

6) Tertahan komulatif ϕ 0,15 = $\frac{280}{955} \times 100\% = 29,32\%$

7) Tertahan komulatif ϕ 0,075 = $\frac{35}{955} \times 100\% = 3,66\%$

b. Kumulatif Agregat Tertinggal

- 1) Lolos Saringan ϕ 9,5 = (0 + 0) % = 0%
- 2) Lolos Saringan ϕ 4,75 = (0 + 1,57) % = 1,57%
- 3) Lolos Saringan ϕ 2,36 = (1,57 + 9,95) % = 11,52%
- 4) Lolos Saringan ϕ 2 = (11,52 + 7,33) % = 18,85%
- 5) Lolos Saringan ϕ 0,6 = (18,85 + 48,17) % = 67,02%
- 6) Lolos Saringan ϕ 0,15 = (67,02 + 29,32) % = 96,34%
- 7) Lolos Saringan ϕ 0,075 = (96,34 + 3,67) % = 100%

c. Present Finer (f) = 100% - Kumulatif Agregat Tertinggal

- 1) Saringan ϕ 9,5 = 100% - 0% = 100%
- 2) Saringan ϕ 4,75 = 100% - 1,57% = 98,43%
- 3) Saringan ϕ 2,36 = 100% - 11,52% = 88,48%
- 4) Saringan ϕ 2 = 100% - 18,85% = 81,15%
- 5) Saringan ϕ 0,6 = 100% - 67,02% = 32,98%
- 6) Saringan ϕ 0,15 = 100% - 96,34% = 3,66%
- 7) Saringan ϕ 0,075 = 100% - 100% = 0%

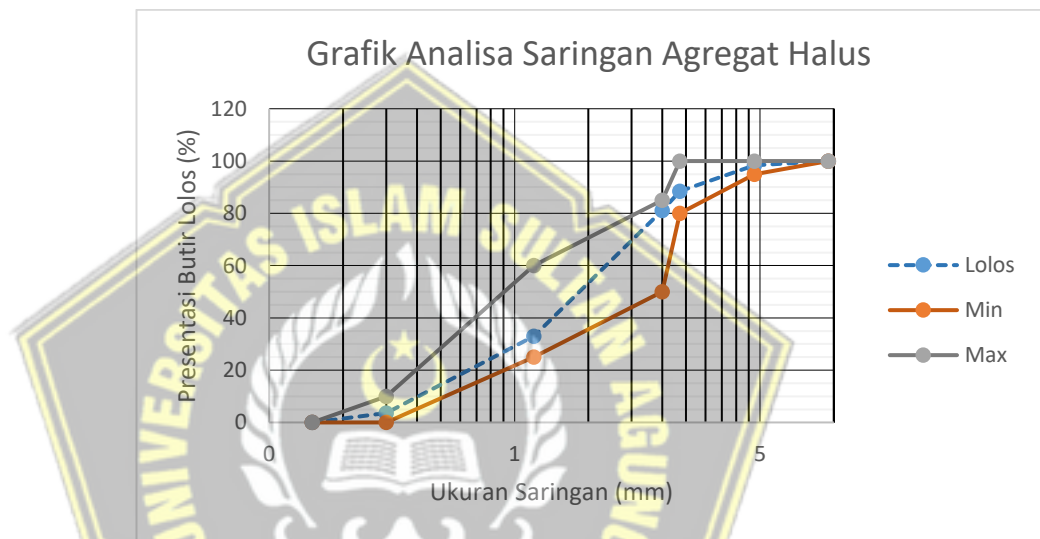
Hasil perhitungan analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4. 6 - Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Prosentase Agregat Tertinggal (%)	Kumulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finer (%)	Spesifikasi (ASTM C33) (%)	
						Min	Max
1.	9,5	0	0	0	100	100	100
2.	4,75	15	1,57	1,57	98,43	95	100
3.	2,36	95	9,95	11,52	88,48	80	100
4.	2	70	7,33	18,85	81,15	50	85
5.	0,6	460	48,15	67,02	32,98	25	60
6.	0,15	280	29,32	96,34	3,66	0	10
7.	0,075	35	3,66	100	0	-	-
Jumlah		955	99,98	295,3	404,7	-	-

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{295,3}{100} \\
 &= 2,95
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan analisa saringan agregat halus di atas didapatkan hasil Modulus Halus Butir sebesar 2,95. Berdasarkan ketentuan dan persyaratan dari SII.0052-80 “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton” rata – rata Modulus Halus Butir agregat halus berkisar 1.50 sampai 3.8.



