

PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI SAWIT SEBAGAI PENGISI GENTENG BETON (STUDI PENELITIAN)

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai
Gelar sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik
Universitas Medan Area**

Oleh :

**M I S M A N
NIM.: 95.811.0015**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
M E D A N
2 0 0 1**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

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

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------|----------|
| KATA PENGANTAR | i |
| ABSTRAK | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR NOTASI | x |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Maksud dan Tujuan | 2 |
| 1.3. Permasalahan | 2 |
| 1.4. Pembatasan Masalah | 3 |
| 1.5. Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 4 |
| | |
| B A B II STUDI PUSTAKA | 6 |
| 2.1. Bahan Baku | 6 |
| 2.2. Kelapa Sawit | 12 |
| 2.3. Genteng | 16 |
| 2.4. Metode Statistik | 20 |

| | | |
|----------------|-------------------------------------|-----------|
| BAB III | METODE PELAKSANAAN | 23 |
| | 3.1. Pengujian Bahan baku | 23 |
| | 3.2. Penentuan Komposisi | 37 |
| | 3.3. Persiapan Bahan dan Pengadukan | 38 |
| | 3.4. Pencetakan dan Perawatan | 40 |
| | 3.5. Pengamatan Penampilan | 42 |
| | 3.6. Rembesan Benda Uji | 42 |
| | 3.7. Pengujian Kuat Lentur | 43 |
| | 3.8. Hasil Pengujian | 44 |
| BAB IV | ANALISA DATA PENGUJIAN | 50 |
| | 4.1. Pengujian Bahan Baku | 50 |
| | 4.2. Pengujian Genteng | 52 |
| BAB V | ANALISA HARGA PRODUKSI | 60 |
| | 5.1. Harga Bahan Baku | 60 |
| | 5.2. Upah Pekerja | 62 |
| | 5.3. Penyusutan Alat (Investasi) | 63 |
| | 5.4. Biaya Lain-Lain | 63 |
| | 5.5. Perhitungan Harga Jual | 63 |

| | |
|-----------------------------|----|
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 73 |
| 6.1. Kesimpulan | 73 |
| 6.2. Saran-Saran | 74 |
| DAFTAR PUSTAKA | 75 |
| LAMPIRA-LAMPIRAN | 76 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin berkembangnya penduduk seiring dengan bertambahnya jumlah manusia, makin meningkat pula kebutuhan akan perumahan, baik di daerah perkotaan maupun di perdesaan. Upaya-upaya Pemerintah yang telah dilakukan hingga saat ini dalam menangani pembangunan perumahan dan pemukiman dirasakan belum mampu mengimbangi antara kebutuhan dan penediaannya, terutama bagi masyarakat berpenghasilan menengah kebawah. Dikarenakan harga bangunan yang masih relatif tinggi, disisi lain banyak bahan baku lokal (setempat) yang dapat digunakan untuk membuat bahan bangunan belum dimanfaatkan atau belum dikenal seluruhnya. Bahan baku lokal tersebut antara lain berupa bahan organik, anorganik maupun limbah.

Industri-industri kelapa sawit di Propinsi Sumatera Utara yang dalam proses produksinya menggunakan bahan bakar cangkang, hasil pembakaran cangkang tersebut menghasilkan bahan baku limbah buangan yang bersifat *abu*.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis akan mencoba melakukan penelitian memanfaatkan limbah tersebut sebagai bahan baku pengisi genteng beton, dan sekaligus mengatasi pencemaran lingkungan disamping juga menciptakan bahan bangunan alternatif.

Sesuai dengan bidang ilmu yang diperoleh dari Jurusan Sipil Fakultas Teknik – Universitas Medan Area maka penelitian ini diarahkan pada tujuan terciptanya bahan bangunan yang layak dengan memenuhi persyaratan teknis, ekonomis dan berguna untuk memenuhi kebutuhan industri konstruksi. Diharapkan juga hasil penelitian ini dapat berguna untuk kebutuhan bahan bangunan dalam mendukung pembangunan perumahan.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk melakukan analisis laboratorium sekaligus pemeriksaan apakah abu cangkang kelapa sawit memenuhi syarat-syarat teknis sebagai bahan campuran pengisi genteng beton. Sedangkan tujuannya untuk mengetahui kekuatan lentur dan rembesan air pada genteng.

