

**ANALISA PEMBUATAN GENTENG BETON SERAT
DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT IJUK**

SKRIPSI

ARYA ANANDA

17.811.0180



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 1/10/20

Access From (repository.uma.ac.id)1/10/20

**ANALISA PEMBUATAN GENTENG BETON SERAT
DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT IJUK**

SKRIPSI

*Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat Menempuh
Ujian Sarjana Teknik Sipil*



ARYA ANANDA

17.811.0180

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 1/10/20

Access From (repository.uma.ac.id)1/10/20

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PEMBUATAN GENTENG BETON SERAT DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT IJUK

SKRIPSI

*Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat Menempuh
Ujian Sarjana Teknik Sipil*

Disusun oleh :
ARYA ANANDA
17.811.0180

Disetujui :

Dosen Pembimbing I,

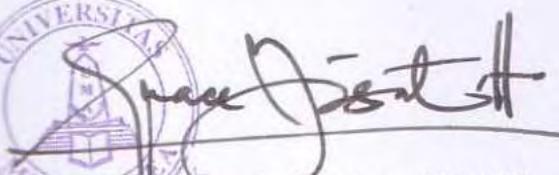

(Ir. H. Edy Hermanto, MT)

Dosen Pembimbing II,

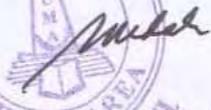

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,


(Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT)

Ketua Prodi Teknik Sipil,


(Ir. Nurmaidah, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 1/10/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

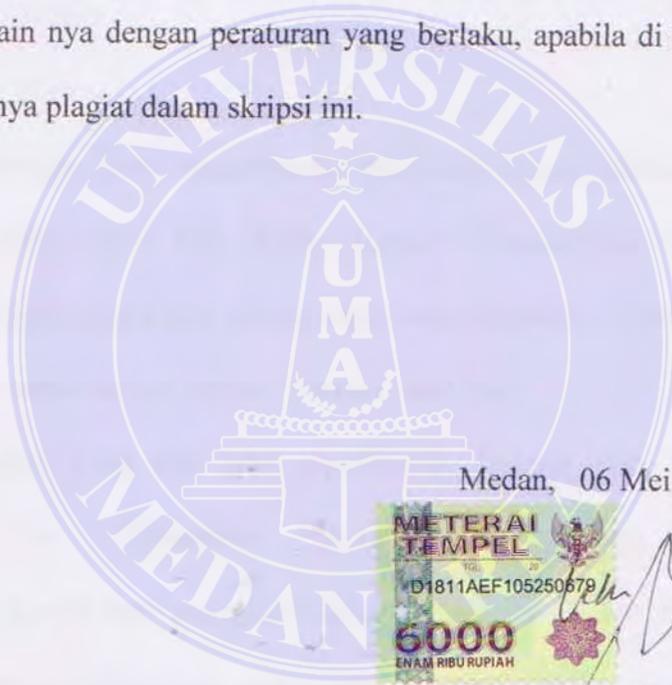
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)1/10/20

LEMBAR PERNYATAAN

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

Saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lain nya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 06 Mei 2020



Arya Ananda
17 811 0180

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 1/10/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)1/10/20

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arya Ananda

NPM : 178110180

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

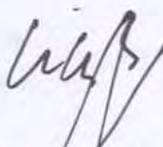
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisa Pembuatan Genteng Beton Serat Dengan Bahan Tambah Serat Ijuk.

Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 06 Mei 2020


Arya Ananda
178110180

ABSTRAK

Genteng beton menggunakan bahan semen, pasir, air dan kapur serta serat ijuk sebagai bahan tambah pada campuran pembuatan genteng. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen penggunaan bahan serat organic (ijuk) sebagai bahan tambah pada pembuatan genteng beton. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk ke dalam adukan genteng beton terhadap : (1) rembesan air genteng beton, (2) penyerapan air genteng beton, (3) ukuran genteng beton, (4) penyerapan panas genteng beton dan (5) perbandingan genteng beton dengan bahan tambah serat ijuk dan tanpa serat ijuk. Hasil pengujian genteng beton menggunakan bahan tambah serat ijuk untuk campuran 1 semen : 1,25 kapur mill : 3 pasir adalah : Hasil pengujian rembesan air pada penambahan serat 0% tidak rembes, 0,6% tidak rembes, 1,2% tidak rembes, dan 2% tidak rembes. Hasil Pengujian penyerapan air rata-rata genteng beton pada penambahan serat 0% = 8,03%, serat 0,6% = 7,84%, serat 1,2% = 9,10%, dan serat 2% = 8,61%. Hasil pengujian penyerapan panas pada penambahan serat 0% = 75,60%, serat 0,6% = 74,50%, serat 1,2% = 73,60%, dan serat 2% = 72,10%. Dari pengujian di atas maka dapat disimpulkan bahwa penambahan serat ke dalam adukan genteng beton dapat menghasilkan genteng beton yang berkualitas dibandingkan dengan genteng beton tanpa bahan tambah serat.

Kata-Kata Kunci : Genteng Beton, Serat Ijuk

ABSTRACT

Concrete roof tiles use cement, sand, water and lime as well as fibers as added material to the tile-making mixture. The method used in this research is the experimental method of using organic fiber (fibers) as an added material in making concrete roof tiles. The purpose of this test is to determine the effect of adding fibers to the concrete tile mortar on: (1) concrete tile water seepage, (2) concrete tile water absorption, (3) concrete tile size, (4) heat absorption of concrete tile and (5) comparison of concrete roof tiles with added fibers and without fibers. The results of concrete tile testing using fibers added ingredients for a mixture of 1 cement: 1.25 lime mill: 3 sand are: The results of water seepage testing on the addition of 0% fiber is not seepage, 0.6% is not seepage, 1.2% is not seepage, and 2% are not permeable. Test Results The average water absorption of concrete tile at the addition of fiber 0% = 8.03%, 0.6% fiber = 7.84%, fiber 1.2% = 9.10%, and fiber 2% = 8.61 %. The results of heat absorption test on the addition of fiber 0% = 75.60%, 0.6% fiber = 74.50%, 1.2% fiber = 73.60%, and 2% fiber = 72.10%. From the above test it can be concluded that the addition of fiber into the concrete tile mix can produce quality concrete roof tiles compared to concrete roofs without fiber added material.

Keywords: Concrete Tile, Palm Fiber



KATA PENGANTAR

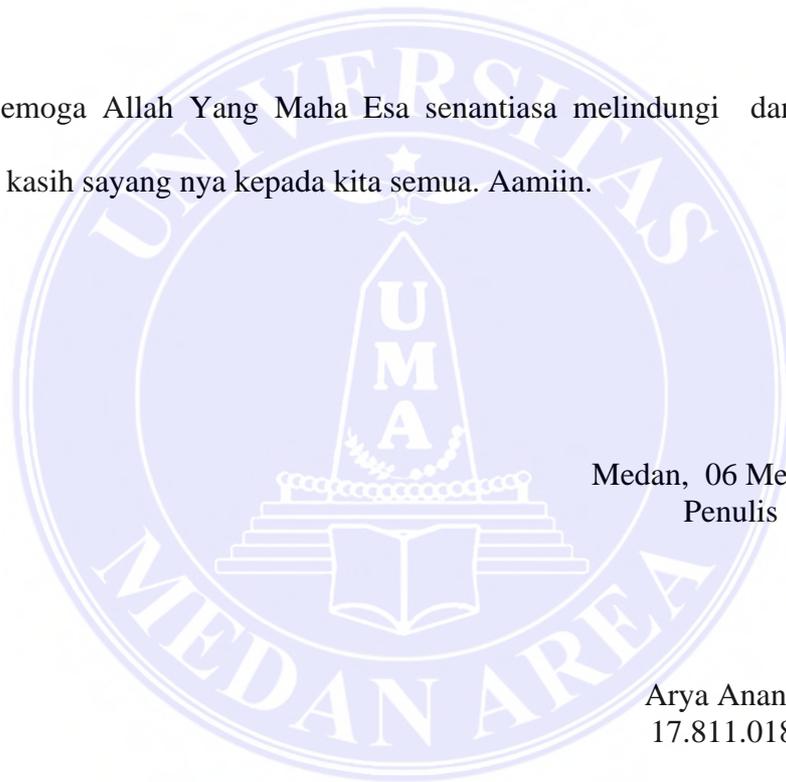
Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang diberi judul “Analisa Pembuatan Genteng Beton Serat Dengan Bahan Tambah Serat Ijuk” skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I (S1) di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari semua pihak. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan, motivasi dan doa yang diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area, terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Nurmaidah, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT, Sebagai Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, Sebagai Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

7. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya, Azhari Ahmad dan Yuliani Awahab yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.
8. Serta teman-teman seperjuangan Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Allah Yang Maha Esa senantiasa melindungi dan memberikan rahmat kasih sayang nya kepada kita semua. Aamiin.



Medan, 06 Mei 2020
Penulis

Arya Ananda
17.811.0180

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Metode Pengambilan Data	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Beton	7
2.1.1 Kuat-Tarik dan Lentur	11
2.1.2 Kekuatan Geser	13
2.1.3 Perubahan Bentuk Karena Pembebanan	13
2.2 Genteng Beton	14
2.2.1 Definisi	14
2.2.2 Bentuk dan Ukuran	15
2.2.3 Syarat Mutu	16
2.3 Material Pembentuk Genteng Beton	17
2.3.1 Semen Portland	17
2.3.2 Pasir	32
2.3.3 Air dan Udara	37
2.3.4 Agregat-agregat	38

2.3.5 Bahan-bahan Campuran	44
2.3.6 Serat Ijuk	44
BAB III METODE PENELITIAN	47
3.1 Gambaran Umum	47
3.1.1 Variabel Penelitian	47
3.1.2 Benda Uji	49
3.1.3 Bagan Alur Studi Penelitian	50
3.2 Bahan Penelitian	51
3.3 Lokasi Penelitian	51
3.4 Peralatan Penelitian	51
3.5 Persiapan Pengujian Genteng Beton Serat	52
3.5.1 Tahap Persiapan	52
3.5.2 Faktor Air Semen	53
3.5.3 Pemeriksaan Karakteristik Pasir.....	53
3.5.4 Perencanaan Kebutuhan Bahan Benda Uji	53
3.5.5 Pembuatan Benda Uji Genteng Beton Serat	54
3.6 Pengujian Benda Uji Genteng Beton Serat	55
3.6.1 Pengujian Rembesan Air (<i>impermeabilitas</i>)	55
3.6.2 Pengujian Penyerapan Air (<i>porositas</i>)	56
3.6.3 Pengujian Ukuran	56
3.6.4 Pengujian Penyerapan Panas	56
3.7 Analisa Data Penelitian	57
3.7.1 Karakteristik Pasir, Kapur Mill, Semen dan Serat	57
3.7.2 Karakteristik Genteng Beton Serat	59
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Hasil Penelitian Bahan dan Benda Uji	61
4.1.1 Karakteristik Semen	61
4.1.2 Karakteristik Kapur Mill	61
4.1.3 Karakteristik Pasir	62
4.1.4 Karakteristik Serat Ijuk	65

4.2 Pengujian Genteng Beton	66
4.2.1 Pengujian Rembesan Air (<i>impermeabilitas</i>)	66
4.2.2 Pengujian Penyerapan Air (<i>porositas</i>).....	67
4.2.3 Pengujian Ukuran	69
4.2.4 Pengujian Penyerapan Panas	70
4.3 Pembahasan	72
4.3.1 Pengujian Rembesan Air (<i>impermeabilitas</i>)	72
4.3.2 Pengujian Penyerapan Air (<i>porositas</i>)	73
4.3.3 Pengujian Ukuran	73
4.3.4 Pengujian Penyerapan Panas	73
4.3.5 Kualitas Genteng Beton Serat dengan Kualitas Genteng Beton Tanpa Bahan Tambah Serat Ijuk	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	79

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tingkat Mutu Genteng Beton	16
Tabel 2. Komposisi Limit Semen Portland	17
Tabel 3. Persentase dari Komposisi dan Kadar Senyawa Kimia Semen Portland	21
Tabel 4. Sifat-Sifat Semen	22
Tabel 5. Spesifikasi dari Batasan Agregat yang Dikeruk dari Dasar Laut Menurut GLC.....	43
Tabel 6. Pengujian Rembesan Air (<i>impermeabilitas</i>) Genteng Beton dengan Penambahan Serat Ijuk	64
Tabel 7. Pengujian Penyerapan Air (<i>porositas</i>) Genteng Beton Serat dengan Bahan Tambah Serat Ijuk.....	65
Tabel 8. Pengujian Ukuran Genteng Beton Serat	67
Tabel 9. Pengujian Pengendali Penyerapan Panas Genteng Beton Serat dengan Bahan Tambah Serat Ijuk.....	68
Tabel 10. Pengujian Penyerapan Panas Genteng Beton Serat dengan Bahan Tambah Serat Ijuk.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagan Alur Studi Penelitian.....	50
Gambar 2. Grafik Pengujian Penyerapan Air (porositas) Genteng Beton Serat Ijuk	66
Gambar 3. Grafik Pengujian Penyerapan Panas Genteng Beton Serat Ijuk.....	69



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Benda Uji.....	79
Lampiran 2. Genteng Beton dengan Bahan Tambah Serat.....	79
Lampiran 3. Tempat Pengujian.....	80
Lampiran 4. Serat Ijuk.....	80
Lampiran 5. Semen Merah Putih.....	81
Lampiran 6. Kapur Mill.....	81
Lampiran 7. Pasir.....	82
Lampiran 8. Alat Pencetak Genteng Beton.....	82
Lampiran 9. Cetakan Genteng Beton.....	83
Lampiran 10. Bak Pengaduk.....	83
Lampiran 11. Timbangan Miligram.....	84
Lampiran 12. Timbangan Duduk.....	84
Lampiran 13. Rak Pengering Genteng Beton.....	85
Lampiran 14. Meteran Pengukur.....	85
Lampiran 15. Bak Perendam.....	86
Lampiran 16. Aluminium Foil.....	86
Lampiran 17. Gunting.....	87
Lampiran 18. Seng Aluminium.....	87
Lampiran 19. Proses Pengujian Rembesan Air (<i>impermeabilitas</i>).....	88
Lampiran 20. Proses Pengujian <i>impermeabilitas</i>	88
Lampiran 21. Termometer Digital.....	89
Lampiran 22. Bola Lampu 100 Watt.....	89
Lampiran 23. Proses Penyerapan Panas.....	90

Lampiran 24. Proses Penyerapan Air.....	91
Lampiran 25. Proses Pengujian <i>Porositas</i>	91



DAFTAR NOTASI

ASTM = *American Standard Testing and Material*

D = Diameter dalam mm

f_1 = Kekuatan tarik belah, N/mm^2

Mpa = Megapascal

N = Netron

K = Berat genteng dalam keadaan kering (gram)

KM = Kapur Mill

l = Panjang dari silinder dalam mm

P = Bebab maksimal yang diberikan dalam N

PUBI = Persyaratan Umum Bahan Bangunan

PC = Zak Semen

PS = Zak Pasir

SNI = Standar Nasional Indonesia

T2 = Termometer bawah (dengan benda uji)

T2₂ = Termometer bawah (kosong)

V = Volume piknometer (cm^3)

W = Berat semen dalam keadaan basah

W₀ = Berat pasir / serat jenuh kering muka (gram)

W₁ = Berat piknometer (gram)

W₂ = Berat piknometer berisi pasir atau serat (gram)

W₃ = Berat piknometer berisi air (gram)

W₄ = Berat pasir / serat dalam keadaan kering tungku (gram)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan kemajuan industri semakin berkembang pesat, oleh sebab itu persaingan dibidang industri semakin tinggi dan meluas. Perusahaan yang dapat bertahan hidup yaitu perusahaan yang melakukan pengendalian produk, berciri dan berorientasi secara total pada kualitas, karena kualitas merupakan factor dasar bagi konsumen dalam memilih produk. Konsumen berharap puas dengan produk yang dipilihnya, akibatnya kualitas sangat berpengaruh dalam membawa keberhasilan bisnis.

Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan utama sebagai penutup atap rumah. Fungsi utama genteng adalah menahan panas sinar matahari dan guyuran air hujan. Jenis genteng bermacam-macam, yaitu genteng beton, genteng tanah liat, genteng keramik, genteng seng, genteng kayu. Genteng beton merupakan salah satu penutup atap yang baik, namun tidak banyak masyarakat yang menggunakan genteng beton, selain harganya yang relatif mahal , genteng beton juga termasuk penutup atap yang berat.

Atap adalah pelindung rangka atap suatu bangunan secara keseluruhan terhadap pengaruh cuaca : panas, hujan, angin dsb. Persyaratan penutup atap yang baik adalah awet dan kuat tahan lama. Dengan banyaknya gedung-gedung yang dibangun maka sangat dibutuhkan bahan penutup atap yang baik, yaitu penutup atap yang memenuhi persyaratan kuat, ringan dan kedap air. genteng beton

merupakan salah satu penutup atap yang baik, namun tidak banyak masyarakat yang menggunakan genteng beton, selain harganya yang relatif mahal bila dibandingkan dengan genteng lain, genteng beton juga termasuk penutup atap yang cukup berat, sehingga memerlukan konstruksi rangka atap yang kuat agar dapat menahan berat genteng tersebut yang mengakibatkan konstruksi rangka lebih kokoh dan mahal. Menurut survey yang saya lakukan di pabrik-pabrik pembuatang banyak yang berhenti memproduksi genteng beton dikarenakan kurangnya minat masyarakat terhadap penggunaan genteng dan masyarakat lebih memilih seng sebagai atap rumah mereka karena harga seng lebih murah. Namun dari segi kenyamanan seng tidak begitu bagus dikarenakan seng tidak mampu meredam suara dan penyerapan panas sangat tinggi. (Basuki, Eko 2013)

Genteng beton adalah unsur bangunan yang dibuat dari campuran bahan-bahan seperti : semen portland, agregat halus, air dan kapur, dan bahan pembantu lainnya, yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk atap. Genteng beton ini sangat kuat dan bobotnya sangat berat, yaitu mencapai 4,4 kg per buahnya. Hal ini menjadi masalah dalam pemakaiannya, karena berat penutup atap berpengaruh terhadap ukuran seng. Dalam penelitian ini genteng di buat lebih tipis dari ukuran genteng biasanya sehingga dapat meringankan konstruksi rangka atap, dan juga menghemat penggunaan bahan, namun kualitasnya memenuhi persyaratan SNI dan PUBLI.

Salah satu kelemahan beton adalah mempunyai sifat getas dan kurang mampu menahan tegangan tarik dan berat sendirinya besar. Usaha peningkatan kualitas beton sampai sekarang ini masih terus dilakukan baik peningkatan kuat tekan, tarik maupun lentur, bahkan sampai upaya untuk membuat beton itu ringan

tetapi mempunyai kekuatan tinggi. Genteng beton merupakan bentuk aplikasi penggunaan beton sebagai bahan bangunan non structural secara otomatis memiliki kelemahan yang sama. (Supatmi : 2007)

Serat ijuk digunakan sebagai bahan tambah pembuatan genteng beton serat karena memiliki kuat tarik yang tinggi, selain itu dapat memperdayakan serat ijuk yang dibuang atau tidak dipakai lagi untuk digunakan untuk bahan tambah pembuatan genteng beton serat.

Salah satu usaha untuk memperbaiki sifat kurang baik dari genteng beton adalah dengan menambahkan serat ke dalam adukan beton agar lebih ringan. Serat kelapa dipikih sebagai bahan tambah beton karena sabut kelapa merupakan serat yang cukup kuat Tarik yang baik dan mampu meningkatkan kualitas genteng dan memberikan nilai tambah baik secara ekonomi maupun pemecahan masalah pencemaran lingkungan oleh serat alam sabut kelapa.

Penelitian tentang genteng komposit yang menggunakan bahan baku dari alam dan pemanfaatan limbah sudah mulai dikembangkan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menyangkut pembuatan genteng dan pemanfaatan limbah diantaranya : *Cintia. P (2014)* yang membuat genteng dari bahan campuran serbuk kaca.

Anggun W A, membuat komposit serat sabut kelapa untuk bahan genteng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa telah lulus memenuhi SNI 0096-2007.

Penambahan serat dalam adukan beton dapat meningkatkan kuat tarik, kuat lentur, dan beton yang dihasilkan lebih ringan. Dalam penelitian ini peneliti

mencoba mengaplikasikan beton untuk pembuatan genteng beton yaitu dengan penambahan serat ijuk. Serat ijuk mempunyai kemampuan tarik yang cukup sehingga diharapkan dapat mengurangi retak, dapat meningkatkan kuat tarik, kuat lentur, dan beton yang dihasilkan lebih ringan. Penambahan serat ijuk pada pembuatan genteng beton telah terbukti mampu memperbaiki sifat fisis mekanis yang dimiliki, seperti meningkatkan kuat lentur Ijuk bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan terhadap genangan asam termasuk genangan air laut yang mengandung garam. Dengan sifat yang demikian maka penambahan serat ijuk dan pengurangan pasir diharapkan dapat meningkatkan beban lentur dan kualitas genteng beton serta menghasilkan genteng beton yang lebih ringan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menciptakan inovasi baru genteng beton yang memenuhi kriteria-kriteria sebagai atap yang dapat melindungi bangunan yang ada dibawahnya dengan memiliki keunggulan yaitu kuat namun ringan, harga terjangkau oleh masyarakat serta ramah lingkungan. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rembesan air (*impermeabilitas*) genteng beton serat dari setiap variasi penambahan serat ijuk, persentase penyerapan air (porositas) genteng beton serat dari setiap variasi penambahan serat ijuk, nilai penyerapan panas rata-rata genteng beton serat dari setiap variasi penambahan serat ijuk dan mengetahui kualitas genteng beton tanpa bahan tambah dan genteng beton serat dengan bahan tambah serat ijuk.

1.3 Rumusan Masalah

Dengan ini maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Meninjau Bagaimana kualitas genteng beton tanpa bahan tambah dan genteng beton serat dengan penambahan serat ijuk ?
- b. Berapa nilai variasi serat ijuk yang akan dipergunakan dalam pembuatan genteng beton serat ?
- c. Bagaimana rembesan air (impermeabilitas) genteng beton serat dari setiap variasi penambahan serat ijuk?
- d. Berapa persentase penyerapan air (porositas)genteng beton serat dari setiap variasi serat ijuk?
- e. Berapa nilai penyerapan panas rata-rata genteng beton serat dari setiap variasi penambahan serat ijuk?

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu adanya batasan masalah, agar dalam melakukan pengujian genteng beton serat dapat menghasilkan kualitas genteng beton serat yang baik. Adapun batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Serat ijuk yang digunakan berasal dari pabrik ijuk, dan di potong-potong dengan panjang sesuai panjang cetakan genteng beton serat dengan presentase 0%, 0,6%, 1,2%, dan 2% terhadap volume pasir yang digunakan.
2. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Merah Putih dengan kemasan isi 40 kg, tertutup rapat dan butirannya halus tidak menggumpal.
3. Genteng beton yang diteliti pada umur 28 hari dengan jumlah benda uji masing-masing 10 buah. (SNI)
4. Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian rembesan air (permeabilitas), penyerapan air (porositas), penyerapan panas

1.5 Metode Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan pengumpulan data dengan cara menguji langsung di pabrik. Pada pengumpulan data menggunakan data primer, data primer didapat langsung di lapangan. Data tersebut mencakup besar beban geser, dan juga data sekunder yang sifatnya mendukung keperluan data primer seperti buku-buku dan jurnal.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton dan bahan dasar butiran halus (*cementitious*) (*vulkanik*), seperti abu polosan, telah digunakan sejak jaman Yunani, Roma, atau mungkin pada peradaban-peradaban kuno terdahulu. Akan tetapi, awal abad ke sembilanbelas menandai permulaan penggunaan material tersebut secara lebih intensif. Pada tahun 1801, F. Coignet mempublikasikan pernyataan mengenai prinsip-prinsip konstruksi, dengan menyadari kelemahan material tersebut terhadap tarik. J. L. Lambot pada tahun 1850 untuk pertama kalinya membangun sebuah perahu semen kecil untuk pameran pada *World's Fair* 1855 di Paris. J. Monier, seorang tukang kebun perancis mempatenkan pada tahun 1867 rangka-rangka logam sebagai tulangan untuk bak-bak tanaman kebun dari beton, dan Koenen pada tahun 1886 mempublikasikan naskah yang pertama mengenai teori dan desain struktur beton. Pada tahun 1906, C. A. P. Turner membangun slab datar (*flat slab*) pertama tanpa balok. (Edward G. Nawy: 2010)

Sesudah itu, kemajuan yang pesat terjadi dalam bidang ini seperti pada tahun 1910 *German Committee for Reinforced Concrete* (Komite Jerman untuk Beton Bertulang), *Austrian Concrete Committee* (Komite Beton Austria), *American Concrete Institute* (Institusi Beton Amerika), dan *British Concrete Institute* (Institusi Beton Britania) telah dibentuk. Banyak bangunan, jembatan,

dan bak cairan dari beton bertulang telah dibangun sampai dengan tahun 1920, dan era prategang linier dan melingkar bermula.

Perkembangan-perkembangan yang cepat dalam seni dan ilmu pengetahuan terhadap analisis, desain, dan konstruksi beton bertulang dan prategang telah menghasilkan system-sistem struktural yang unik seperti *Kresge Auditorium* (Auditorium Kresge), Boston; *Festival of Britain Dome* (Perayaan Kubah Britania) 1951; Marina Towers (Menara-menara Marina) dan Lake Point Tower (Menara Titik Tower), Chicago; Trump Tower (Menara Truf), New York; Two Union Square Towers (Dua Menara Bujursangkar Gabungan), Seattle dan banyak, banyak lagi yang lainnya.

Teori-teori kekuatan ultimat telah disusun pada tahun 1938 di USSR (Republik Sosial Uni Soviet) dan tahun 1956 di Inggris dan Amerika Serikat. Teori-teori batas juga telah menjadi sebuah bagian dari tata cara berbagai negara di seluruh dunia. Material pokok dan komposit dari beton yang baru telah menjadi lazim, termasuk beton kekuatan-tinggi dengan kekuatan tekan mencapai 20.000 psi (137,9 MPa) dan 1800 psi (12,41 MPa) untuk tariknya. Batang (*bars*) tulangan baja dengan kekuatan lebih dari 60.000 psi (413,7 MPa) dan jaring kawat las kekuatan-tinggi dengan kekuatan ultimat lebih dari 100.000 psi (689,5 MPa) telah digunakan. Sebagai tambahan batang deform dengan berbagai bentuk telah diproduksi. Deformasi semacam itu membantu membentuk lekatan maksimum yang mungkin antara batang-batang tulangan dengan beton di sekelilingnya sebagai sebuah persyaratan yang memungkinkan beton sebagai suatu media structural. Baja prategang dengan kekuatan ultimat lebih dari 300.000 psi (2068 MPa) telah tersedia. (Edward G. Nawy: 2010)

Semua perkembangan ini dan penelitian eksperimental serta teoritis besar-besaran yang telah dilakukan, khususnya dalam dua decade terakhir, telah menghasilkan teori-teori yang teliti dan peraturan-peraturan praktis. Konsekuensinya, sebuah pendekatan penyederhanaan diperlukan untuk memahami perilaku structural dasar elemen-elemen beton bertulang.

Karakteristik dari beton harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis yang paling baik untuk mengusahakan kesempurnaan semua sifat beton, akan berarti pemborosan bilamana dipandang dari segi ekonomi. Yang paling diharapkan dari suatu konstruksi ialah dapat memenuhi harapan maksimal, dengan tepat mengikuti variasi sifat-sifat beton, dan tidak hanya terpancang pada satu pandangan saja, misalnya kekuatan harus semaksimal mungkin.

Meskipun usaha untuk mencapai kekuatan maksimum bukan merupakan satu-satunya, kriteria perencanaan, ukuran dari kuat hancur kubus atau silinder beton sebagai benda uji mencerminkan suatu usaha untuk mempertahankan mutu standar yang seragam, dan di dalam kenyataannya biasa dikerjakan demikian. Karena sifat-sifat lain dari beton pada campuran tertentu tercermin dalam kuat kubus-uji, maka mungkin saja satu-satunya pengujian ini masih dipandang memadai dan memberikan informasi yang cukup. (L.J. Murdock, 2018)

Pengujian dari beton yang sudah keras pada unit pra-cetak dapat dilakukan tanpa kesukaran, karena unit yang utuh dapat dipecahkan di dalam proses pengujian. Contoh benda-benda uji dapat diambil dari bangunan yang sudah jadi dengan “pengambilan inti”, tetapi ada pertimbangan biaya dan dapat melemahkan bangunan. Oleh karena itu dibiasakan untuk memperkirakan sifat-sifat beton pada

suatu bangunan dengan dasar pengujian yang diadakan pada benda-uji yang dicetak dari campuran beton di tempat pekerjaan. Benda uji ini dipadatkan dan dirawat menurut cara-cara standar yang ada dalam BS 1881 : 1970 karena pada kedua hal tersebut tidak mungkin merancang keadaan yang sama dengan bangunan yang ada. Oleh karena kuat-hancur juga dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk dari bangunan, maka hal ini berarti bahwa kuat hancur dari kubus-uji tidak perlu sama dengan masa beton secara tepat.

Beton dapat mencapai kuat-hancur sampai sekitar 80 N/mm^2 (12.000 lb/in^2), atau lebih, tergantung pada perbandingan campuran semen : pasir : agregat kasar sebagai 1 : 2 : 4. Dalam jenis konstruksi tertentu seperti bantalan rel kereta api pra-cetak, kekuatan berkisar antara 40 sampai 65 N/mm^2 pada 28 hari, yang dicapai dengan menggunakan campuran yang banyak semennya dan rendah perbandingan air / semennya.