Gambar 4.1 - Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

Berdasarkan grafik analisa saringan agregat halus di atas, sudah memenuhi standar karena berada pada batas jangkauan yang telah ditentukan.

4.1.2. Agregat Kasar

1. Pemeriksaan Kadar Air

Data pemeriksaan kadar air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7 - Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG				
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)
1	I	25	285	285
2	II	25	285	285

Perhitungan kadar air agregat kasar menggunakan Persamaan 4.5 dan 4.6 di bawah ini.

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \quad \dots\dots(4.5)$$

$$\text{Kadar air rata - rata} = \frac{\text{Kadar air I} + \text{Kadar air II}}{2} (\%) \quad \dots\dots(4.6)$$

a. Percobaan I

- Berat cawan (a) = 25 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 285 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 285 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
= $\frac{285-285}{285-25} \times 100\%$
= 0 %

b. Percobaan II

- Berat cawan (a) = 25 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 285 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 285 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$

$$= \frac{285-285}{285-25} \times 100\%$$

$$= 0 \%$$

c. Kadar Air Rata – Rata

- o Kadar air I = 0%
- o Kadar air II = 0%
- o Kadar air rata – rata = $\frac{\text{Kadar air I} + \text{Kadar air II}}{2}$ (%)
- = $\frac{0 + 0}{2}$ (%)
- = 0%

Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4. 8 - Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG						
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)	Kadar air (%)	Kadar air rata – rata (%)
1	I	25	285	285	0	0 %
2	II	25	285	285	0	

Menurut hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar diatas, agregat kasar memiliki rata – rata kadar air 0%.

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Data pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4. 9 - Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG				
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)
1	I	45	260	255
2	II	45	275	270

Perhitungan kadar lumpur agregat kasar menggunakan Persamaan 4.7 dan 4.8 di bawah ini.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \quad \dots\dots(4.7)$$

$$\text{Kadar lumpur rata - rata} = \frac{\text{Kadar lumpur I} + \text{Kadar lumpur II}}{2} (\%) \quad \dots\dots(4.8)$$

a. Percobaan I

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) = 260 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 255 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
 $= \frac{260-255}{255-45} \times 100\%$
 $= 2 \%$

b. Percobaan II

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) = 275 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 270 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
 $= \frac{275-270}{270-45} \times 100\%$

$$= 2 \%$$

c. Kadar Lumpur Rata – Rata

o Kadar lumpur I = 2 %

o Kadar lumpur II = 2 %

o Kadar lumpur rata – rata = $\frac{2+2}{2}$ (%)

$$= 2 \%$$

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini:

Tabel 4. 10 - Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG						
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)	Kadar Lumpur (%)	Kadar Lumpur Rata – Rata (%)
1	I	45	260	255	2	2
2	II	45	275	270	2	

Menurut hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar diatas, agregat kasar memiliki rata – rata kadar lumpur 2%.

3. Analisa Saringan

Data analisa penyaringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.11 di bawah ini:

Tabel 4. 11 – Data Penyaringan Agregat Kasar

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Cawan (g)	Berat Cawan + Agregat (g)	Berat Agregat (g)
1.	25	45	55	10
2.	19	45	375	330
3.	12,5	45	450	405
Jumlah				745

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat semula (a)} &= 1000 \text{ g} \\ \text{Berat agregat setelah disaring (b)} &= 745 \text{ g} \\ \text{Berat kehilangan} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1000-745}{1000} \times 100\% \\ &= 25,5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a. Prosentase Agregat Tertinggal} &= \frac{c}{\Sigma c} \times 100\% \\ 1) \text{ Tertahan komulatif } \phi 25 &= \frac{10}{745} \times 100\% = 1,34\% \\ 2) \text{ Tertahan komulatif } \phi 19 &= \frac{330}{745} \times 100\% = 44,30\% \\ 3) \text{ Tertahan komulatif } \phi 12,5 &= \frac{405}{745} \times 100\% = 54,36\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Komulatif Agregat Tertinggal} \\ 1) \text{ Lolos Saringan } \phi 25 &= (0 + 1,34) \% = 1,34\% \\ 2) \text{ Lolos Saringan } \phi 19 &= (1,34 + 44,30) \% = 45,64\% \\ 3) \text{ Lolos Saringan } \phi 12,5 &= (45,64 + 54,36) \% = 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Present Finer (f) = 100\% - Komulatif agregat tertinggal} \\ 1) \text{ Saringan } \phi 25 &= 100\% - 1,34\% = 98,66\% \\ 2) \text{ Saringan } \phi 19 &= 100\% - 45,30\% = 54,70\% \\ 3) \text{ Saringan } \phi 12,5 &= 100\% - 100\% = 0\% \end{aligned}$$