1.3. Permasalahan

Dengan adanya pencemaran yang berasal dari pembuangan limbah (abu cangkang) dari industri kelapa sawit apabila dibiarkan secara terus-menerus akan bertambah, dan akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Berdasarkan kenyataan inilah maka timbul pemikiran bagaimana memanfaatkan limbah industri sawit (abu cangkang) yang dibuang begitu saja untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan genteng, dan juga membantu salah satu program pemerintah dalam upaya menanggulangi masalah limbah dan pemenuhan kebutuhan bahan bangunan untuk pembangunan perumahan.

1.4. Pembatasan Masalah.

Karena keterbatasan waktu, biaya dan kemampuan, maka penulis hanya membatasi masalah dalam pemanfaatan limbah industri sawit (abu cangkang) tersebut untuk salah satu bahan bangunan genteng, dengan ini penulis melakukan pengujian genteng terhadap:

- Kuat lentur, dan
- Rembesan benda uji.

1.5. Metodologi Penelitian

Dalam Tugas Akhir ini penulis menggunakan beberapa cara untuk mendapatkan data ataupun bahan-bahan yang berhubungan dengan pemanfaatan limbah industri sawit (abu cangkang) sebagai bahan baku pembuatan komponen bahan bangunan. Untuk menunjang rangkaian kegiatan penelitian ini maka penulis menggunakan cara-cara :

1. Studi literatur :

Mengkaji permasalahan limbah industri sawit (abu cangkang) untuk mendapatkan atau memperoleh keterangan-keterangan dari buku ataupun Instansi.

2. Penelitian :

Melaksanakan penelitian dalam rangka uji coba pemanfaatan limbah industri sawit (abu sawit) untuk bahan bangunan yang berupa genteng untuk menghasilkan kekuatan yang optimal.

3. Penganalisaan :

Hasil pengujian yang telah dilaksanakan kemudian dianalisa yaitu terhadap :

- a. Kuat lentur terhadap genteng limbah;
- b. Rembesan benda uji.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari enam bab, dengan uraian masing-masing bab tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bab pertama; akan membahas mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian ini, maksud dan tujuan yang ingin dicapai, permasalahan, pembatasan masalah dan metodologi penelitian serta sistematika penulisan;
2. Bab kedua; merupakan tinjauan kepustakaan yang akan memberikan gambaran tentang karakteristik bahan baku, bahan bangunan yang meliputi pengertian, sifat-sifat jenis, perbandingan campuran dan syarat mutu;
3. Bab ketiga ; meliputi pelaksanaan pengujian yaitu pengujian dan persiapan bahan baku, pengadukan, pencetakan dan perawatan dan pengujian;
4. Bab keempat ; berisikan tabulasi data-data pengujian bahan baku, bahan bangunan dan menganalisanya dengan metode statistik;

3. Bab ketiga ; meliputi pelaksanaan pengujian yaitu pengujian dan persiapan bahan baku, pengadukan, pencetakan dan perawatan dan pengujian;
4. Bab keempat ; berisikan tabulasi data-data pengujian bahan baku, bahan bangunan dan menganalisanya dengan metode statistik;
5. Bab kelima ; berisikan analisa harga produksi per-buah genteng dari masing-masing komposisi yang telah diuji;
6. Bab keenam ; berisikan kesimpulan dan saran-saran yang dapat diambil oleh penulis berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.



B A B II

S T U D I P U S T A K A

2.1. Bahan Baku

2.1.1 S e m e n

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat “*adhesive*” dan “*cohesive*” yang digunakan sebagai bahan pengikat (*bonding material*), yang dipakai bersama-sama dengan batu kerikil dan air.