Kuat hancur dari beton dipengaruhi oleh sejumlah factor, selain oleh perbandingan air-semen dan tingkat pematatannya. Factor-faktor lainnya yaitu :

1. *Jenis semen dan kualitas-nya*, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.
2. *Jenis dan lekak-lekuk bidang permukaan agregat*. Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton, dengan kuat desak maupun tarik yang lebih besar dari pada penggunaan kerikil halus dari sungai.
3. *Effisiensi dari perawatan (curing)* kehilangan kekuatan sampai sekitar 40 persen dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya.

4. *Suhu*. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat-hancur akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
5. *Umur*. Pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah dengan umurnya. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen. Misalnya dengan semen kadar” alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat-hancurnya pada 24 jam sama dengan semen Portland biasa pada 28 hari. Pengerasan berlangsung terus secara lambat sampai beberapa tahun. (L.J. Murdock, 2018)

2.1.1 Kuat-Tarik dan Lentur

Kuat tarik beton berkisar seper-delapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seper-duapuluh sesudahnya. Biasanya tak diperhitungkan di dalam perencanaan bangunan beton. Kuat tarik merupakan bagian penting di dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian kuat tarik diadakan untuk pembuatan beton kontruksi jalan raya dan lapangan terbang.

Pengukuran kuat tarik beton secara langsung sukar dilakukan, dan jarang dicoba. Terdapat dua buah cara lebih untuk merintis usaha mendapatkan kekuatan tarik. Yang pertama menghasilkan besaran kuat tarik dalam keadaan lentur, yang dikenal sebagai kuat lentur. BS 1881 : 1970 (1) menguraikan secara terperinci, bagaimana membuat dan merawat benda uji untuk pengujian lentur, serta cara dari pengujian. Ukuran standar benda uji adalah 150 mm x 150 mm x 750 mm panjang, bilamana agregat yang dipakai maksimal 40 mm ukurannya. Bilamana

ukuran maksimal agregat 20 mm, benda uji 100 mm x 100 mm x 500 mm panjang, dapat digunakan.

Suatu beban diterapkan, lewat dua buah rol di titik, sepertiga dari bentang sampai benda uji pecah. Tarikan ekstrim pada serat, yaitu, desak pada bagian atas dan tarik pada bagian bawah, dapat dihitung dengan rumus balok biasa. Balok biasanya pecah pada tarikan karena kekuatan tarik sangat rendah disbanding dengan kuat desaknya. Rumus untuk perhitungan “modulus robek” diuraikan dalam BS 1881 : 1970.

Benda uji berbentuk balok-balok biasanya dipakai untuk mengukur modulus robek atau kuat-lentur dengan cepat dilapangan. Kedua belah patahan dai benda uji, kemudian dapat dipecah lagi, sedemikian sehingga di samping kekuatan lentur, kekuatan desak dapat ditentukan dengan kira-kira pada benda uji yang sama. Pengujian ini diuraikan dalam BS 1881 : 1970.

Harga-harga modulus robek digunakan pada beberapa cara perencanaan beton tidak bertulang untuk jalan raya dan landasan lapangan terbang, di mana kuat lentur diharapkan pada beton untuk membagi beban terpusat agar menyebar pada bagian yang lebih luas.

Pengujian paling baru yang telah diperkenalkan adalah pembelahan silinder oleh suatu desakan ke arah diameternya, untuk mendapatkan apa yang disebut kekuatan tarik belah. Secara terperinci cara ini diuraikan pada BS – 1881 : 1970. Pada mesin pengujian ditambahkan suatu batangan agar dapat membagi beban merata pada panjang silinder. Sebatang kayu lapis lebar 12 mm dan tebal 3 mm disisipkan antara silinder dan muka atas dan bawah landasan mesin-uji. Dari beban maksimal yang diberikan, kekuatan tarik belah dihitung sebagai berikut :

$$f_{I= \frac{2}{\pi l d} P}$$

di mana, f_I = kekuatan tarik belah, N/mm²

P = beban maksimal yang diberikan dalam N

l = panjang dari silinder dalam mm

d = diameter dalam mm

Sebagaimana halnya pada kekuatan desak, beban yang tidak tetap tapi berulang-ulang menguarangi kekuatan batas sedemikian sehingga kekuatan lelah pada lentur, 50-60 persen dari kekuatan statis. (L.J. Murdock, 2018)

2.1.2 Kekuatan Geser

Di dalam praktek, geser dalam beton selalu di ikuti oleh desak dan tarik oleh lenturan, dan bahkan di dalam pengujian tidak mungkin menghilangkan elemen lentur.

2.1.3 Perubahan Bentuk Karena Pembebanan

Bilamana beton dibebani, perubahan bentuk terjadi dan bertambah sesuai dengan pertambahan beban, sebagaimana baja dan bahan-bahan lain. Pada baja terjadi perubahan bentuk secara elastis pada pembebanan di bawah batas elastis, sedemikian rupa sehingga benda uji kembali kepada bentuk semula bila beban ditiadakan. Beton berubah bentuk sebagian mengikuti regangan dan sebagian mengalami regangan plastis atau rayapan. Bilamana beban ditambah melebihi batas rencana, kurva tekanan-regangan jauh menyimpang dari garis lurus, di mana diperlihatkan bahwa tekanan dan regangan tidak lagi berbanding lurus pada tujuan praktis. Batas dari ketidaklurusan perbandingannya antara 25 sampai 75 persen dari kekuatan batas, dengan 40 persen batas rata-rata. (L.J. Murdock, 2018)

Bilamana beton dibebani dengan beban tetap. Perubahan bentuk yang diakibatkan dapat dibagi atas dua buah bagian; perubahan bentuk elastis yang timbul seketika ketika beban bekerja, dan rayapan atau alira-plastis yang mulai ketika beban bekerja, serta terus menerus bertambah tanpa penambahan besaran beban dalam jangka waktu benda uji mengalami pembebanan.

2.2 Genteng Beton

2.2.1 Definisi

Genteng beton atau genteng semen adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap yang dibuat dari beton dan dibentuk sedemikian rupa serta berukuran tertentu. Genteng beton dibuat dengan cara mencampur pasir dan semen ditambah air, kemudian diaduk sampai homogen lalu dicetak. Selain semen dan pasir, sebagai bahan susun genteng beton dapat juga ditambahkan kapur. Pembuatan genteng beton dapat dilakukan dengan 2 cara sederhana yaitu secara manual (tanpa dipres) dan secara mekanik (dipres).

Menurut SNI 0096:2007 genteng beton atau genteng semen adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap terbuat dari campuran merata antara semen portland atau sejenisnya dengan agregat dan air dengan atau tanpa menggunakan pigmen.

Menurut PUBI 1982 genteng beton ialah unsur bahan bangunan yang dibuat dari campuran bahan semen portland, agregat halus, air, kapur mill, dan bahan pembantu lainnya yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat dipergunakan untuk atap.

Menurut PUBLI 1982 ada dua macam genteng beton sesuai bahan pembentuknya yaitu genteng beton biasa yaitu genteng beton yang terbuat dari campuran bahan semen portland dan genteng beton khusus yaitu genteng beton yang terbuat dari campuran bahan semen portland, agregat halus, air dan kapur ditambah bahan lain yang mungkin berupa bahan kimia, serat ataupun bahan lainnya. Untuk selanjutnya genteng beton yang terbuat dari campuran bahan semen portland, agregat halus, air dan kapur ditambah serat disebut genteng beton serat. (Supatmi. 2011)

Genteng beton ialah unsur bangunan yang dibuat dari campuran bahan-bahan semen Portland, agregat halus, air dan atau tanpa kapur, trass, pigmen dan bahan pembantu lainnya, yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk atap.

2.2.2 Bentuk dan Ukuran

1. Ukuran panjang, lebar dan tebal genteng beton untuk seluruh partai yang diserahkan harus sama dengan seragam. Seluruh partai genteng harus dapat tersusun rapih pada rangka atap sehingga tidak memungkinkan masuk air hujan secara langsung maupun karena tempias.
2. Ukuran panjang efektif genteng beton harus sesuai dengan jarak reng dari luar ke luar sehingga akan memberikan beban lentur yang masih dapat diizinkan.
3. Tebal genteng tidak boleh kurang dari 8 mm, kecuali pada bagian penumpang (interlocking) tebalnya tidak kurang dari 6 mm.

4. Genteng harus mempunyai kaitan (lugs) yang akan berkait pada reng yang lebarnya tidak kurang dari 20 mm dan tinggi tidak kurang dari 12 mm, yang terletak pada permukaan bawah dari genteng. Jika dipandang perlu dapat dilengkapi dengan lubang untuk memakukannya pada kaso-kaso.
5. Genteng harus mempunyai penumpangan tepi yang lebarnya tidak kurang dari 25 mm, dan dilengkapi dengan paling sedikit sebuah alur air yang dalamnya tidak kurang dari 5 mm.

2.2.3 Syarat Mutu

1. Pandangan luar. Genteng harus mempunyai permukaan atas yang mulus, tidak terdapat retak, atau cacat lainnya yang memoengaruhi sifat pemakaian dan bentuknya harus seragam bagi tiap jenis.
2. Kekuatan lentur. Genteng-genteng mampu menahan beban lentur minimum seperti daftar berikut :

Tabel 2.1. Tingkat Mutu Genteng Beton

Tingkat mutu	Beban lentur rata-rata dari 10 genteng yang diuji, dalam kg	Beban lentur masing-masing genteng dalam kg
I	150	120
II	80	60

(Sumber : PUBI – 1982)

3. Daya serap air. Daya serap air rata-rata dari 10 contoh uji tidak boleh lebih dari 10 persen berat.
4. Ketahanan terhadap kerembesan air (rapat air). Apabila contoh genteng diuji dengan cara standar maka pada setiap genteng tidak boleh terjadi

tetes air dari bagian bawahnya. Dalam hal genteng menjadi basah tetapi tidak terdapat tetesan air, maka dinyatakan tahan terhadap perembesan air.

2.3 Material Pembentuk Genteng Beton

2.3.1 Semen Portland

A. Pengertian Semen

Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, sehingga membentuk material yang padat. Secara umum, komposisi kimia semen Portland adalah seperti yang diperlihatkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.2. Komposisi limit semen Portland

Oksida	Komposisi (% berat)
CaO (kapur)	60 – 67
SiO ₂ (Silika)	17 – 25
Al ₂ O ₃ (Alumina)	3 – 8
Fe ₂ O ₃ (Besi)	0,5 – 6
MgO (Magnesia)	0,1 – 5,5
Alkalis	0,2 – 1,3
SO ₃ (Sulfur)	1 – 3

(Sumber : SNI 15-2049-1994)

Semen Portland dibagi menjadi lima jenis sebagai berikut :

1. Jenis I : Semen untuk umum tidak memenuhi persyaratan khusus
2. Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan memiliki panas hidrasi sedang

3. Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)
4. Jenis IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah
5. Jenis V : Semen untuk beton yang sangat tahan terhadap sulfat

Proses pembuatannya dapat diringkas sebagai berikut:

1. Campuran mentah dari CaO, SiO₂ dan Al₂O₃ digiling bersama dengan sedikit bahan-bahan tambahan yang lain baik dalam bentuk kering maupun basah. Bentuk basahnya disebut slari (*slurry*) (cairan kental dari bahan padat dicampur air).
2. Campuran tersebut dimasukkan melalui ujung atas sebuah oven besar putar yang sedikit miring.
3. Ketika oven besar yang telah dipanaskan tersebut beroperasi, material masuk melalui ujung atas menuju ke bawahnya dengan sebuah laju yang telah ditetapkan dan terkontrol.
4. Suhu campuran dinaikkan sampai titik peleburan awal, yaitu suhu *pengklinkeran*. Ia dipertahankan pada suhu tersebut sampai bahan-bahan tersebut tercampur untuk membentuk produk butiran semen *portland* pada suhu 2700 F. Butiran-butiran tersebut yang ukurannya berkisar dari 1/16 sampai dengan 2 inci, disebut *klinker-klinker*.
5. Klinker-klinker tersebut didinginkan dan digiling menjadi suatu bentuk serbuk.
6. Sejumlah kecil persentasi gipsium ditambahkan pada saat penggilingan untuk mengontrol atau memperlambat waktu pengikatan (*setting time*) semen di lapangan.

7. Sebagian besar dari semen *portland* dimasukkan ke dalam silo-silo untuk mengirim dalam jumlah besar, sebagian lagi di kemas dalam kantong-kantong 94-lb-an untuk pemasaran eceran.

Semen Portland diproduksi untuk pertama kalinya pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, dengan memanaskan suatu campuran tanah liat yang dihaluskan dengan batu-kapur atau kapur tulis dalam suatu dapur sehingga mencapai suatu suhu yang cukup tinggi untuk menghilangkan gas asam karbon. Sebelum tahun 1845 Isaac Johnson membakar bahan yang sama bersama-sama dalam suatu dapur atau pembakaran kapur sampai melebur dan mengeras kembali, sehingga dihasilkan jenis semen yang amat mirip dan cocok dengan sifat kimia pokok dari Portland semen moden. Semenjak itu banyak usaha peningkatan mutu dengan perubahan-perubahan skala dari jenis pabrik, serta penyempurnaan cara-cara pengujian dan kontrol yang pernah dipakai. (L.J. Murdock, 2018)

Batu kapur dan tanah liat biasanya merupakan, bahan-bahan pokok pabrik semen Portland. Kapur tulis dan marl (sejenis tanah yang biasa dipakai untuk pupuk) umumnya menghasilkan bahan kapur dalam bentuk kalsium karbonat, sedang tanah liat atau batu tulis menghasilkan bahan yang mengandung tanah liat, terutama alumina dan silikat. Lokasi pembuatan semen umumnya dipilih pada tempat-tempat di mana jenis-jenis bahan baku berdekatan satu dengan lainnya. Cara pengambilan bahan-bahan ini diperlihatkan pada Gambar 4.1.