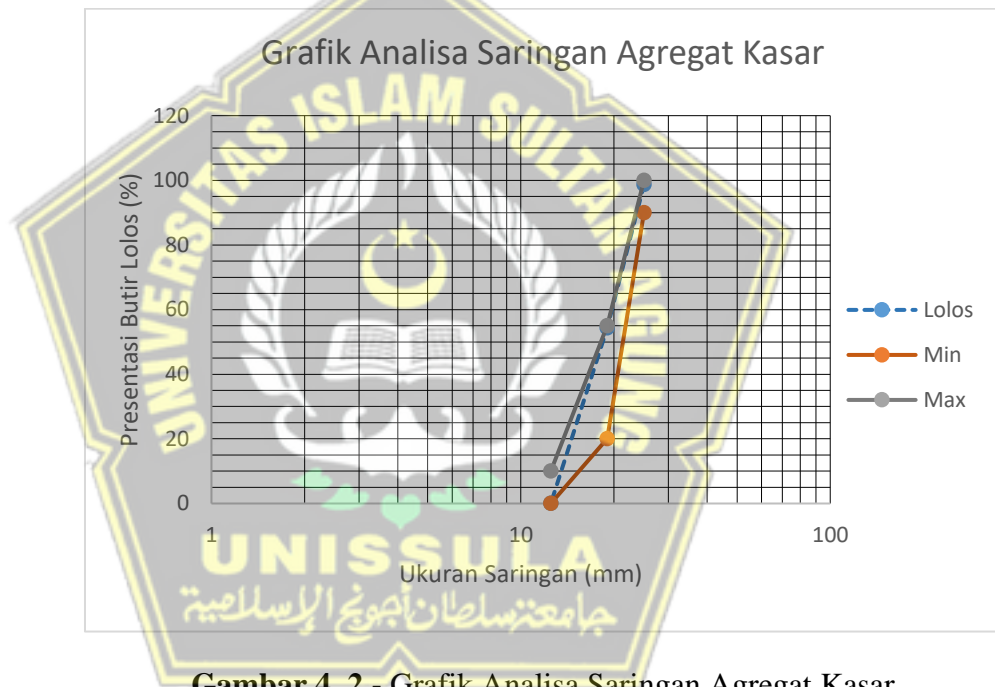
Hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.12 di bawah ini.

Tabel 4. 12 - Hasil Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Prosentase Agregat Tertinggal (%)	Komulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finer (%)	Spesifikasi (ASTM C33) (%)	
						Min	Max
1.	25	10	1,34	1,34	98,66	90	100
2.	19	330	44,30	45,30	54,7	20	55
3.	12,5	405	54,36	100	0	0	10
Jumlah		745	100	146,64	153,36	-	-

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{146,64}{100} \\
 &= 1,47
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar di atas didapatkan hasil Modulus Halus Butir sebesar 1,47. Berdasarkan ketentuan dan persyaratan dari SII.0052-80 “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton” rata – rata Modulus Halus Butir agregat kasar berkisar 6 sampai 7.1, untuk Modulus Halus Butir agregat kasar tidak tergolong standar karena hasilnya tidak berada pada rentang yang sudah ditentukan.



Gambar 4. 2 - Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Berdasarkan grafik analisa saringan agregat kasar di atas, sudah memenuhi standar karena berada pada batas jangkauan yang telah ditentukan.

4.1.3. Pecahan Genting

1. Pemeriksaan Kadar Air

Data pemeriksaan kadar air pecahan genting dapat dilihat pada Tabel 4.13 di bawah ini.

Tabel 4. 13 - Data Pemeriksaan Kadar Air Pecahan Genting

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG				
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)
1	I	45	390	385
2	II	25	390	385

Perhitungan kadar air pecahan genting menggunakan Persamaan 4.9 dan 4.10 di bawah ini.

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \quad \dots\dots(4.9)$$

$$\text{Kadar air rata - rata} = \frac{\text{Kadar air I} + \text{Kadar air II}}{2} (\%) \quad \dots\dots(4.10)$$

a. Percobaan I

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 390 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 385 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
= $\frac{390-285}{385-45} \times 100\%$
= 1 %

b. Percobaan II

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 390 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 385 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$

$$= \frac{390-285}{385-45} \times 100\%$$

$$= 1 \%$$

c. Kadar Air Rata – Rata

o Kadar air I = 1%

o Kadar air II = 1%

o Kadar air rata – rata = $\frac{\text{Kadar air I} + \text{Kadar air II}}{2}$ (%)

$$= \frac{1+1}{2} \text{ (%)}$$

$$= 1\%$$

Hasil pemeriksaan kadar air pecahan genting dapat dilihat pada Tabel 4.12 di bawah ini.