Semen dapat dibagi atas 2 kelompok, yaitu :

- Semen non hidrolis, adalah semen yang tidak dapat mengeras dalam air atau tidak stabil dalam air.
- Semen hidrolis, adalah semen yang dapat mengeras dalam air, menghasilkan kepadatan yang stabil dalam air.

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland yang terutama terdiri dari kalsium silikat hidrat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan tambahan satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat. Semen portland diklasifikasikan dalam 5 jenis, yaitu :

Jenis I :

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan- persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis

lainnya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

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

Jenis II :

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

Jenis III :

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

Jenis IV :

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

Jenis V :

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Presentasi dari oksida-oksida yang terkandung didalam semen portland adalah sebagai berikut :

| | |
|---|-------------|
| Kapur (CaO) | : 60 - 66 % |
| Silika (SiO ₂) | : 16 – 25 % |
| Alumina (Al ₂ O ₃) | : 3 – 8 % |
| Besi | : 1 – 5 % |

2.1.2 Pasir

Pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butirnya sebagian besar terletak antara 0,075 – 5 mm, dan kadar

bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5 %.

Agregat halus harus memenuhi persyaratan dibawah ini :

- a. agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras, dengan indeks kekerasan $< 2,2$;
- b. butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan;
- c. sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12 % ;
 - jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 % ;
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5 %, maka agregat harus dicuci;
- e. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna *Abrams - Herder*. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan diatas, endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3 % NaOH yang kemudiaan dicuci hingga bersih dengan air, pada umur yang

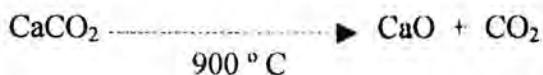
- f. Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zone 1,2,3 atau 4 (SKBI/BS.882) dan harus memenuhi syara-syarat sebagai berikut :
- sisa diatas ayakan 4,8 mm, harus maksimum 2 % berat;
 - sisa diatas ayakan 1,2 mm, harus minimum 10 % berat ;
 - sisa diatas ayakan 0,30 mm, harus minimum 15 % :

2.1.3 Kapur

Kapur yang kita kenal di Indonesia umumnya adalah kapur yang mengeras diudara. Kapur-kapur ini berasal dari pembakaran batu kapur, kulit-kulit kerang, karang dan lain-lain.

a. Produksi :

Batu-batu kapur dalam ukuran-ukuran tertentu dibakar dalam suatu kiln (pembakaran kapur). Pada pembakaran dengan tekanan atmosfer pada temperatur kira-kira 900 °C terjadi disosiasi antara batu kapur dengan oksida kalsium dan oksida karbon sebagai terlihat dalam reaksi berikut :



Untuk berlangsungnya reaksi diatas untuk 1 gram mol CaCO_2 (100 gram) diperlukan panas 42,5 Kcal panas. Mengingat reaksi diatas adalah reversibel

(bolak balik) maka bila kondisi pembakaran berubah misalkan turunya temperatur, naiknya tegangan particeel dari CO₂ ada kemungkinan reaksi terdesak kearah kiri. Untuk mengatasi hal ini biasanya temperatur pembakaran berkisar antara 1000 -- 1200 ° C dan CO₂ yang terbentuk selalu diambil. Bentuk-bentuk kiln ada yang disebut : *shaft - kiln* seperti pembakaran-pembakaran di Tagogapu (Padalarang) dan bentuk kiln lain ialah *rotary-kiln*, belum pernah digunakan untuk kapur di Indonesia.

b. Kapur Tohor = Quicklime = CaO

Batu kapur yang telah dibakar menghasilkan apa yang biasa disebut kapur tohor atau kapur kembang. Kapur ini tidak dapat langsung dipakai sebagai bahan pengikat, tetapi harus dipecah-pecah dulu, kemudian dipadamkan. Juga kapur tohor ini dipakai sebagai bahan untuk mengapur rumah.