Proses kering dan proses basah merupakan dua cara produksi yang dipergunakan, proses basah lebih banyak dipraktekkan di negeri ini. Pada proses kering bahan-bahan dihancurkan, dikeringkan dan kemudian dimasukkan gilingan yang dilengkapi bola penggiling yang menjadikannya sebagai serbuk untuk

dibakar dalam kondisi kering. Pada proses basah, pertama-tama bahan-bahan dihancurkan baru digiling dalam gilingan pencuci sampai bentuknya seperti bubur. Setelah melalui gilingan pencuci dan gudang-gudang, bubur bahan selanjutnya menuju tangka bubur bahan seperti terlihat pada Gambar 4.2. dari waktu ke waktu contoh bubur bahan diambil dari tangka ini untuk diuji, dan koreksi terhadap komposisi kimia di dalam dengan merubah kandungan kapur dan kandungan tanah liat. Selanjutnya bubur bahan dipompa ke dapur pembakaran. Ukuran diameter dari pembakaran semen ini mungkin sebesar 5,7 m (18.7 ft) dan panjangnya sekitar 200 m (650 ft), dengan hasil produksi 76 ton perjam. Serbuk batu bara, minyak atau gas alam digunakan sebagai bahan bakar dan diinjeksikan ke dalam tempat pembakaran dari ujung yang lebih dingin, dan oleh rotasi tempat pembakaran pada kemiringannya, bubur bahan turun ke bawah serta suhunya berangsur-angsur naik sampai melebur. Semen lebur menuju tempat pendinginnya seperti digambarkan pada Gambar 4.3. Setelah cukup dingin, semen yang telah beku digiling dengan penggiling bola hingga mencapai kehalusan yang diinginkan, seperti tampak pada Gambar 4.4. Selama penggilingan ditambahkan suatu “retarder”, yaitu bahan untuk memperlambat pengerasan, di mana umum digunakan bahan gip. Untuk mengontrol dan memperlambat waktu pengerasan biasanya dibutuhkan penambahan sebesar 2 atau 3 persen. Naiknya suhu yang cukup tinggi, disebabkan oleh gesekan yang timbul selama pekerjaan menggiling, menyebabkan sering diterimanya semen panas ditempat pekerjaan. Suhu semen ketika ke luar dari gilingan dapat mencapai 70° C.

Dari gilingan semen di bawa oleh ban berjalan atau ditiupkan ke dalam gudang penyimpanan, dari sini semen dicurahkan menuruti kebutuhan,

dimasukkan dalam instalasi pembungkusan atau dicurahkan langsung ke dalam gerobak pembawa massa semen. Di instalasi pembungkusan, bungkusan-bungkusan kertas diisi secara otomatis dengan semen sampai mencapai berat nominal 50 Kg (110 lb). Di Amerika, dimana satuan Inggris masih digunakan, terdapat bungkusan semen seberat 94 lb, yang biasa disebut zak itu.

Tabel 2.3. Persentase dari komposisi dan kadar senyawa kimia semen Portland.

	Biasa	Pengerasan cepat	Panas rendah	Tahan Sulfat
Analisa				
Kapur	63.1	64.5	60.0	64.0
Silikat	20.6	20.7	22.5	24.4
Alumina	6.3	5.2	5.2	3.7
Besi Oksida	3.6	2.9	4.6	3.0
Senyawa Kimia				
Tri-kalsium Silikat (C3S)	40 30	50 21	25 45	40 40
Dikalsium Silikat (C2S)	11	9	6	2
Trikalsium Aluminate (C3A)	11	9	14	9
Senyawa besi (C4AF)				

(Sumber : L.J. Murdock, Penerbit Erlangga)

Singkatan notasi kimia tertulis pada campuran-campuran di atas menggambarkan rumus kimia: C = CaO; S = SiO₂; A= Al₂O₃; F = Fe₂O₃

Instalasi pembantu lainnya pada pabrik semen meliputi peralatan pembersih debu, kompresor udara dan pembangkit tenaga.

Kekuatan semen merupakan hasil dari suatu proses hidrasi. Proses kimia ini menyebabkan rekristalisasi dalam bentuk kristal-kristal yang bertautan menghasilkan jeli semen yang mana memiliki kekuatan tekan yang tinggi pada

saat mengeras. Tabel 2.3 menunjukkan sumbangan relatif dari setiap komponen semen terhadap laju penambahan kekuatan. Kekuatan awal semen *portland* lebih tinggi dengan persentasi C3S yang lebih tinggi. Jika perawatan lembab (*moist curing*) dilakukan menerus, tingkat kekuatan nantinya akan lebih besar, dengan persentasi-persentasi C2S yang lebih tinggi. C3A memberikan sumbangan terhadap kekuatan yang terbentuk semenjak hari pertama setelah penempatan (*placing*) beton karena ialah yang paling awal terhidrasi.

Tabel 2.4. Sifat-Sifat Semen

Komponen	Laju Reaksi	Panas yang Dibebaskan	Nilai Akhir Semen
Trikalsium Silikat	Sedang	Sedang	Baik
Dikalsium Silikat	Pelan	Kecil	Baik
Trikalsium Aluminat	Cepat	Besar	Jelek
Tetrakalsium aluminoferrat	Pelan	Kecil	Jelek

(Sumber : Edward G. Nawy: 2010)

Ketika semen portland bercampur dengan air pada saat pengikatan dan pengerasan, kapur dibebaskan dari beberapa senyawa. Jumlah dari kapur yang dibebaskan sekitar 20% dari berat semen. Dibawah kondisi-kondisi yang tak menguntungkan, hal ini dapat menyebabkan disintegrasi dari sebuah struktur karena meluluhnya kapur dari semen. Situasi semacam itu haruslah dicegah dengan menambahkan mineral bersilika seperti posola ke dalam semen. Mineral tambahan tersebut bereaksi dengan kapur dengan adanya kelembaban yang menghasilkan kalsium silikat yang kuat.

Karena terdapat tipe-tipe semen yang berbeda untuk berbagai kebutuhan, adalah perlu untuk mempelajari variasi persentasi dalam komposisi kimia dari masing-masing tipe semen dalam upaya untuk menginterpretasikan sebab-sebab dari variasi pada perilaku.

Ukuran partikel semen sangat mempengaruhi laju reaksi semen dengan air. Untuk berat semen giling harus yang diberikan, luasan permukaan partikel-partikel adalah lebih besar daripada yang ada pada semen giling kasar. Hal ini mengakibatkan laju reaksi dengan air yang lebih besar, dan proses pengerasan yang lebih cepat dengan luasan-luasan permukaan yang lebih besar. Hal ini merupakan sebuah penyebab semen tipe-III kekuatan awal-tinggi memberikan dalam tempo 3 hari kekuatan dimana tipe I memberikannya dalam masa 7 hari dan kekuatan dalam tempo 7 hari dimana tipe I memberikannya dalam masa 28 hari.

Disintegrasi beton yang disebabkan oleh siklus-siklus pelembaban, pembekuan, pencairan dan pengeringan dan perambaian retak yang terjadi merupakan suatu permasalahan yang sangat penting. Keberadaan rongga-rongga udara kecil yang menyeluruh dalam pasta semen meningkatkan ketahanan beton terhadap disintegrasi. Hal ini dapat dicapai dengan penambahan bahan-bahan campuran pengisi udara (air-entraining) ke dalam beton pada saat pencampuran. Disintegrasi yang diakibatkan karena bahan-bahan kimia yang bersentuhan dengan struktur, seperti dalam kasus struktur dan bagian struktur pelabuhan, dapat juga diperlambat atau dicegah. Karena beeton dalam kasus-kasus seperti itu terbuka terhadap klorida dan kadangkala sulfat dari magnesium dan sodium, adakalanya perlu untuk penggunaan pada struktur-struktur laut.

Karena tipe-tipe semen yang berbeda menghasilkan derajat panas yang berbeda menghasilkan derajat panas yang berbeda dengan laju yang berbeda, tipe struktur menentukan tipe semen yang dipergunakan. Semakin besar dan berat irisan penampang struktur, semakin rendah pembentukan panas hidrasi yang diinginkan. Pada struktur-struktur yang sangat besar seperti dam, pier, dan caisson, semen tipe IV adalah lebih menguntungkan untuk dipergunakan. Dari diskusi ini terlihat bahwa tipe struktur, cuaca dan kondisi-kondisi yang lain dimana ia dibangun dan kelangsungannya merupakan faktor-faktor penentu di dalam pemilihan tipe semen yang harus dipergunakan.

B. Sifat Kimia dari Semen Portland

Sifat Kimia dari Semen Portland sangat rumit, dan belum dimengerti sepenuhnya. Dalam hal ini cukup untuk mengenal pilihan bahan dan pengertian terhadap pengaruh empat macam senyawa kimia terhadap proses pengikatan dan pengerasan. (L.J. Murdock, 2018)

Perkiraan terhadap komposisi semen Portland diberikan pada Tabel 2.3. Hampir dua pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen. Zat kapur yang berlebihan kurang baik untuk semen serta menyebabkan terjadinya disintegrasi (perpecahan) semen setelah timbul ikatan. Kadar kapur yang tinggi tapi tidak berlebihan, cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kekurangan kapur menghasilkan semen yang lemah, dan bilamana kurang sempurna pembakarannya, menyebabkan ikatan yang cepat.

Silika membentuk sekitar seperlima, sedangkan alumina hanya ada sekitar seperduabelas dalam semen. Silika dalam kadar tinggi, yang biasanya disertai

alumina dengan kadar rendah, menghasilkan semen dengan ikatan lambat dengan tinggi, dan meningkatkan ketahanan terhadap agresi kimia. Bilamana terdapat keadaan sebaliknya, alumina pada kadar tinggi dan silika pada kadar rendah, semen mengikat dengan cepat dan kekuatannya tinggi.

Besi oksida memberi warna abu-abu pada semen, dan berlaku sama seperti alumina.

Magensium dibatasi sampai 4 persen oleh BS 12 : 1971. Jumlahnya yang lebih banyak, kurang baik pada semennya.

Kandungan belerang bisa diperhitungkan sebagai “sulphuric anhydride” (SO₃) serta dibatasi 2.5 atau 3 persen, tergantung apakah tricalcium aluminate berkadar lebih atau kurang dari 7 persen. Bila jumlahnya berlebihan, kurang baik.

“Alkali”, “soda” dan “potash” biasanya hilang melalui cerobong asap, ketika semen dibakar, dan hanya terdapat dalam jumlah kecil dalam semen jadi. Dengan alasan apapun, bilamana jumlahnya berlebihan, akan terjadi pemekaran, serta menambah resiko rusak karena reaksi agregat dengan alkali.

Ketika semen dicampur dengan air, timbullah reaksi kimia antara campuran-campurannya dengan air. Pada tingkatan awal, sejumlah kecil dari “retarder” (gyps) cepat terlarut, dan dapat berpengaruh terhadap reaksi-reaksi kimia lain yang sedang mulai. Reaksi-reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan, ada empat macam yang paling penting yaitu :

- 1) Tricalcium Aluminate (tiga molekul kapur terikat pada satu alumina) C₃A

Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas; menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya

pada kekuatan batas; kurang ketahannya terhadap agresi kimiawi; paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air-tanah; dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak, oleh perubahan volume.

2) Tricalcium silikat (tiga molekul kapur pada satu silikat) C3S

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas. Kwantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama dalam 14 hari pertama.

3) Dicalcium Silikat (dua molekul kapur pada satu silikat) C2S

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap progress peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dan seterusnya. Semen yang mempunyai proporsi dicalcium silikat banyak mempunyai ketahanan terhadap agresi-kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering yang relatif rendah, oleh karenanya, merupakan semen Portland yang paling awet.

4) Tetra calcium aluminoferrite (empat molekul kapur pada satu alumina dan satu Besi oksida) C4AF

Adanya senyawa aluminoferrite kurang penting karena tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen keras lainnya.

Reaksi-reaksi kimia yang dituliskan di atas, berlangsung pada formasi suatu campuran “gel” dan Kristal dari larutan semen dengan air, di mana timbul adhesi dan daya Tarik fisik satu dengan lainnya dan terhadap agregat, secara berangsur-angsur saling ikat dan mengeras menghasilkan beton.

Penting untuk dicatat di sini bahwa pengikatan dan pengerasan adalah reaksi kimia di mana air memegang peranan penting, bukan hanya masalah pengeringan. Dalam kenyataannya, pengikat dan pengerasan berhenti segera setelah beton menjadi kering. (L.J. Murdock, 2018)

C. Kehalusan Penggilingan

Faktor terpenting yang mempengaruhi sifat-sifat semen ialah komposisi kimiawi, sesudahnya baru faktor dominan lain yaitu kehalusan penggilingan. Penggilingan yang lebih halus mempercepat reaksi dari bermacam-macam bahan pembentuk semen dengan air, tetapi tidak merubah sifat-sifatnya yang inherent (tidak dapat dipisahkan). Pada tahun-tahun terakhir ini terdapat kecenderungan untuk menggiling semen sampai sehalus mungkin agar dihasilkan kekuatan tinggi pada umur awal sebagai contoh pengembangan ini ialah semen Portland yang cepat mengeras. (L.J. Murdock, 2018)

Kehalusan penggilingan penting dalam hubungannya dengan kemudahan pengerjaan adukan beton. Adanya anggapan bahwa, peningkatan kehalusan semen berakibat pengurangan perbandingan air-semen yang dibutuhkan untuk mencapai konsistensi tertentu, mulai diragukan kebenarannya, kemudian diterapkan bahwa kehalusan memperbesar daya kohensi adukan beton. Selanjutnya kehalusan dapat mengurangi “bleeding”, yaitu naik sejumlah air ke permukaan beton.

Retak-retak yang disebabkan oleh penyusutan suhu awal ada hubungannya dengan kecepatan penambahan kekuatan beton, dan pada umumnya semen yang cepat menjadi kuat lebih cenderung untuk retak. Usaha memperhalus semen tertentu mempercepat peningkatan kekuatannya, dan dengan demikian secara tak langsung, memperbesar resiko retak dari formasi ini. Penyusutan terutama

disebabkan oleh penurunan suhu kepada keadaan disekitarnya yang kemudian meningkat lagi karena evolusi pembebanan panas hidrasi.

D. Jenis-jenis Semen

Komposisi semen Portland dan senyawa kimia yang ada berpengaruh terhadap sifat-sifat semen. Suatu analisa ringkas yang telah diberikan menunjukkan juga bahwa serangkaian besar karakteristik dimungkinkan dengan merubah-ubah proporsi bahan baku, dengan perubahan kehalusan penggilingan, dan dengan perubahan-perubahan teknik lainnya. Oleh karenanya perlu penekanan salah satu karakteristik terhadap lainnya. Agar dapat dibedakan maksud penggunaan berjenis-jenis semen yang telah dikembangkan.

Analisa-analisa yang memperlihatkan bahan-bahan utama, dan senyawa-senyawa pada jenis semen biasa, semen cepat keras, panas rendah, tahan sulfat diberikan pada tabel 2.4. Ini merupakan harga rata-rata sebagai patokan terhadap bermacam-macam jenis semen Portland.

Hal menarik yang perlu dicatat di sini ialah, kekuatan tekan batas yang diperoleh dengan semen dari tabel 2.4, kira-kira sama besarnya, dan hanya kecepatan pengerasannya yang bervariasi sampai suatu besaran tertentu.

Semen portland yang cepat mengeras umumnya mempunyai kadar tricalcium silikat yang tinggi, yang bilamana diperhalus semennya, bisa mendapatkan kekuatan awal yang tinggi. Sebagaimana halnya dengan semen Portland biasa, terdapat suatu variasi dalam sifat jenis semen yang cepat mengeras ini. Seperti telah diketahui bahwa kekuatan tekan 1 dan 3 yang diisyaratkan dalam BS 12: 1971 tidak selalu dipenuhi.

Harus dicatat di sini bahwa persyaratan yang menyangkut waktu pengikatan sama dengan semen Portland biasa.