Tabel 4. 14 – Hasil Pemeriksaan Kadar Air Pecahan Genting

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG						
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)	Kadar air (%)	Kadar air rata – rata (%)
1	I	45	390	385	1	1 %
2	II	45	390	385	1	

Menurut hasil pemeriksaan kadar air pecahan genting diatas, pecahan genting memiliki rata – rata kadar air 1 %.

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Data pemeriksaan kadar lumpur pecahan genting dapat dilihat pada Tabel 4.15 di bawah ini:

Tabel 4.15 – Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Pecahan Genting

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG				
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)
1	I	45	355	350
2	II	25	265	265

Perhitungan kadar lumpur pecahan genting menggunakan Persamaan 4.11 dan 4.12 di bawah ini.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \quad \dots\dots(4.11)$$

$$\text{Kadar lumpur rata - rata} = \frac{\text{Kadar lumpur I} + \text{Kadar lumpur II}}{2} (\%) \quad \dots\dots(4.12)$$

a. Percobaan I

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) = 355 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 350 gr

- Kadar lumpur = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
 $= \frac{295-255}{255-25} \times 100\%$
 $= 1,6 \%$

b. Percobaan II

- Berat cawan (a) = 25 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) = 265 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 265 gr

- Kadar lumpur (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$

$$= \frac{265-265}{265-25} \times 100\%$$

$$= 0 \%$$

c. Kadar Air Rata – Rata

- o Kadar air I = 1,6 %`
- o Kadar air II = 0 %
- o Kadar air rata – rata = $\frac{\text{Kadar air I} + \text{Kadar air II}}{2}$ (%)
- = $\frac{1,6+0}{2}$ (%)
- = 0,8 %

Hasil pemeriksaan kadar lumpur pecahan genting dapat dilihat pada Tabel 4.16 di bawah ini.

Tabel 4. 16 – Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pecahan Genting

LABORATORIUM TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA) SEMARANG						
No	Percobaan	Berat cawan (a) (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dicuci (b) (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (c) (gram)	Kadar Lumpur (%)	Kadar Lumpur Rata – Rata (%)
1	I	45	260	255	1,6	0,8
2	II	45	275	270	0	

Menurut hasil pemeriksaan kadar lumpur pecahan genting diatas, pecahan genting memiliki rata – rata kadar lumpur 0,8 %.

3. Pemeriksaan Analisa Saringan

Hasil pemeriksaan penyaringan analisa saringan pecahan genting dapat dilihat pada Tabel 4.17 di bawah ini.

Tabel 4. 17 – Hasil Pemeriksaan Penyaringan Limbah Pecahan Genting

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Cawan (g)	Berat Cawan + Agregat (g)	Berat Agregat (g)
1.	25	45	130	85
2.	19	45	70	235
3.	12,5	45	67	230
Jumlah				550

$$\text{Berat agregat semula (a)} = 1000 \text{ g}$$

$$\text{Berat agregat setelah disaring (b)} = 550 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kehilangan} &= \frac{a - b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1000 - 550}{1000} \times 100\% \\ &= 45\% \end{aligned}$$

$$\text{a. Prosentase Agregat Tertinggal} = \frac{c}{\sum c} \times 100\%$$

$$1) \text{ Tertahan komulatif } \phi 25 = \frac{85}{550} \times 100\% = 15,45\%$$

$$2) \text{ Tertahan komulatif } \phi 19 = \frac{235}{550} \times 100\% = 42,73\%$$

$$3) \text{ Tertahan komulatif } \phi 12,5 = \frac{230}{550} \times 100\% = 41,81\%$$