c. Kapur padam = Slaked Lime = Ca(OH)₂

proses pemadaman kapur adalah sesuai dengan reaksi berikut:



Pada proses ini dibebaskan panas yang besar yaitu 15,50 keal per 1 gram mol tiap kilogram kapur. Dengan cara pemadaman yang sempurna dapat dihasilkan kapur padam yang berupa butir-butir yang sangat halus dan kering.

d. Pemakaian Kapur

1. Batu kapur adalah merupakan bahan baku untuk pembuatan semen portland .
2. Kapur padam dipakai sebagai campuran untuk mortar (adukan).
3. Kapur padam dicampur dengan teras yang halus dapat merupakan bahan pengikat seperti semen.
4. Kapur dicampur dengan teras (lebih kecil dari 1 cm) dapat dibuat batako.

2.1.4 A i r

Fungsi air adalah untuk menghidrasi semen dan agregat. Proses hidrasi membutuhkan air sebanyak 15 % dari berat semen, tetapi untuk menjamin mobilitas diperlukan air yang lebih banyak lagi. Terlalu banyak air akan menurunkan kualitas campuran semen. Hal ini disebabkan karena penyerapan air yang berlebihan akan mengakibatkan terjadinya pori-pori dalam campuran semen yang akan menurunkan kekuatan bahan. Persyaratan air sebagai bahan bangunan, harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. air harus bersih;
- b. tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya;
- c. tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter;
- d. tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam – asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.

Kandungan khlorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m sebagai SO₃;

- e. bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10 % :
- f. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.

2.2 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack) termasuk famili Palma, kelas *Monocotyledoneae* yang termasuk tanaman tahunan. Tanaman ini terdapat di sepanjang daerah tropis terutama di kawasan antara 10° lintang utara dan 10° lintang selatan dengan temperatur rata-rata 24 °C – 26 °C dengan fluktuasi temperatur kurang dari 10 °C. Jenis tanah yang cocok untuk kelapa sawit adalah latosol, podsolik merah kuning dan aluvial yang kadang-kadang meliputi pula tanah gambut, dataran pantai dan muara sungai, dengan ketinggian tempat 0 – 500 m dpl dan curah hujan per tahun 1500 – 4000 mm. Kelapa sawit yang dikenal ada tiga jenis yaitu jenis *Dura*, *Psifera* dan *Tenera*. Ketiga jenis ini dapat dibedakan berdasarkan penampang irisan buah, yaitu jenis *Dura* memiliki tempurung yang tebal, jenis *Psifera* memiliki biji yang kecil dengan tempurung tipis, sedangkan *Tenera* yang merupakan persilangan *Dura* dan *Psifera* menghasilkan buah bertempurung tipis dan inti yang besar.

2.2.1 Perkebunan Kelapa Sawit

Di Indonesia kelapa sawit pertama kali ditanam di kebun Raya Bogor sebanyak empat pohon pada tahun 1848. Perkebunan kelapa sawit mulai dibentuk pada tahun 1910 di daerah pantai timur Sumatera Timur yaitu Pulu Raja di Asahan dan sungai Liput di Aceh Utara dengan ketinggian 10 – 500 m dari pantai Timur Sumatera. Laju pengembangan tanaman kelapa sawit di Indonesia berjalan pesat beberapa tahun terakhir ini. Pada tahun 1994 total luas tanaman kelapa sawit mencapai 1,78 juta Ha dan tahun 2000 luas areal tanaman kelapa sawit diperkirakan akan mencapai 2 juta Ha yang terpampang di Sumatera dan Kalimantan, serta sedikit di Pulau Jawa, Sulawesi dan Irian. Produksi tahun 2000 hampir 6,7 juta ton. Diperhitungkan minimal 50 % ekuivalen CPO harus dapat diekspor. Hal ini berarti akan memberikan devisa sebesar 1,6 milyar dollar atau 3 kali dari nilai ekspor kelapa sawit tahun 1994. Jarak tanam kelapa sawit adalah 9 meter berbentuk segitiga sama sisi, dengan demikian dalam satu hektar terdapat 143 pohon. Penggunaan kelapa sawit selama ini antara lain untuk bahan industri minyak goreng, sabun, kosmetik dan lain-lain.