Semen Amerika jenis II yang menuruti ASTM C 150-74 sama secara fisik dan sifat-sifat kimianya.

Persyaratan-persyaratan dari British Standard dan ASTM untuk semen ini dan semen jenis lain sudah tercakup dalam Tabel 2.4.

Semen dengan kuat awal yang sangat tinggi diproduksi dengan memisahkan bagian halus semen Portland cepat-keras dalam terowongan angin cyclone di pabrik. Hasilnya adalah semen dengan permukaan spesifik tinggi (kira-kira 700m² /kg). Semen ini memenuhi BS 12:1971, kecuali proporsy gyps yang agak tinggi dan melebihi harga maksimum 3 persen yang diijinkan.

Semen ini berguna untuk pembuatan beton dengan kekuatan awal yang sangat tinggi. Meskipun membutuhkan air yang banyak dan cenderung untuk menghasilkan beton yang “sticky” (lekat).

Semen panas rendah mempunyai proporsi di calcium silikat tinggi sebagai hasil dari tricalcium silikat. Oleh karenanya, pengerasan semen ini lambat dan panas yang dihasilkannya rendah disbanding semen lain. Semen ini terutama dibuat, karena persoalan kenaikan suhu yang didapati pada bendungan massa beton.

Penggunaannya terutama terbatas pada turap penahan tanah gravitasi, bendungan besar; dan konstruksi beton pejal sejenis di mana suhu massa beton naik. Penyusutan sesudahnya, pada waktu suhu turun dapat dikurangi.

Semen ini biasanya hanya dibuat di Inggris untuk kontrak-kontrak besar.

Semen dengan panas yang sedang diproduksi di Amerika mengikuti ASTM C150-74 jenis II. (L.J. Murdock, 2018)

Semen Portland tahan sulfat mempunyai bentuk yang lebih tahan sulfat daripada semen biasa, karena kadar tricalcium aluminate dikurangi. Spesifikasi dan persyaratan semen ini dapat dilihat dalam tabel 2.4. Semen ini tidak tahan asam. Tak ada keharusan untuk menambahkan calcium chloride karena mengurangi sifat-sifat tahan sulfat.

Sebagaimana halnya dengan beton, pertahanan utama terhadap agresi kimia diperoleh dengan membuat beton yang padat. Beton kurus yang sulit dipadatkan sebaiknya dihindarkan. Beton disyaratkan tidak lebih kurus dari 1 berbanding 6 pada beratnya (kadar semen 310 kg/m^3 (525 lb/yd^3) dari beton).

Semen Portland putih mempunyai sifat-sifat yang sama dengan semen Portland biasa. Bahan-bahan baku yang digunakan di dalam pembuatannya mempunyai kadar besi yang kurang dari 1 persen. Harganya kira-kira satu sampai empat kali harga semen Portland biasa.

Semen Portland berwarna dibuat dengan menambahkan zat warna yang sesuai pada semen Portland biasa bila ingin diperoleh warna tua. Bila dikehendaki warna muda maka ditambahkan pada semen Portland putih.

Semen air entraining (berisi udara). Merupakan semen Portland biasa di mana bahan untuk mengisikan udara telah dicampurkan selama proses pembuatannya. Di Amerika semen ini tersedia dalam bentuk semen jenis I, II, dan III, serta dipersyaratkan memenuhi ASTM C 175-74. Semen ini tidak ada di Inggris karena lebih mudah dan memenuhi persyaratan dengan merubah-ubah jumlah bahan berisi udara pada jenis agregat tertentu, gradasi dan ukurannya.

Semen Portland dengan bahan sisa, dapur letus, memenuhi persyaratan dalam BS 146:1973. Semen jenis ini terutama diproduksi di Scotlandia dengan mengguling suatu campuran “clincker” semen portland dengan sisa batuan tambang dari dapur letus pada perbandingan 35:65. Di benua Eropa semen ini dibuat pada perbandingan yang lebih banyak sisa batuan tambangnya yaitu 30-85.

Sifat-sifat semen “slag” (sisa batuan tambang) ini mengikuti jumlah dan karakteristik dari slag yang dipakai. Ada yang mengeras lebih lambat dan mengurangi persyaratan kekuatan 3 dan 7 hari dibanding dengan semen Portland biasa. Semen ini juga lebih terpengaruh oleh suhu rendah selama perawatan dan oleh perawatan yang tidak memadai dibanding dengan segmen biasa.

Semen ini, khususnya berguna untuk konstruksi massa beton, karena terdapat reaksi panas hidrasi.

Semen Portland dengan bahan sisa dapur letus menghasilkan beton yang lebih tahan agresi kimia, terutama air laut, bila dibanding dengan semen biasa.

Yang lebih baru adalah penggunaan “slag” yang digiling kering menjadi butiran di Inggris. Kemudian ditambahkan dalam pencampur beton agar dihasilkan beton di lapangan yang sejenis Portland dengan bangan dari dapur letus. Sampai 54 persen dari semen yang telah diganti dengan “slag” yang digiling menjadi butiran dalam konstruksi beton.

Semen pozzolanic diproduksi dengan menggiling bersama-sama suatu camouran 85.60 persen semen Portland dengan 15-40 persen pozzolana, yang mungkin merupakan bahan aktip alamiah seperti abu vulkasin atau batu apung. Dapat juga berbentuk bahan buatan seperti abu bahan bakar, tanah liat bakar atau batu tulis. Kecepatan pertambahan kekukatan lebih rendah daripada semen

Portland biasa, terutama pada suhu rendah. Semen pozzonlanic. Mempunyai tahanan yang lebih tinggi terhadap intergrasi. (L.J. Murdock, 2018)

2.3.2 Pasir

Pasir adalah contoh bahan material butiran. Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Hanya beberapa tanaman yang dapat tumbuh di atas pasir, karena rongga-rongganya yang besar. Pasir memiliki warna sesuai dengan asal pembentukannya. Pasir juga penting untuk bahan bangunan bila dicampur semen.

Pasir adalah bahan bangunan yang banyak dipergunakan dari struktur paling bawah hingga paling atas dalam bangunan. Baik sebagai pasir uruk, adukan hingga campuran beton. Beberapa pemakaian pasir dalam bangunan dapat kita jumpai seperti:

- Penggunaan sebagai urukan, misalnya pasir uruk bawah pondasi, pasir uruk bawah lantai, pasir uruk di bawah pemasangan paving block dan lain lain.
- Penggunaan sebagai mortar atau spesi, biasanya digunakan sebagai adukan untuk lantai kerja, pemasangan pondasi batu kali, pemasangan dinding bata, spesi untuk pemasangan keramik lantai dan keramik dinding, spesi untuk pemasangan batu alam, plesteran dinding dan lain lain.
- Penggunaan sebagai campuran beton baik untuk beton bertulang maupun tidak bertulang, bisa kita jumpai dalam struktur pondasi beton bertulang, sloof, lantai, kolom, plat lantai, cor dak, ring balok dan lain -lain.

Disamping itu masih banyak penggunaan pasir dalam bahan bangunan yang dipergunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan material cetak seperti pembuatan paving block, kansteen, batako dan lain lain. (Edward G. Nawy: 2010)

Agregat yang banyak digunakan karena sifatnya yang ekonomis di Inggris adalah pasir dan kerikil. Deposit pasir dan kerikil alamiah timbul sebagai deposit pada tempat yang dangkal (mengapung) atau terletak di dasar sungai-sungai maupun sebagai peninggalan ketika es mencair.

Deposit sungai masih merupakan yang paling umum dan memenuhi syarat karena deposit ini mempunyai gradasi yang konsisten sebagai hasil dari daya seleksi oleh sungai itu, bentuknya biasanya bulat, tak teratur, dan gaya kikis selama transportasi oleh aliran sungai dan pengendapan sesudahnya menghasilkan eliminasi partikel-partikel yang lemah. Pada umumnya, kerikil-kerikil sungai seragam dalam tebalnya dan deposit dapat di eksploitasi dari 1 metetr sampai 6 meter. Lembah Thames dan Trent adalah bagian dari sungai besar yang merupakan suatu cadangan keikil berkualitas tinggi.

Deposit dari es yang membekku, meskipun banyak dijumpai, kurang ekonomis untuk dimanfaatkan dan tampaknya kualitasnya tidak seragam, meskipun banyak dijumpai sampai 10 m tebalnya. Pekerjaan besar di dalam pengambilan kerikil jenis ini terdapat di lembah St. Albans, East Anglia, the Midlans dan bagian utara England. Deposit-deposit di Lancashire dan Cheshire sebagian besar berisi pasir, sedangkan di Clwyd, yang merupakan deposit dari pasir beku merupakan sumber potensial kerikil, tetapi beberapa deposit kerikil di sebelah selatan Uplands mempunyai pengaruh sebaliknya terhadap sifat penyusutan beton. (L. J. Murdock, 2018)

Kerikil dan pasir juga di keruk dari muara-muara sungai, terutama pasir dari selat Bristol dan telluk Liverpool dimana digunakan batu pecah untuk betonnya. Produksi dari laut Utara dan selat Inggris tampak melimpah dalam 10 tahun belakangan ini. Meskipun agregat yang dikeruk dari laut telah digunakan pada beberapa tempat selama bertahun-tahun, Kenaikan produksi dan penggunaannya telah menentukan batas tertentu, Agar karang laut dan kadar garam tertentu dapat disetujui penggunaannya untuk pencampuran beton.

Batu Pecah.

Bermacam-macam jenis batu bilamana dipecah, cocok untuk digunakan sebagai agregat beton. (L.J. Murdock, 2018)

- (a) *Batu kapur* adalah batuan hasil sedimentasi yang komposisi umumnya ialah kalsium karbonat. Semakin keras dan padat jenis batu kapur ini, terutama jenis fero karbonat yang dijumpai di daerah Derbyshire dan Mendipa, makin cocok sekali untuk pembuatan beton. Jenis yang kurang keras dan padat adalah batu kapur "oolitile" seperti contohnya batuan Portland, batu Bath, batu Clipsham, dan yang lain-lain, yang lebih banyak digunakan untuk batuan cetak arsitektur. Jenis ini tidak cocok untuk agregat jalan raya karena disamping ketahanan terhadap pemakaian kurang, juga menyerap air sehingga hancur oleh pembekuan pada musim dingin. Kapur tidak cocok dipakai, karena terlalu lunak. Kapur dolomit sebagian besar mengandung magnesium karbonat disamping kalsium karbonat. Jenis ini padat dan keras, karena itu cocok untuk pembuatan beton.

(b) *Batu api*. Meliputi granit, basalt, dolerit, gabros, dan porphyries. Istilah yang digunakan dalam perdagangan memang agak membingungkan karena “granit” diartikan semua jenis batu api, bahkan termasuk juga beberapa jenis batu kapur. Ada juga beberapa nama daerah seperti: “Whinston”, “toadstone”, “greenstone” untuk dolirites dan basalts; serta elean untuk nama porphyries.

Granit adalah keras, ulet dan padat sehingga merupakan agregat yang baik untuk beton. Menurut ilmu geologi, struktur granit mempunyai kristal yang kasar tanpa bidang pemisah, serta terdiri dari komposisi quartz, felspar, mica, dan hornblende. Di Cornwall, terutama St. Austell, jenis pasir granit banyak dijumpai orang. Pasir ini dibuat dengan pemisahan felspar dan hornblende menjadi tanah liat untuk barang pecah-pecah Cina, sehingga meninggalkan kristal quartz sebagai pasir. Di dalam memilih bahan ini, harus diperhatikan benar agar bersih dari tanah liat Cina dan juga bebas dari jumlah mica yang berlebihan.

Basalt merupakan batu api yang menyerupai granit, tetapi struktur butirnya lebih halus karena pendinginan yang cepat pada proses pembentukannya. Ini merupakan agregat yang sangat baik.

Dolerit mempunyai struktur kristal yang halus dan mengandung felspar banyak dan bahan lain seperti augite, olivine dan granit. Beberapa dolerites, bilamana digunakan untuk agregat beton, dapat menyebabkan retak-retak dan mengganggu penggunaannya. Akhirnya diketahui batu yang merugikan ini mengembang dan menyusut sesuai dengan keadaan kelembaban. Pemeriksaan mineral menunjukkan bahwa agregat ini

mengandung dekomposisi fero-magnesium silikat, seperti olivine. Bahan yang sangat sering dijumpai ialah moscovite. Pada beberapa tempat di dunia, kerusakan pada batu api lebih buruk keadaannya, seperti misalnya di Australia, ada jenis batu yang tampaknya sekeras batu granit Cornish tapi dapat berubah menjadi ongkongan tanah liat dalam beberapa bulan, hanya oleh pengaruh cuaca biasa.

(c) *Sandstone*. Bilamana keras dan padat, hampir semua sandstone cocok untuk agregat. Yang terbaik ialah yang mempunyai komposisi butiran quartz yang terikat oleh oksida besi yang terhidrasi atau amorphous silica. Dalam istilah Geologi dikenal dengan sebutan ferruginous dan siliceous sandstone. Sandstone yang mengandung batu kapur yaitu yang terikat dengan kalsium karbonat lebih cocok dalam mengatasi agresi asam karbonat dan belerang yang terdapat didalam atmosfer. Beberapa jenis sandstone gampang pecah butirannya dan sangat berongga sehingga kurang tepat sebagai agregat. Hal ini disebabkan adanya ikatan yang kurang sempurna pada butiran-butiran tertentu.

Sandstone bervariasi mulai dari yang paling keras dengan komposisi butiran yang berdekatan, sampai yang lebih lunak sampai yang lebih lepas, seperti batu tulis yang berpasir, dimana adanya tanah liat menyebabkan menjadi lunak; gampang pecah dan tinggi daya serapnya.

(d) *Batu tulis* biasanya agregat yang tidak baik, lunak, lemah, berlapis dan daya serapnya tinggi. Lagi pula bentuknya yang pipih menyebabkan partikel-partikel ini sulit didapatkan di dalam pendekatan beton.

(e) *Batuan Metamorfosa*, bervariasi dalam karakternya, Marmer dan quartzites biasanya pejal, padat, serta cukup ulet dan kuat, sebagai suatu agregat yang baik. Meskipun demikian, beberapa batu tulis atau sabak sering mempunyai lapisan yang tipis, sehingga tidak cocok untuk beton.

2.3.3. Air dan Udara

Air diperlukan dalam produksi beton untuk mempercepat reaksi kimia dengan semen, untuk melembabkan agregat dan melumas campuran untuk kemudahan (*workability*) yang lebih mudah. Pada umumnya, air minum dapat dipergunakan dalam campuran. Air yang mempunyai bahan-bahan pembentuk yang berbahaya, terkontaminasi, lanau, minyak, gula, atau bahan kimia yang bersifat merusak terhadap kekuatan dan properti-properti pengikatan semen dan dapat merugikan kemudahan suatu campuran. Karena karakter jeli koloid atau pasta semen hanya merupakan hasil reaksi kimia antara semen dan air, bukanlah proporsi air relatif terhadap keseluruhan campuran.