b. Komulatif Agregat Tertinggal

$$1) \text{ Lolos Saringan } \phi 25 = (0 + 15,45) \% = 15,45\%$$

$$2) \text{ Lolos Saringan } \phi 19 = (15,45 + 42,73) \% = 58,18\%$$

$$3) \text{ Lolos Saringan } \phi 12,5 = (58,18 + 41,81) \% = 100\%$$

c. Present Finer (f) = 100% - Komulatif agregat tertinggal

$$1) \text{ Saringan } \phi 25 = 100\% - 15,45\% = 84,55\%$$

$$2) \text{ Saringan } \phi 19 = 100\% - 58,18\% = 41,82\%$$

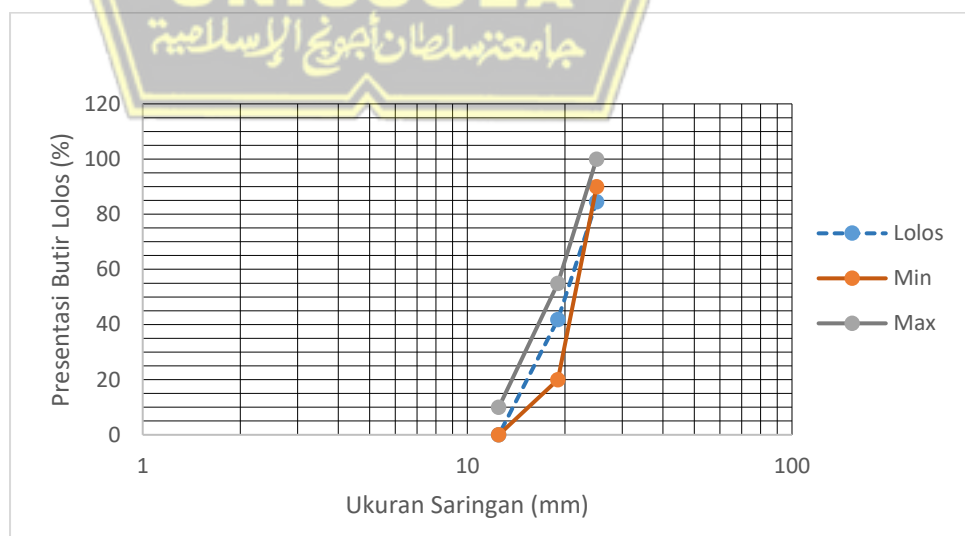
$$3) \text{ Saringan } \phi 12,5 = 100\% - 100\% = 0\%$$

Tabel 4. 18 – Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Pecahan Genteng

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (g)	Prosentase Agregat Tertinggal (%)	Komulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finer (%)	Spesifikasi (ASTM C33) (%)	
						Min	Max
1.	25	85	15,45	15,45	84,55	90	100
2.	19	235	42,73	58,18	41,82	20	55
3.	12,5	230	41,81	100	0	0	10
Jumlah		550	100	173,63	126,37	-	-

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif Agregat Tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{173,63}{100} \\
 &= 1,73
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar di atas didapatkan hasil Modulus Halus Butir sebesar 1,73. Berdasarkan ketentuan dan persyaratan dari SII.0052-80 “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton” rata – rata Modulus Halus Butir agregat kasar berkisar 6 sampai 7.1, untuk Modulus Halus Butir agregat kasar tidak tergolong standar karena hasilnya tidak berada pada rentang yang sudah ditentukan.



Gambar 4. 3 - Grafik Analisa Saringan Pecahan Genteng

Berdasarkan grafik analisa saringan agregat kasar di atas, sudah memenuhi standar karena berada pada batas jangkauan yang telah ditentukan.

4.2. Perbandingan Bahan Penyusun Beton

Mutu beton normal yang digunakan sebagai acuan adalah beton K-175 dengan perancangan bahan penyusun beton mengacu SNI-7394-2008. Beton uji yang dibuat ada 3 macam proporsi dengan perbandingan berat semen : agregat halus : pecahan genting yaitu 1 : 2 : 3, 1 : 2 ½ : 3 ½ dan 1 : 3 : 5. Alat cetak yang digunakan adalah cetakan silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm. Perbandingan bahan penyusun beton dari keseluruhan beton yang dibuat tercantum pada Tabel 4.19 dibawah ini.

Tabel 4. 19 - Takaran Bahan Penyusun Beton

No.	Nama	Takaran Bahan Penyusun Beton			
		Air (kg)	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
1.	Beton Normal K-175	1,71	2,59	6,04	8,18
2.	Beton Uji 1 : 2 : 3	1,33	1,67	3,34	5,01
3.	Beton Uji 1 : 2 ½ : 3 ½	1,23	1,54	3,85	5,40
4.	Beton Uji 1 : 3 : 5	1,23	1,54	4,63	7,71

4.3. Pemeriksaan Uji *Slump*

Nilai *slump* beton saling keterkaitan dengan kebutuhan air pada campuran beton. Penentuan kebutuhan air pada campuran beton ditentukan melalui nilai *slump* rencana. Nilai *slump* rencana yang diambil adalah 75-100 mm yang menghasilkan kebutuhan air 193 kg/m³. Pemeriksaan *slump* beton pada benda uji ditunjukkan pada Tabel 4.20 di bawah ini.