2.2.2 Limbah Sawit

Limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik pengolah kelapa sawit ialah tandan kosong, serat dan tempurung.

Tabel 2.1
Rendaman Limbah Padat

| Jenis | Persentase Terhadap TBS | | Hasil Proses |
|---------------|-------------------------|---------|-----------------|
| | Basah | Kering | |
| Tandan kosong | 21 – 23 | 10 - 12 | Bantingan |
| Serat | 8 – 11 | 5 - 8 | Screw press |
| Tempurung | 5 | 4 | Shell separator |

Sumber : Laporan Pendahuluan Kegiatan Pengembangan Limbah Abu Sawit Untuk Bahan Bangunan Di Kabupaten Deli Serdang, Loka Perintisan Bahan Bangunan Lokal Medan 2000.

Limbah padat tandan kosong kadang-kadang mengandung buah tidak lepas diantara celah-celah ulir dibagian dalam. Kejadian ini timbul, bila perebusan dan bantingan yaang tidak sempurna sehingga pelepasan buah sangat sulit. Hal ini sering terjadi di pabrik-pabrik yang tekanan kerja ketel rebusan dibawah 2,8 kg disertai produksi uap yang tidak sempurna menghasilkan tandan kosong yang masih mengandung buah hingga 9 % (57,85).

Serat yang merupakan hasil pemisahan dari *fibre cyclone* mempunyai kandungan cangkang, minyak dan inti. Kandungan tersebut tergantung pada proses ekstraksi di screw press dan pemisahan pada *fibre cyclone*. Kualitas asap pembakaran pada dapur ketel uap dipengaruhi oleh komposisi serat tersebut. Ampas serat sekarang ini telah habis terpakai di pabrik sehingga dampak yang mungkin ditimbulkan pada lingkungan ialah polusi udara.

Tempurung yang dihasilkan dari *kernell plant* yaitu *shell separator* masih mengandung biji bulat dan inti sawit. Bila bahan ini digunakan sebagai bahan bakar pada dapur ketel akan menghasilkan gas-gas yang tidak terbakar sempurna. Hal ini timbul karena udara yang disuplai adalah untuk kebutuhan

cangkang, sehingga timbul pembakaran tidak sempurna. Sisa dari pembakaran ini dikenal dengan abu arang sawit.

Abu arang sawit yang dihasilkan dari bagian tempurung pada proses pembuatan minyak kelapa sawit ini merupakan bahan sisa atau bahan buangan yang kurang mempunyai nilai ekonomi dan belum dimanfaatkan dengan maksimal.

Selama ini abu sawit tersebut hanya dimanfaatkan sebagai :

- Arang aktif (*coal ter*) yang diekspor,
- Bahan perkerasan jalan sebagai pengganti kerikil,
- Bahan bakar dalam proses perebusan buah segar.

Dalam hal ini (untuk penelitian) bahan yang digunakan adalah sisa bahan bakar untuk perebusan buah kelapa sawit segar yang berbentuk abu dan bersifat tidak aktif yang mempunyai butiran yang lebih lunak dan ringan dari butiran pasir. Bagian yang halus dari abu ini apabila kering mudah terbang terbawa angin, sehingga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Abu arang sawit pada penelitian ini diharapkan dapat berfungsi sebagai pengganti agregat halus (pasir). Bahan bangunan yang dihasilkan dari pemanfaatannya juga diharapkan dapat lebih ringan karena bobot dari abu tersebut.

2.3. Genteng

Pengertian :

Genteng beton ialah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap, yang dibuat dari beton dibentuk sedemikian rupa dan berukuran tertentu.