Dengan penguapan secara bertahap air kelebihan dari campuran, rongga-rongga dihasilkan dalam beton yang mengeras. Bila didistribusikan secara merata, hal ini dapat memperbaiki karakteristik produk. Distribusi rongga-rongga yang sangat merata dengan pemakaian dari bahan tiruan gelembung-gelembung udara yang terdistribusi seragam, terbagi secara halus pada keseluruhan produk adalah memungkinkan dengan penambahan agen-agen pengisi udara seperti vinsol resin. Pengisian udara meningkatkan kemudahan, menurunkan kerapatan, meningkatkan keawetan, mengurangi pendarahan (*bleeding*) dan pemisahan (*segregation*), dan mengurangi kadar pasir yang diperlukan dalam campuran. Untuk sebab-sebab ini, persentasi dari udara pengisi harus dijaga pada

harga optimal yang diisyaratkan untuk kualitas beton yang diinginkan. Kadar udara optimal adalah 9% dari fraksi mortar beton. Pengisian udara lebih dari 5% sampai dengan 6% dari campuran total secara proporsional mengurangi kekuatan beton. (Edward G. Nawy: 2010)

2.3.4 Agregat-agregat

A. Pengertian Agregat

Agregat merupakan bagian beton yang menentukan besarnya produk akhir. Mereka terdiri dari 60 sampai dengan 80% dari volume beton dan harus digradasikan sedemikian rupa agar masa beton keseluruhan bekerja sebagai suatu benda padat, homogen, kombinasi yang rapat, dengan yang berukuran lebih kecil bekerja sebagai suatu pengisi celah rongga-rongga yang terdapat diantara partikel-partikel yang lebih besar.

Agregat terdiri dari dua tipe:

1. *Agregat kasar*: kerikil, batu pecah, atau kerak (slag) tungku pembakaran
2. *Agregat halus*: pasir alami atau buatan

Karena agregat menentukan sebagian besar campuran, semakin banyak agregat dalam campuran, semakin murah biaya beton, asalkan campuran tersebut mempunyai kemudahan yang sesuai untuk pekerjaan tertentu untuk apa ia dipakai.

Agregat kasar diklasifikasikan sedemikian rupa bilamana ukuran partikel yang terkecil lebih besar dari $\frac{1}{4}$ inci (6 mm). Properti-properti agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton yang mengeras dan ketahanannya terhadap disintegrasi, cuaca, dan pengaruh yang merusak lainnya. Agregat kasar mineral

harus bersih terhadap bahan-bahan organik kotor dan harus melekat baik dengan jeli semen. (Edward G. Nawy: 2010)

1. *Batu pecah alami*. Ini dihasilkan dengan memecah batu alami atau batugalian (*rock*). Batugalian dapat merupakan tipe bekuan (*igneous*), sedimentasi atau metamorf. Meskipun batugalian pecah memberikan kekuatan beton yang lebih tinggi, ia kurang mudah dikerjakan didalam pencampuran dan penempatannya dibandingkan tipe-tipe yang lain.
2. *Kerikil alami*. Ini dihasilkan oleh aksi cuaca dari air yang mengalir pada dasar dan bantaran sungai. Ia memberikan kekuatan yang lebih rendah daripada batugalian pecah tetapi ia lebih mudah dikerjakan.
3. *Agregat kasar tiruan*. Ini terutama merupakan kerak dan batuserpilh (*shale*) yang mengembang dan sering kali dipakai untuk menghasilkan beton bobot-ringan (*lightweight*). Mereka merupakan produ-produk sampingan dari proses-proses pembuatanyang lain, seperti kerak tungkubakaran atau batuserpilh yang mengembang, atau batu apung (*pumice*) untuk beton bobot-ringan.
4. *Agregat bobot-berat (heavyweight) dan pelindung nuklir*. Dengan kebutuhan-kebutuhan tertentu terhadap umur atomik kita dan bahaya radiasi nuklir yang disebabkan oleh jumlah reaktor atom dan stasiun tenaga nuklir yang meningkat, beton khusus haruslah diproduksi untuk melindungi terhadap sinar-sinar-x, sinar kemudahkerjaan bukan merupakan kepentingan utama. Tipe-tipe agregat yang berat, kasar utama adalah pons-pons baja (*steel punchings*), barit-barit, magnatit-magnatit, dan limonit-limonit.

B. Agregat Buatan

Sisa-sisa batuan tambang yang diambil dari tungku pembakaran adalah agregat buatan yang banyak digunakan, lebih-lebih di benua-benua lain ; Amerika dan Inggris. Ini dihasilkan dari tungku pembakaran besi yang mengandung silikat dan alumino-silikat dari kapur. Sisa-sisa batuan tambang ini kekerasannya bervariasi, dan yang berbentuk debu, dan mudah lepas akibat terlalu banyak besi feronya sebaiknya dihindari pemakaiannya. Banyak sisa benda-benda tambang yang sulit diduga dan perlu diteliti dengan merendamnya dalam air sekurang-kurangnya dua minggu, selama ini timbul tanda-tanda perpecahan. Prosedur laboratorium untuk menguji sifat dari batuan tambang ini diuraikan pada BS 1047: bagian 2: 1974 (1), yang antara lain ialah: (i) analisa kimia untuk mengetahui jumlah belerang; asam sulfat yang terlarut silica; alumina; kapur; magnesia; besi oksida dan titanium oksida (ii) pengujian stabilitas terhadap unsur besi termasuk analisa terhadap pengujian jatuh; menjadi debu atau ketidakstabilan kapur dan pengujian mikroskopi, (iii) terhadap pengujian penyerapan air. Dibutuhkan “bulk density”, sekurang-kurangnya 1250 kg/m^3 .

Batu bata pecah yang bersih merupakan agregat yang memenuhi syarat, kekuatan dan berat jenis beton tergantung pada jenis batu batanya. Suatu batu bata campuran atau yang biasa dipakai dalam bidang teknis, bila dipecahkan dapat menghasilkan beton yang baik dengan kekuatan hancur sedang. Di dalam menggunakan batu bekas pakai perlu diperhatikan bahwa semua plastic yang melekat harus dihilangkan, sebab kalau tidak kalsium sulfat yang ada dikhawatirkan memperlambat pengerasan, dan dapat menimbulkan perpecahan dalam waktu singkat. Batu bata yang mengandung sulfat terlarut lebih dari 0,5

persen harus dihindarkan. Agregat dari batu bata harus dalam keadaan kenyang air sebelum dipakai, karena sifat penyerapannya yang relative tinggi. Jenis batu bata yang besar pori-porinya sebaiknya dihindarkan pemakaiannya untuk pekerjaan beton bertulang karena terkandung bahaya masuknya air yang dapat menyebabkan berkaratnya baja tulangan. (L.J. Murdock, 2018)

Kaca bukan agregat yang dapat diandalkan, karena banyak dari jenis ini yang mempunyai sifat reaksi alkali yang keras.

C. Agregat Ringan

Beberapa agregat, seperti lahar yang telah mengeras; “breeze” dan debu hasil pembakaran bahan bakar yang ditumbuk halus; batu apung; sisa-sisa batuan tambang yang berpori besar/busa; sisa pembakaran kayu/arang kayu, dipakai pada pabrik yang memproduksi beton ringan yang non-strukturil. Agregat buatan dan yang diproses, terutama seperti tanah liat dan batu tulis yang telah dikembangkan; sisa batuan tambang yang berpori besar seperti busa; dan abu sisa pembakaran bahan bakar, digunakan untuk menambah ringannya beton strukturil ini.

D. Produksi Agregat Kerikil dan Pasir

Pasir dan kerikil diperoleh dari lubang-lubang atau dikeruk dari dasar sungai atau dasar laut. Lubang-lubang pada tanah dapat “berair” atau “kering” tergantung kepada muka air tanah di sekitarnya, meskipun beberapa lubang kadang-kadang dikeringkan dengan pompa. Tempat deposit ini biasanya tertutup oleh timbunan tanah yang harus disingkirkan dengan “scrapet”; “mechanical shovel”, “draglines” atau dengan menggalingnya bagian per bagian. Timbunan ini terdiri atas campuran tanah dan batu. Dengan menyingkirkan timbunan ini belum tentu terlihat langsung adanya patahan atau lekuk-lekuk cadangan kerikil, kecuali

bila dilakukan penyingkiran timbunan atas ini dengan hati-hati, karena sering kali kerikil yang kotor ikut terangkat. (L.J. Murdock, 2018)

Kemudian pasir dan kerikil digali dengan “mechanical shovel” bila lubang-lubang kering; atau dengan “draglines” bilamana lubang basah maupun kering. Dapat juga dengan menggunakan alat berat jenis pontoon yang bentuknya menyerupai “kepiting” dengan “crane”, atau dengan pompa isap, dalam lubang-lubang basah. Kerikil biasanya terletak di atas tanah liat, sehingga perlu diperhatikan agar jangan mengikutsertakan gumpalan tanah liat ini, karena gumpalan tanah liat sulit untuk dibuang meskipun dengan dicuci berulang-ulang. Bahaya dari tercampurnya gumpalan tanah liat ke dalam kerikil lebih sering terjadi pada lubang-lubang yang berair di mana digunakan “dragline” atau “pontoon” yang menyerupai kepiting, karena operator alat berat ini tidak dapat melihat dasar galian, sehingga sulit mengendalikan kedalaman galian.

Campuran dari kerikil dan pasir biasanya dibawa dari lubang ke pusat instalasi penyaringan dengan memakai ban berjalan maupun dengan truk-truk ringan ataupun menggunakan jalur pipa di mana kerikil diangkat ke atas dengan pompa isap. Ban berjalan biasanya digunakan untuk menaikkan bahan-bahan dari muka tanah kepada suatu elevasi untuk dicuci pada instalasi penyaringan.

Penyaringan dan pencucian kerikil dan pasir diadakan dengan saringan silinder putar atau dengan saringan getar yang lebih modern. Sekarang ini saringan getar telah disempurnakan dengan perencanaan teliti untuk menghasilkan efek-efek resonansi. Pasir dan air kotor biasanya disingkirkan bersama-sama dan kemudian dikeringkan oleh unit lain. Dari unit penyaring, pasir dan kerikil dimasukkan secara gravitasi ke dalam “molen” yang sesuai. Bahan yang masih

terlalu besar masuk ke dalam mesin pemecah dan kemudian kembali untuk disaring. Jenis pengaturan dari instalasi penyaringan tampak pada Gambar 3.1. Gerakan saringan getar horizontal digambarkan pada gambar 3.2. Pasir yang dihasilkan dari beberapa lubang penggalian pasir dimodifikasi gradasinya lebih lanjut, dengan alat untuk mengadakan suatu klasifikasi, bagian ini terlihat pada Gambar.

Tabel 2.5. spesifikasi dari batasan agregat yang dikeruk dari dasar laut menurut GLC.

Ukuran Nominal agregat	Persentase berat yang diijinkan kalsium karbonat dalam bentuk kulit kerang pada agregat kering
40	2
20	5
10	15

(Sumber : L.J. Murdock, Penerbit Erlangga)

Agregat yang dikeruk dari dasar laut, meskipun produksinya meningkat dengan cepat, tetapi hanya diperdagangkan pada suatu daerah yang terbatas saja. Bahan yang dikeruk dari laut ini, bagaimana pun juga, sangat bersih terpisah dari adanya kulit kerang dan garam. Tetapi pembuangan air bekas untuk mencuci ini dapat menimbulkan masalah baru pada beberapa instalasi untuk mengadakan prosesing.

Meningkatnya penggunaan agregat yang dikeruk dari dasar laut untuk beton, menimbulkan perhatian terhadap pengaruh kulit kerang dan kadar garam. Oleh karena itu pada tahun 1968 Greater London Council memperkenalkan

spesifikasi yang ditujukan terhadap kulit kerang dan kadar garam, seperti diperlihatkan pada Tabel 2.5.

Sumber-sumber dari pihak lain, seperti CP110 dan property services agency (PSA) dari departemen lingkungan hidup telah menerbitkan batasan yang berbeda dengan Tabel yang diperlihatkan pada Tabel 2.5. (L.J. Murdock, 2018)

2.3.5 Bahan-bahan Campuran

Bahan-bahan campuran merupakan material-material selain air, agregat, atau semen hidrolis yang dipakai sebagai bahan-bahan beton dan yang ditambahkan kedalam adukan (*batch*) sekumpulan campuran segera sebelum atau pada saat pencampuran. Fungsinya ialah untuk memodifikasi properti-properti beton sehingga menjadi seperti “untuk menjadikannya lebih sesuai untuk dikerjakan dengan tangan atau untuk ekonomis, atau untuk tujuan-tujuan lainnya seperti penghematan energi” (Referensi 2.6). Tipe-tipe utama dari bahan-bahan campuran dapat diringkas sebagai berikut:

1. Bahan-bahan campuran pemercepat
2. Bahan-bahan campuran pengisi udara
3. Bahan-bahan campuran pereduksi air dan bahan-bahan campuran pengendali pengikatan
4. Bahan-bahan campuran mineral terbagi dengan halus
5. Bahan-bahan campuran untuk beton tanpa slam (*slump*)
6. Polimer-polimer
7. Superplastisaiser-superplastisaiser (bahan-bahan campuran pembuat plastic yang tinggi)
8. Bahan-bahan campuran pereduksi air rentang tinggi (HRWRA)

9. Pencegahan-pencegahan Korosi

2.3.6 Serat Ijuk

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa dibandingkan serat alam lainnya. Serat bewarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantara: (a). Tahan lama, Bahwa serat ijuk aren mampu tahan lama dan tidak mudah terurai. (b). Tahan terhadap asam dan garam air laut, Serat ijuk merupakan salah satu serat yang tahan terhadap asam dan garam air laut, salah satu bentuk pengolahan dari serat ijuk adalah tali ijuk yang telah digunakan oleh nenek moyang kita untuk mengikat berbagai peralatan nelayan laut. (c). Mencegah penembusan rayap tanah. Serat ijuk aren sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk memperlambat pelapukan kayu dan mencegah serangan rayap. Keunggulan komposit serat ijuk dibandingkan dengan serat gelas adalah komposit serat ijuk lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah bila dibandingkan serat lain seperti serat gelas. Sedangkan serat gelas sukar terdegradasi secara alami. Selain itu serat gelas juga menghasilkan gas CO dan debu yang berbahaya bagi kesehatan jika serat gelas didaur ulang, sehingga perlu adanya bahan alternative pengganti serat gelas tersebut. Dalam industry manufaktur dibutuhkan material yang memiliki sifat-sifat yang khusus dan has yang sulit didapat dari material lain seperti logam. Serat ijuk adalah serat alam yang berasal dari pohon aren. Dilihat dari bentuk, pada umumnya bentuk serat alam tidaklah homogen. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan dan pembentukan serat tersebut tergantung pada lingkungan alam dan musim tempat

serat tersebut tumbuh. Aplikasi serat ijuk masih dilakukan secara tradisional, diantaranya digunakan sebagai bahan tali menali, pembungkus pangkal kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk mencegah serangan rayap, penahan getaran pada rumah adat karo, dan saringan air. Kegunaan tersebut didukung oleh sifat ijuk yang elastis, keras, tahan air, dan sulit dicerna oleh organisme perusak.