Tabel 4. 20 - Hasil Pemeriksaan Uji *Slump* Beton

No.	Nama	Nilai <i>Slump</i> Beton (mm)
1.	Beton Normal K-175	90
2.	Beton Uji 1 : 2 : 3	120
3.	Beton Uji 1 : 2 ½ : 3 ½	100
4.	Beton Uji 1 : 3 : 5	100

4.4. Pemeriksaan Berat Volume

Pemeriksaan berat volume beton dilakukan 2 kali, yaitu saat beton masih keadaan segar dan beton dalam keadaan keras. Beton dalam keadaan segar yang dimaksud adalah saat beton baru dituang ke dalam cetakan silinder, dan beton dalam keadaan keras yaitu ketika beton berumur 28 hari.

Tabel 4. 21 - Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Segar

No.	Kode	Berat Cetakan (Mm) (kg)	Berat Cetakan + Benda Uji (Mc) (kg)	Berat Benda Uji (Mc – Mm) (kg)
1.	Beton Normal K-175	10,08	23,26	13,18
2.	Beton Uji 1:2:3	10,92	21,74	10,82
3.		10,24	20,90	10,66
4.		9,70	20,34	10,64
5.	Beton Uji 1:2½:3½	9,60	20,78	11,18
6.		9,65	20,50	10,85
7.		9,62	20,64	11,01
8.	Beton Uji 1:3:5	10,80	21,68	10,88
9.		12,06	23,10	11,04
10.		11,43	22,29	10,86

Tabel 4. 22 - Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Keras

No.	Kode	Berat Cetakan (Mm) (kg)	Berat Cetakan + Benda Uji (Mc) (kg)	Berat Benda Uji (Mc – Mm) (kg)
1.	Beton Normal K-175	10,08	22,98	12,90
2.	Beton Uji 1:2:3	10,92	20,88	9,96
3.		10,24	20,68	10,44
4.		9,70	20,22	10,52
5.	Beton Uji 1:2½:3½	9,60	20,68	11,08
6.		9,65	20,47	10,82
7.		9,62	20,59	10,97
8.	Beton Uji 1:3:5	10,80	20,66	9,86
9.		12,06	22,90	10,84
10.		11,43	21,88	10,45

$$\text{Volume Wadah Ukur (V)} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 150^2 \cdot 300$$

$$= 5.298.750 \text{ mm}^3$$

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

- a. Berat Volume Beton Segar (D) = $\frac{M_c - M_m}{V_m}$
1. Beton Normal K-175 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{13,18}{0,0053} = 2486,79 \text{ kg/m}^3$
 2. BA 1:2:3 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,82}{0,0053} = 2041,50 \text{ kg/m}^3$
 3. BB 1:2:3 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,66}{0,0053} = 2011,32 \text{ kg/m}^3$
 4. BC 1:2:3 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,64}{0,0053} = 2007,54 \text{ kg/m}^3$
 5. BA 1:2½:3½ = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{11,18}{0,0053} = 2109,43 \text{ kg/m}^3$
 6. BB 1:2½:3½ = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,85}{0,0053} = 2047,16 \text{ kg/m}^3$
 7. BC 1:2½:3½ = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{11,01}{0,0053} = 2077,35 \text{ kg/m}^3$
 8. BA 1:3:5 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,88}{0,0053} = 2052,83 \text{ kg/m}^3$
 9. BA 1:3:5 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{11,04}{0,0053} = 2083,01 \text{ kg/m}^3$
 10. BA 1:3:5 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,86}{0,0053} = 2049,05 \text{ kg/m}^3$
- b. Berat Volume Beton Keras (D) = $\frac{M_c - M_m}{V_m}$
1. Beton Normal K-175 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{12,90}{0,0053} = 2433,96 \text{ kg/m}^3$
 2. BA 1:2:3 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{9,96}{0,0053} = 1879,24 \text{ kg/m}^3$
 3. BB 1:2:3 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,44}{0,0053} = 1969,81 \text{ kg/m}^3$
 4. BC 1:2:3 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,52}{0,0053} = 1984,90 \text{ kg/m}^3$
 5. BA 1:2½:3½ = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{11,08}{0,0053} = 2090,56 \text{ kg/m}^3$
 6. BB 1:2½:3½ = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,82}{0,0053} = 2041,50 \text{ kg/m}^3$
 7. BC 1:2½:3½ = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,97}{0,0053} = 2069,81 \text{ kg/m}^3$
 8. BA 1:3:5 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{9,86}{0,0053} = 1860,37 \text{ kg/m}^3$
 9. BA 1:3:5 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,84}{0,0053} = 2045,28 \text{ kg/m}^3$
 10. BA 1:3:5 = $\frac{M_c - M_m}{0,0053} = \frac{10,45}{0,0053} = 1971,69 \text{ kg/m}^3$