Cara Pembuatan :

Genteng beton dibuat dari campuran yang merata semen portland atau sejenisnya, agregat (pasir) dan air, memakai atau tanpa memakai pigmen dan bahan tambahan lain. Pencetakannya menjadi bentuk tertentu dapat dilakukan secara proses sederhana dengan tangan, atau keseluruhan proses dilakukan secara mekanis dengan mesin. Perawatan (*curing*) genteng setelah dibentuk sampai siap untuk diserahkan kepada konsumen direndam dalam air atau menggunakan proses perawatan dengan uap.

Syarat Bentuk dan Ukuran :

1. Bentuk genteng dibuat sesuai dengan persetujuan antara pembeli dan pabrik pembuat;
2. Ukuran panjang dan lebar genteng sesuai dengan persetujuan antara pembeli dan pabrik pembuat;
3. Tebal genteng tidak boleh kurang dari 8 mm, kecuali pada bagian penumpangan (*interlocking*) tebal tidak kurang dari 6 mm;
4. Genteng harus mempunyai kaitan (*lugs*), yang akan berkait pada reng, lebar

tidak kurang dari 20 mm dan tinggi tidak kurang dari 12 mm, yang teletak

pada permukaan bawah dari pada genteng. Jika dipandang perlu dapat dilengkapi dengan lubang untuk memakunya pada kaso-kaso,

5. Genteng harus mempunyai penumpangan tapi lebarnya tidak kurang dari 25 mm, dan dilengkapi dengan paling sedikit sebuah alur air yang dalam tidak kurang dari 5 mm;
6. Pabrik pembuatan genteng harus menyediakan keterangan tertulis mengenai detail bentuk dan ukuran serta petunjuk cara pemasangan.

Syarat Mutu :

A. Pandangan Luar

Genteng harus mempunyai permukaan atas yang mulus, tidak terdapat retak-retak, atau cacat lainnya yang mempengaruhi sifat pemakaian dan bentuknya harus seragam bagi tiap jenis. Tepi-tepinya tidak boleh mudah direpihkan dengan tangan. Setiap genteng harus diberi tanda/merk pabrik.

B. Kekuatan Lentur.

Genteng harus mampu menahan beban lentur minimum seperti daftar berikut :

| Tingkat Mutu | Beban lentur rata-rata dari sepuluh genteng yang diuji (minimum) dalam kg | Beban lentur masing-masing genteng (minimum) dalam kg |
|---------------------|--|--|
| I | 150 | 120 |
| II | 80 | 60 |

Sumber : Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam) SK SNI S-01-1889-F