Serat ijuk yaitu serabut berwarna hitam dan liat, ijuk merupakan bahan alami yang dihasilkan oleh pangkal pelepah enau (*arenga pinnata*) yaitu sejenis tumbuhan bangsa palma. Pohon aren menghasilkan ijuk pada 4-5 tahun terakhir. Serat ijuk yang memuaskan diperoleh dari pohon yang sudah tua, tetapi sebelum tandan (bakal) buah muncul (sekitar umur 4 tahun), karena saat tandan (bakal) buah muncul ijuk menjadi kecil-kecil dan jelek. Ijuk yang dihasilkan pohon aren mempunyai sifat fisik diantaranya : berupa helaian benang berwarna hitam, berdiameter kurang dari 0,5 mm, bersifat kaku dan ulet sehingga tidak mudah putus. Serabut ijuk biasa dipintal menjadi tali (tali ijuk), sapu atau dijadikan atap, selain itu dalam konstruksi bangunan ijuk digunakan sebagai lapisan penyaring pada sumur resapan. Ijuk mempunyai sifat awet dan tidak mudah busuk baik dalam keadaan terbuka (tahan terhadap cuaca) maupun tertanam dalam tanah. Ijuk bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan terhadap genangan asam termasuk genangan air laut yang mengandung garam. Dengan karakteristik ijuk seperti ini maka diharapkan dapat memperbaiki sifat kurang baik beton, baik secara kimia maupun fisika. (Aren Indonesia,2005)



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 1/10/20
17

Access From (repository.uma.ac.id)1/10/20

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Penelitian ini penulis melakukan penelitian dan pengumpulan data dengan cara menguji langsung di pabrik Tegel dan Trasso BIS Beton Genteng Gunung Jati dan laboratorium Universitas Medan Area. Pada pengumpulan data menggunakan data primer, data primer didapat langsung di lapangan. Data tersebut mencakup besar beban lentur, dan juga data sekunder yang sifatnya mendukung keperluan data primer seperti buku-buku dan jurnal. Data tersebut mencakup besar kuat lentur dan perbedaan kuat lentur pada genteng beton serat sederhana menggunakan sampel-sampel yang akan diuji.

3.1.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah objek penelitian atau apa yang menjadi titik balik perhatian suatu penelitian. Variabel dalam penelitian ini ada 3 macam, yaitu variabel bebas, terikat dan control.

a. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi persentase penambahan serat ijuk. Dalam penelitian ini penambahan serat ijuk adalah sebagai berikut :

- 1 PC : 1,25 KM : 3 PS terhadap berat pasir 0%
- 1 PC : 1,25 KM : 3 PS terhadap berat pasir 0,6%
- 1 PC : 1,25 KM : 3 PS terhadap berat pasir 1,2%

- 1 PC : 1,25 KM : 3 PS terhadap berat pasir 2%

b. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jenis pengujian yang dilakukan pada genteng beton serat, yaitu :

- Rembesan air (*impermeabilitas*)

Tidak boleh ada tetesan air dari permukaan bagian bawah genteng beton serat dalam waktu 72 jam.

- Penyerapan air (*porositas*)

Persentase berat air yang diserap genteng beton setelah direndam 24 jam dikurangi kering dan dibagi kering.

- Ukuran

Persentase tebal, kaitan, penumpangan, panjang dan lebar genteng beton serat.

- Penyerapan panas

Persentase perbedaan suhu.

c. Variabel pengendali

- Komposisi campuran semen, kapur mill dan pasir

Komposisi campuran Semen Portland (PC) : Kapur Mill (KM) : Pasir (PS), dengan perbandingan 1 PC : 1,25 KM : 3 PS.

- Ketebalan genteng beton

Ketebalan genteng beton diusahakan seragam yaitu 12 mm.

- Proses pembuatan

Cara atau proses pencampuran bahan menggunakan cara manual, begitu pula dengan proses pencetakan.

- Pemeliharaan

Proses pemeliharaan genteng beton pada rak pengering selama 28 hari

- Jenis bahan yang digunakan

- i. Semen Portland merek Merah Putih
- ii. Kapur Mill yang berasal dari pabrik Gunung Jati
- iii. Pasir yang berasal dari pabrik Gunung Jati
- iv. Serat ijuk dipotong-potong sepanjang genteng beton

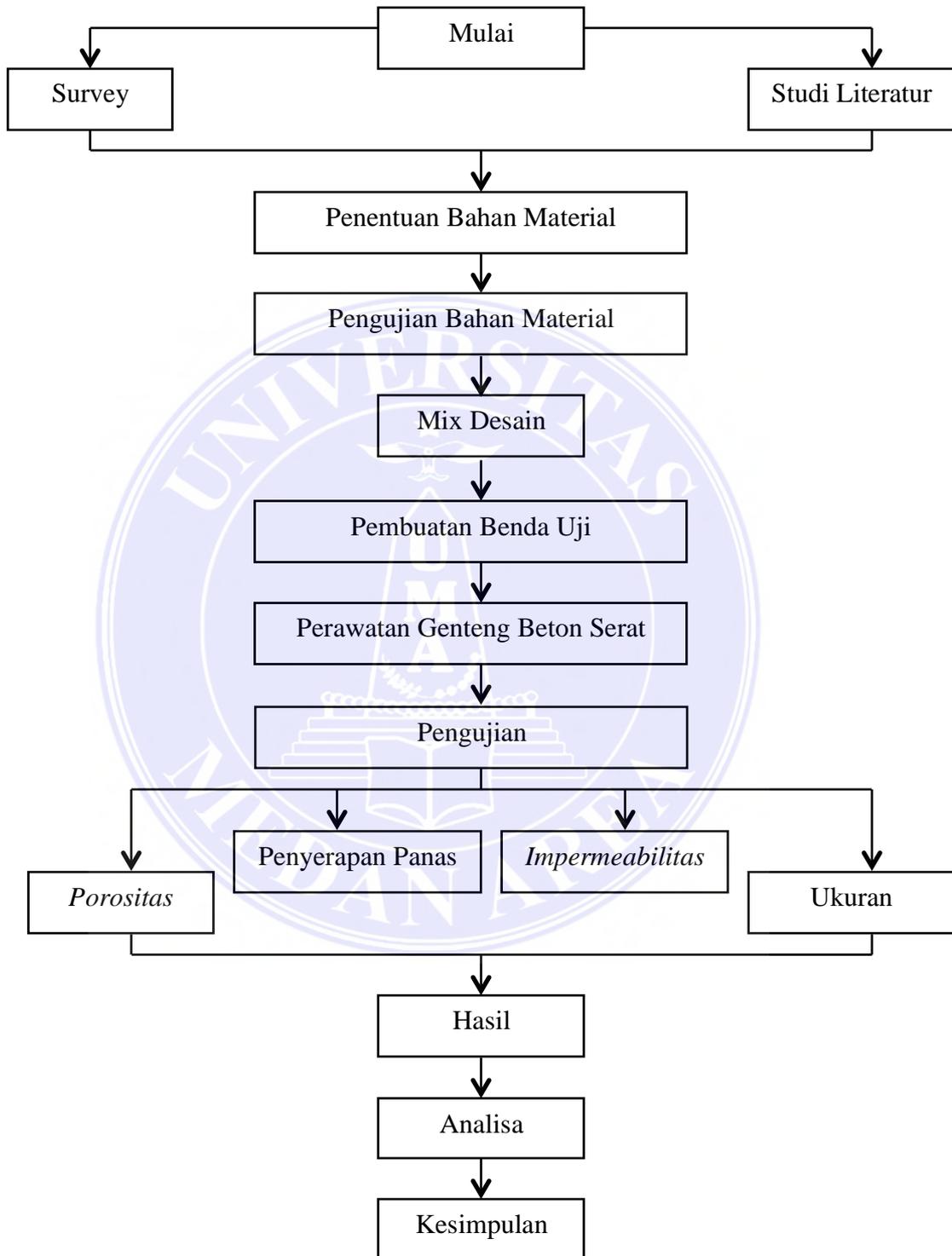
- Tenaga pelaksana

Bapak tukang yang memiliki kemampuan khusus dalam hal mencetak genteng beton.

3.1.2 Benda Uji

Pada penelitian ini dibuat 3 macam variasi serat ijuk benda uji genteng beton serat sebanyak 30 sampel menggunakan serat ijuk, yang setiap variasinya sebanyak 10 sampel dan 10 sampel tanpa bahan tambah serat ijuk, jadi semuanya 40 sampel benda uji genteng beton.

3.1.3 Bagan Alur Studi Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alur Studi Penelitian

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipergunakan antara lain:

1. Semen Merah Putih 40 kg (per genteng digunakan 400 g semen)
2. Kapur Mill 50 kg (per genteng digunakan 500 g kapur mill)
3. Pasir dari pabrik Gunung Jati (per genteng digunakan 1,2 kg pasir)
4. Serat ijuk dari pabrik di Tanjung Morawa
5. Air yang berasal dari pabrik Gunung Jati

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang saya lakukan berada di Pabrik Gunung Jati Tegel & Trasso BIS Beton Genteng, JL. Halat No 56 dan di Laboratorium Beton Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

3.4 Peralatan Penelitian

1. Alat pencetak genteng beton serat.

Digunakan untuk mencetak genteng beton serat, alat ini terdapat di pabrik

2. Cetakan genteng beton serat.

Digunakan sebagai cetakan genteng beton serat

3. Bak pengaduk

Digunakan untuk mengaduk campuran semen pasir mill dan serat ijuk

4. Timbangan

Digunakan untuk menimbang serat ijuk yang akan dicampurkan menurut variasi persentase

5. Rak pengering

Digunakan untuk mengeringkan genteng beton serat dengan cara disusun rapi

6. Meteran

Digunakan untuk mengukur benda uji

7. Bak perendam

Digunakan untuk merendam genteng beton yang digunakan selama 24 jam

8. Aluminium foil

Digunakan untuk mengatasi suhu panas yang dihasilkan oleh radiasi dan mampu menahan panas

9. Gunting

Digunakan untuk memotong beberapa alat seperti seng, aluminium foil, perekat dan serat ijuk.

10. Seng Aluminium

Digunakan untuk membuat penahan air berbentuk persegi pada penelitian rembesan air.

3.5 Persiapan Pengujian Genteng Beton Serat

3.5.1 Tahap Persiapan

- a. Persiapan semen Portland merek Merah Putih 40 kg untuk 100 sampel, maka setiap sampelnya mempunyai berat 400 g, yang akan digunakan semen yang halus dan tidak menggumpal, semua semen lolos ayakan 0,09 mm
- b. Persiapan pasir yang akan digunakan 1,2 kg per sampel, itu didapat dari 20 ember pasir per 100 sampel, setiap ember mempunyai berat 6 kg.

- c. Persiapan kapur mill yang digunakan 50 kg untuk 100 sampel, maka setiap sampelnya mempunyai berat 500 g
- d. Persiapan serat ijuk yang digunakan pada campuran genteng beton serat dengan menabur serat ijuk berbagai variasi

3.5.2 Faktor Air Semen

Dalam penelitian ini ditetapkan memakai perbandingan 1 semen : 1,25 kapur mill : 3 pasir untuk 30 sampel genteng beton serat dan dicampur ijuk dengan masing-masing persentase variasi dan 10 tanpa serat ijuk. Setelah itu dicoba ditambahkan air sedikit demi sedikit secara merata sambil tetap diaduk, sampai didapatkan adukan mortar yang homogeny dan dirasakan sudah memiliki nilai fas yang cocok untuk pengadukan dan pembutan mortar yang siap untuk dicetak.

3.5.3 Pemeriksaan Karakteristik Pasir

Pemeriksaan karakteristik pasir bertujuan untuk mengetahui keadaan fisik pasir sebenarnya. Pemeriksaan karakteristik pasir yang digunakan adalah sesuai standar :

- a. Pemeriksaan berat jenis pasir
- b. Pemeriksaan berat satuan pasir
- c. Pemeriksaan kadar air pasir
- d. Pemeriksaan gradasi pasir

3.5.4 Perencanaan Kebutuhan Bahan Benda Uji

Dalam penelitian ini, telah ditetapkan memakai perbandingan semen : kapur mill : pasir = 1 : 1,25 : 3. Selanjutnya perbandingan ini

dikonversikan ke dalam perbandingan volume. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah perencanaan kebutuhan bahan per adukan dalam membuat sejumlah benda uji genteng beton. Sedangkan kebutuhan serat ijuk yang digunakan untuk membuat genteng beton serat setiap perlakuan adalah 0%; 0,6%; 1,2%; dan 2% dari volume pasir yang diperlukan

3.5.5 Pembuatan Benda Uji Genteng Beton Serat

Langkah-langkah dalam pembuatan benda uji genteng beton, yaitu:

a. Persiapan bahan susun genteng beton serat

Persiapan bahan susun genteng meliputi, mempersiapkan takaran semen, kapur mill, pasir, serat dan air sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan.

b. Tahap pencampuran dan pengadukan bahan susun genteng beton serat

Bahan susun genteng beton serat (semen, kapur mill, pasir, dan serat) dimasukkan kedalam talam ember dan dicampur dalam keadaan kering dengan menggunakan cetok sampai adukan menjadi homogeny, yaitu jika warnanya sudah sama. Selanjutnya tambahkan air kurang lebih 75% dari jumlah air yang diperlukan, kemudian adukan diratakan dan sisa air yang diperlukan ditambahkan sedikit-sedikit sambil adukan terus diratakan sampai homogen.

c. Tahap pencetakan atau pengepresan bahan susun genteng beton serat

Adukan yang telah homogeny, selanjutnya dituang dalam cetakan genteng beton sampai penuh yang sebelumnya telah diolesi pelumas.

Lalu ditekan dan digosok-gosok sampai halus, setelah itu genteng beton yang sudah jadi diangkat ke tempat pemeliharaan. Demikian seterusnya langkah ini dilakukan berulang-ulang hingga jumlah genteng beton mencapai jumlah yang diinginkan untuk diuji.

d. Pengeringan

Genteng beton serat yang telah selesai dicetak, dikeringkan dengan ditempatkan di atas tatakan atau rak, kemudian dianginkan pada tempat yang terlindung dari tarik matahari dan hujan selama 48 jam.

e. Perawatan benda uji genteng beton serat

Setelah proses pencetakan benda uji selesai, kemudian disimpan dalam ruangan lembab selama 48 jam dengan menggunakan tempat pengeringan genteng beton. Kemudian benda uji direndam selama 2 hari (dalam penelitian ini selama 2 hari), setelah itu genteng beton serat diangkat dari tempat perendaman dan dianginkan sampai hari pengujian yaitu hari ke-28.