Tabel 4. 23 - Berat Volume Beton Segar

No.	Kode	Berat Cetakan (Mm) (kg)	Berat Cetakan + Benda Uji (Mc) (kg)	Berat Benda Uji (Mc – Mm) (kg)	Volume (Vm) (m ³)	Berat Volume (D) (kg/m ³)	Berat Volume Rata – Rata (kg/m ³)
1.	Beton Normal K-175	10,08	23,26	13,18	0,0053	2486,79	-
2.	Beton Uji 1:2:3	10,92	21,74	10,82	0,0053	2041,50	2020,12
3.		10,24	20,90	10,66	0,0053	2011,32	
4.		9,70	20,34	10,64	0,0053	2007,54	
5.	Beton Uji 1:2½:3½	9,60	20,78	11,18	0,0053	2109,43	2077,98
6.		9,65	20,50	10,85	0,0053	2047,16	
7.		9,62	20,64	11,01	0,0053	2077,35	
8.	Beton Uji 1:3:5	10,80	21,68	10,88	0,0053	2052,83	2061,63
9.		12,06	23,10	11,04	0,0053	2083,01	
10.		11,43	22,29	10,86	0,0053	2049,05	

Tabel 4. 24 - Berat Volume Beton Keras

No.	Kode	Berat Cetakan (Mm) (kg)	Berat Cetakan + Benda Uji (Mc) (kg)	Berat Benda Uji (Mc – Mm) (kg)	Volume (Vm) (m ³)	Berat Volume (D) (kg/m ³)	Berat Volume Rata – Rata (kg/m ³)
1.	Beton Normal K-175	10,08	22,98	12,90	0,0053	2433,96	-
2.	Beton Uji 1:2:3	10,92	20,88	9,96	0,0053	1879,24	1944,65
3.		10,24	20,68	10,44	0,0053	1969,81	
4.		9,70	20,22	10,52	0,0053	1984,90	
5.	Beton Uji 1:2½:3½	9,60	20,68	11,08	0,0053	2090,56	2067,29
6.		9,65	20,47	10,82	0,0053	2041,50	
7.		9,62	20,59	10,97	0,0053	2069,81	
8.		10,80	21,66	9,86	0,0053	1860,37	1959,11

9.	Beton Uji 1:3:5	12,06	22,90	10,84	0,0053	2045,28	
10.		11,43	21,88	10,45	0,0053	1971,69	

4.5. Uji Kuat Tekan Beton

Perhitungan kuat tekan beton menggunakan Persamaan 2.2 yang telah disebutkan pada bab sebelumnya. Uji kuat tekan beton menggunakan alat *Concrete Compressive Strength* tipe CO-320. Hasil dari pengujian menggunakan alat tersebut menampilkan *Maximum Load (P)* dan *Maximum Strength (f'c)*. Pengolahan data hasil uji kuat tekan beton ditampilkan pada Tabel 4.25.

Tabel 4. 25 - Hasil Uji Kuat Tekan Beton

No.	Kode	Beban Maksimum (N)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata – Rata (MPa)
1.	Beton Normal K-175	0,3439	0,02	19,462	-
2.	Beton Uji 1:2:3	0,1604	0,02	9,075	9,832
3.		0,2334	0,02	13,206	
4.		0,1275	0,02	7,218	
5.	Beton Uji 1:2½:3½	0,1789	0,02	10,124	9,397
6.		0,1532	0,02	8,671	
7.		0,1660	0,02	9,397	
8.	Beton Uji 1:3:5	0,2003	0,02	11,340	11,895
9.		0,2201	0,02	12,457	
10.		0,2102	0,02	11,89	

Maka kuat tekan rata – rata tertinggi diperoleh dari benda uji dengan perbandingan semen : pasir : pecahan genting adalah perbandingan 1 : 3: 5.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sifat – sifat teknis pecahan genting sebagai pengganti agregat kasar terhadap beton normal.
 - a. Sifat – sifat teknis agregat
 1. Kadar air agregat halus sebesar 4%, agregat kasar sebesar 0%, dan pecahan genting 1%.
 2. Kadar lumpur agregat halus sebesar 0%, agregat kasar sebesar 2%, dan pecahan genting 0,8%.
 3. Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus mendapatkan nilai 2,95, agregat kasar mendapatkan nilai MHB sebesar 1,47, dan pecahan genting mendapatkan nilai MHB sebesar 1,73.
 - b. Sifat – sifat teknis beton
 1. Nilai *slump* beton normal K-175 sebesar 9 cm, beton agregat pecahan genting 1:2:3 sebesar 12 cm, beton agregat pecahan genting 1:2½:3½ sebesar 10 cm, dan beton agregat pecahan genting 1:3:5 sebesar 10 cm.
 2. Berat volume beton
 1. Beton normal K-175 mempunyai berat volume beton segar 2513,21 kg/m³ dan berat volume beton keras sebesar 2352,83 kg/m³.
 2. Beton pecahan genting dengan komposisi 1 : 2 : 3 mempunyai berat volume beton segar rata – rata sebesar 2020,12 kg/m³ dan berat volume beton keras sebesar 1944,65 kg/m³.
 3. Beton pecahan genting dengan komposisi 1 : 2½ : 3½ mempunyai berat volume beton segar rata – rata sebesar 2077,98 kg/m³ dan berat volume beton keras sebesar 2067,29 kg/m³.

4. Beton pecahan genting dengan komposisi 1 : 3 : 5 mempunyai berat volume beton segar rata – rata sebesar $2061,63 \text{ kg/m}^3$ dan berat volume beton keras sebesar $1959,11 \text{ kg/m}^3$.

Berat volume beton segar dan berat volume beton keras tertinggi didapat oleh beton pecahan genting dengan komposisi 1 : $2\frac{1}{2}$: $3\frac{1}{2}$. Nilai ini lebih kecil dari beton normal yang mempunyai berat volume beton segar $2513,21 \text{ kg/m}^3$ dan berat volume beton keras sebesar $2352,83 \text{ kg/m}^3$.

2. Kuat tekan

- a. Beton normal K-175 pada umur 28 hari mempunyai kuat tekan rata - rata maksimum sebesar 19,462 Mpa.
- b. Beton dengan agregat pecahan genting dengan komposisi 1 : 2 : 3 pada umur 28 hari mempunyai kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 9,832 Mpa.
- c. Beton dengan agregat pecahan genting dengan komposisi 1 : $2\frac{1}{2}$: $3\frac{1}{2}$ pada umur 28 hari mempunyai kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 9,397 Mpa.
- d. Beton dengan agregat pecahan genting dengan komposisi 1 : 3 : 5 pada umur 28 hari mempunyai kuat tekan rata – rata maksimum sebesar 11,895 Mpa

Kuat tekan tertinggi dicapai oleh beton pecahan genting sebagai pengganti agregat kasar dengan komposisi 1 : 3 : 5, dengan nilai kuat tekan sebesar 11,895 Mpa atau mengalami penurunan dibandingkan dengan beton normal yang memiliki kuat tekan sebesar 19,462 Mpa.

3. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa genting tidak dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada beton normal K-175, karena ditinjau dari kuat tekannya memiliki selisih nilai kuat tekan sebesar 7,567 MPa daripada beton normal K-175 dengan agregat kasar (kerikil atau batu *split*). Akan tetapi pecahan genting sebagai pengganti agregat beton normal K-175 dapat digunakan sebagai bahan bangunan non struktur.

5.2. Saran

1. Penelitian ini bisa menjadi bahan acuan penelitian berikutnya, agar bisa lebih lebih ditingkatkan kuat tekan betonnya dengan mengontrol kepipihan genting agar beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang lebih baik lagi.
2. Ditinjau dari sifat – sifat agregat pecahan genting dan hasil pengujian kuat tekan beton maka pecahan genting dapat digunakan sebagai pengganti bahan bangunan non struktur. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan masyarakat yang memiliki pecahan genting untuk dimanfaatkan dalam pembuatan beton non struktur.



DAFTAR PUSTAKA

- ACI 363R-92. 1992. *State of the Art Report on High Strength Concrete*.
- ASTM C 125-06. *Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*. United States: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 33-03. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. United States: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 469-02. *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*. United States: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C-150. *Standard Specification for Portland Cement*. United States: Association of Standard Testing Materials.
- Nawy, Edward G.. 1985. *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan oleh Ir. Bambang Suryoatmono, M. Sc.. PT. ERESKO. Bandung.
- PBI 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- PUBI 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI – 1982)*. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- S. Mindess, Francis Y, D. Darwin. 2003. *Concrete 2nd Edition*, New Jersey: Prentice Hall.
- SK SNI T-15-1991-03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- SNI 03-4431-1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Titik Pembebanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2847:2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono 2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.