3.6 Pengujian Benda Uji Genteng Beton Serat

Pengujian benda uji genteng beton dilakukan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 0096-2007) adalah sebagai berikut :

3.6.1 Pengujian Rembesan Air (*impermeabilitas*) Genteng Beton Serat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui penyerapan air genteng beton dengan penambahan serat ijuk. Langkah-langkahnya yaitu, membuat mal berbentuk persegi panjang yang terbuat dari seng, mal tersebut direkatkan pada genteng beton serat dengan bantuan perekat yaitu lilin, setelah benar-benar merekat dan

tidak ada celah lalu di dalamnya di beri air, kemudian didiamkan selama 72 jam dan dilihat apakah genteng beton tersebut terjadi rembesan (lihat gambar 14)

3.6.2 Pengujian Penyerapan Air (*porositas*) Genteng Beton Serat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui penyerapan air genteng beton serat. Langkah-langkahnya yaitu, genteng beton serat ditimbang dalam keadaan kering dan direndam dalam air selama 24 jam, kemudian genteng ditimbang dalam keadaan basah dengan menyeka permukaan genteng terlebih dahulu dengan lap lembab (lihat gambar)

3.6.3 Pengujian ukuran genteng beton serat

Genteng beton serat sudah berumur 28 hari kemudian diuji ukurannya, pengujian ini meliputi tebal, kaitan dan penumpang, menurut SNI 0096-2007.

3.6.4 Pengujian Penyerapan Panas Genteng Beton Serat

Genteng beton yang sudah berumur 28 hari kemudian diuji penyerapan panas. Penyerapan panas atau kalor oleh suatu bahan atau benda besarnya akan sama dengan kapasitas panas jenis benda tersebut, yang merupakan jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu tertentu pada benda tersebut. Penyerapan panas oleh suatu bahan harganya berbeda antara yang satu dengan yang lain, yang akan sangat tergantung dari panas jenis bahan tersebut. Penyerapan panas oleh suatu bahan harganya akan dapat dikurangi, yaitu dengan jalan memodifikasi bentuk permukaan benda tersebut, seperti misalnya dengan cara menghaluskan atau menutupi permukaannya dengan lapisan atau mengecat dengan warna yang lebih muda. Dalam pengujian penyerapan panas digunakan termometer berjumlah 2 yaitu termometer atas dan bawah. Langkah-langkah pengujian penyerapan panas

yaitu dengan cara genteng dimasukkan dalam kotak kardus (alat pengujian penyerapan panas) yang telah dilapisi aluminium foil, aluminium foil digunakan untuk mengatasi suhu panas yang dihasilkan oleh radiasi dan mampu menahan panas karena memiliki daya reflektivitas sebesar 95-98% (www.aluminiumfoil.com). Kemudian genteng diletakkan ditengah-tengah kotak kayu dan sisi atas serta sisi bawahnya diberi termometer (T1, T2), sedangkan pada bagian penutup alat pengujian panas ini diberi 1 buah lampu 100 watt, kemudian diamati perbedaan suhu pada termometer yang berada diatas dan dibawah genteng beton serat tersebut.

3.7 Analisa Data Penelitian

3.7.1 Karakteristik Pasir, Kapur Mill, Semen dan Serat

- a. Berat jenis pasir, kapur mill, semen dan serat

Berat jenis pasir atau serat dapat dihitung dengan rumus :

$$\rho \text{ pasir, kapur mill, semen, serat} = \frac{W_4}{W_3 + W_0 - W_5}$$

Dimana,

$\rho \text{ pasir, kapur, semen, serat}$ =berat jenis pasir / serat

W_0 = berat pasir / serat jenuh kering muka (gram)

W_3 = berat piknometer berisi air (gram)

W_5 = berat piknometer berisi pasir / kapur / semen /
serat + air (gram)

W_4 = berat pasir / serat dalam keadaan kering
tungku (gram)

b. Berat satuan pasir, kapur mill, semen dan serat

Berat satuan pasir atau serat dapat dihitung dengan rumus :

$$Y_{\text{sat pasir, kapur mill, semen, serat}} = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Dimana,

$Y_{\text{sat pasir, kapur mill, semen, serat}}$ = berat satuan pasir atau serat
(gram/cm³)

W_1 = berat piknometer (gram)

W_2 = berat piknometer berisi pasir atau
serat (gram)

V = volume piknometer (cm³)

c. Kadar air pasir, kapur mill dan serat

Kadar air pasir atau serat dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{\text{pasir, kapur, serat}} = \frac{W_0 - W_4}{W_4} \times 100\%$$

Dimana,

$W_{\text{pasir, kapur, serat}}$ = kadar air pasir atau serat

W_0 = berat pasir / serat SSD

W_4 = berat pasir / serat kering tungku (gram)

3.7.2 Karakteristik Genteng Beton Serat

a. Rembesan air (*impermeabilitas*)

Tidak boleh ada tetesan air dari permukaan bagian bawan genteng dalam waktu 72 jam.

b. Penyerapan air (*porositas*)

Penyerapan air genteng beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Penyerapan air genteng beton serat} = \frac{W-K}{K} \times 100\%$$

Dimana,

W = berat genteng dalam keadaan basah (gram)

K = berat genteng dalam keadaan kering (gram)

c. Ukuran

Persentase tebal, kaitan, penumpang, panjang dan lebar genteng beton serat.

d. Penyerapan panas

Persentase perbedaan suhu. Dihitung dari data yang diperoleh dengan

menggunakan rumus : $\frac{T_2}{T_{2_2}} \times 100\%$

Dimana : T_2 = Termometer bawah (dengan benda uji)

T_2 = Termometer bawah (kosong)





UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 1/10/20

61

Access From (repository.uma.ac.id)1/10/20

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dinyatakan sebagai berikut:

1. Pengujian ketahanan terhadap rembesan air untuk keempat variasi tersebut masih memenuhi persyaratan SNI 0096 : 2007 yaitu tidak terjadi rembesan air dibawah genteng beton serat.
2. Pengujian terhadap penyerapan air untuk keempat variasi tersebut masih memenuhi standart SNI 0096 : 2007 yaitu air tidak melebihi 10%.
3. Ditinjau dari ukuran, genteng beton serat memenuhi syarat mutu yang tercantum dalam SNI 0096-2007, dimana lebar kaitan minimum yang diperkenankan adalah 12 mm.
4. Dari hasil pengujian penyerapan panas genteng beton serat yang telah diuji, memenuhi persyaratan pengujian fisika bahan bangunan yaitu tidak lebih dari 75%, sehingga tidak menimbulkan panas ruang di bawahnya. Dari keempat variasi penambahan serat ijuk 2% bisa menjadikan ruang yang dinaunginya lebih sejuk dan dingin.

5. Genteng beton dengan bahan tambah serat ijuk menghasilkan genteng beton yang lebih ringan, lebih tebal, lebih kuat dan lebih sejuk pada penelitian penyerapan panas.

5.2 Saran

1. Penelitian yang telah dilakukan ini terbatas dengan alat pengujian beban lentur, sehingga tidak dilakukan pengujian beban lentur dan untuk penelitian selanjutnya sebaiknya diuji beban lentur genteng beton seratnya.
2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dicoba menggunakan persentase serat ijuk yang lebih tinggi atau bervariasi agar diketahui perbedaan penelitiannya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang tingkat ekonomis, keawetan dan sifat genteng beton yang lain (sifat tampak, ukuran, beban lentur, *porositas*, *impermeabilitas* dan *isolasi*) dengan penambahan serat ijuk.
4. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan persentase penambahan serat ijuk yang sama tetapi perbandingan bahan susunnya (semen : kapur mill : pasir) yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Aluminium foil. (2010) : Artikel, diakses pada tanggal 20 januari 2011. Dari <http://aluminiumfoil.html>.

Aren Indonesia. (2005) : Artikel, diakses pada tanggal 17 mei 2010. Dari <http://ijukaren.html>.

BS 1881 : 1970, *Methods of Testing Concrete*, British Standards Institution.

DPU. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan (PUBI-1982)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan P.U, Bandung.

Edward G. Nawy; TAVIO; Benny Kusuma. *Beton Bertulang: Sebuah Pendekatan Mendasar (Edisi kelima: Edisi Tata Cara ACI 318-05)*

Fakultas, Teknik. (2003). *Pedoman Proyek Akhir*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Murdock, L. J & K. M. Brook. 2018. *Bahan dan Praktek Beton*. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.

Pambudi, Warih. (2005). *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk dan Pengurangan Pasir Terhadap Beban Lentur dan Berat Jenis Genteng Beton*. Semarang .Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang (UNNES).

Randing. (1995). *Penelitian Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Pada Pembuatan Genteng Beton*. Jurnal Penelitian Permukiman, Puslitbangkim, Bandung.

SNI 0096-2007. *Genteng Beton*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional (BSN)

LAMPIRAN



Lampiran 1. Benda Uji



Lampiran 2. Genteng Beton dengan Bahan Tambah Serat



Lampiran 3. Tempat Pengujian



Lampiran 4. Serat Ijuk



Lampiran 5. Semen Merah Putih



Lampiran 6. Kapur Mill



Lampiran 7. Pasir



Lampiran 8. Alat Pencetak Genteng Beton



Lampiran 9. Cetakan Genteng Beton



Lampiran 10. Bak Pengaduk



Lampiran 11. Timbangan Mili Meter



Lampiran 12. Timbangan Gantung



Lampiran 13. Rak Pengering Genteng Beton



Lampiran 14. Meteran Pengukur



Lampiran 15. Bak Perendam



Lampiran 16. Aluminium Foil



Lampiran 17. Gunting



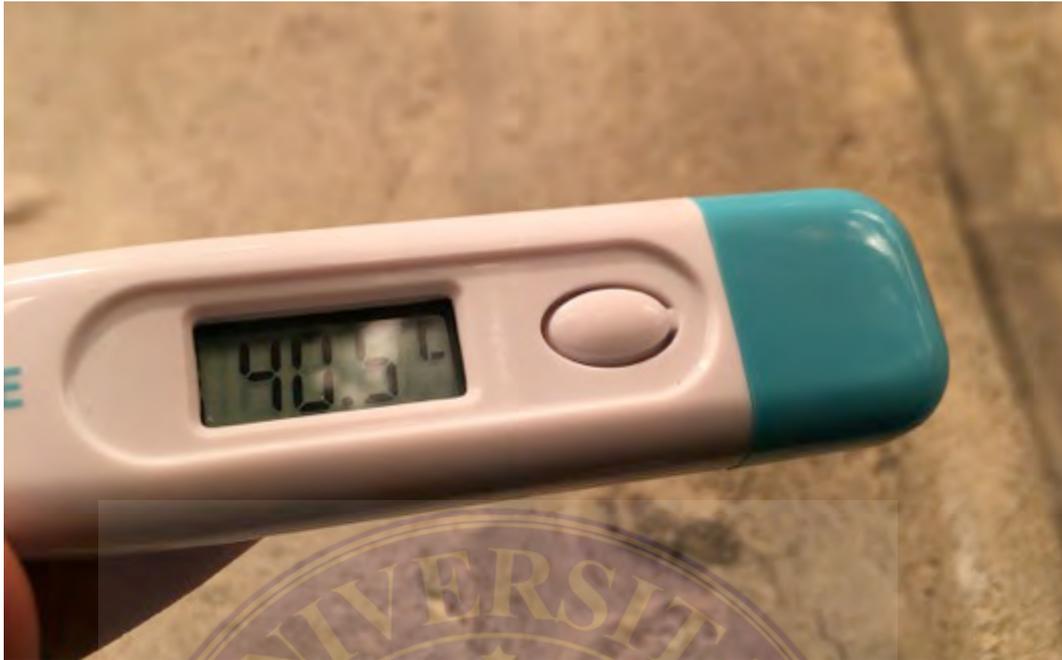
Lampiran 18. Seng Aluminium



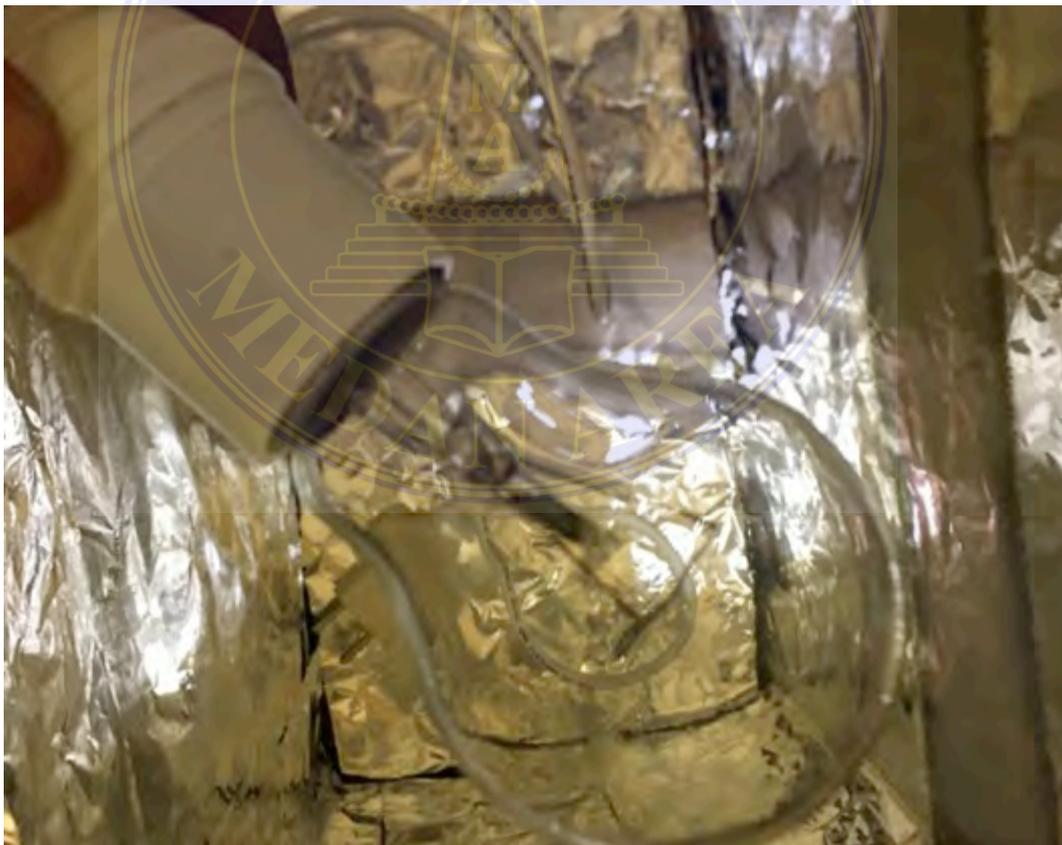
Lampiran 19. Proses Pengujian Rembesan Air (*impermeabilitas*)



Lampiran 20. Proses Pengujian *Impermeabilitas*



Lampiran 21. Termometer Digital



Lampiran 22. Bola Lampu 100 Watt



Lampiran 23. Proses Penyerapan Panas



Lampiran 24. Proses Penyerapan Air (*porositas*)



Lampiran 25. Proses Pengujian *Porositas*