C. Daya serap air.

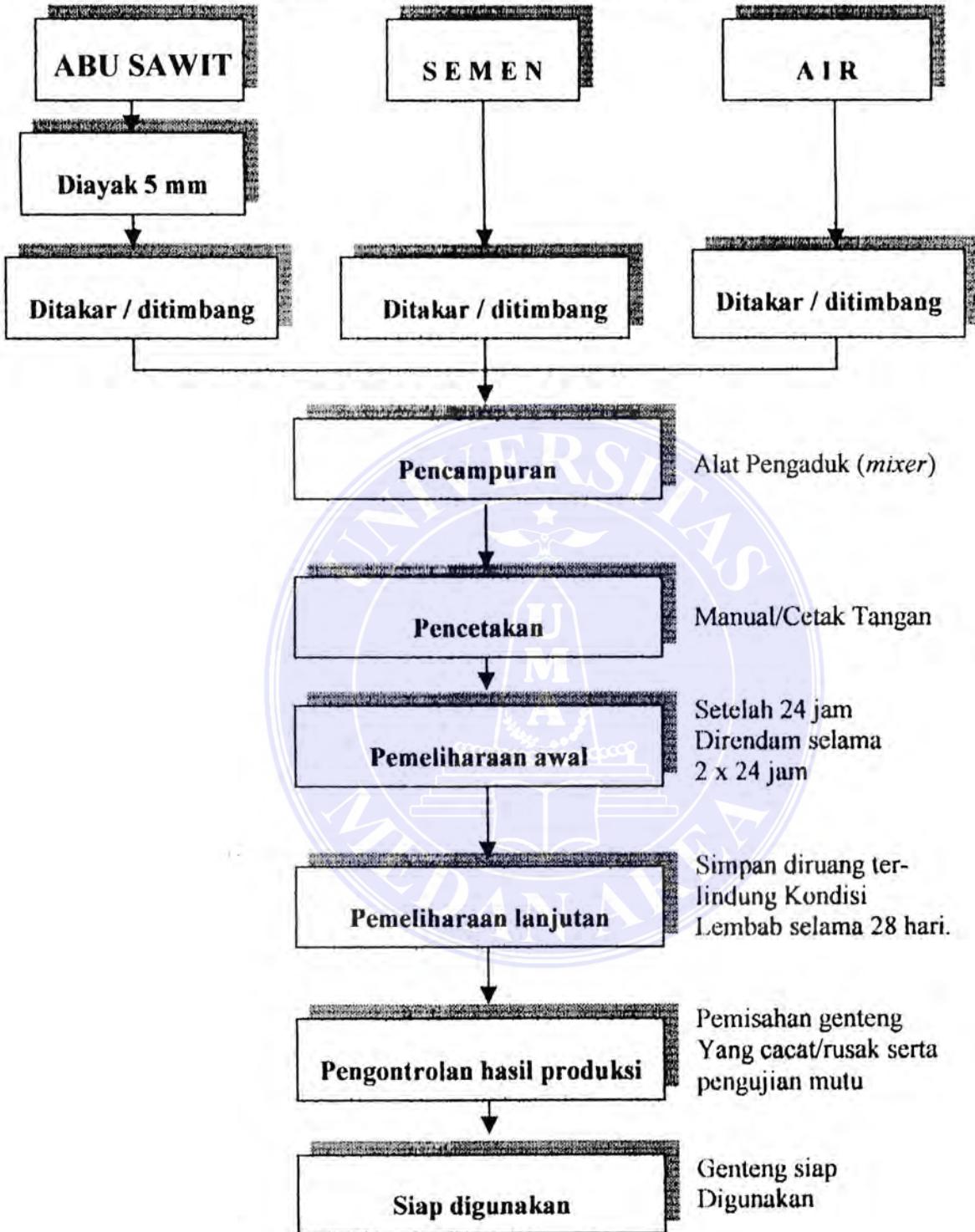
Daya serap air rata-rata dari 10 contoh uji tidak boleh lebih dari 10 tetesan.

D. Ketahanan Terhadap Perembesan air (rapat air).

Apabila contoh genteng diuji dengan cara tersebut di atas, maka pada setiap genteng tidak boleh terjadi tetesan air dari bagian bawah. Dalam hal genteng menjadi basah tetapi tidak terdapat tetesan air, maka dinyatakan tahan terhadap perembesan air.



BAGAN ALIR PROSES PRODUKSI GENTENG BETON



2.4. Metode Statistik

2.4.1. Rata-rata

Rata-Rata yang sering digunakan adalah rata-rata hitung disimbulkan dengan \bar{X} . Apabila n buah data kuantitatif dinyatakan dengan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$; n dinyatakan banyaknya sampel (ukuran). Rata-rata hitung didapat dengan menjumlahkan seluruh data, kemudian dibagi dengan banyaknya data atau dalam rumus matematisnya adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Sumber : Ir. Vincent Gaspersz, MSc, Teknik Penarikan Contoh Untuk Penelitian Survey

Sifat-sifat dari rata-rata hitung:

1. Rata-rata hitung hanya digunakan untuk menghitung data dengan skala pengukuran minimal interpal;
2. Rata-rata hitung harganya sangat dipengaruhi oleh bilangan ekstrim. Oleh karena itu apabila kita berhadapan dengan sekumpulan bilangan yang mempunyai nilai ekstrim disarankan tidak menggunakan rata-rata hitung;
3. Rata-rata hitung mempunyai satuan pengukuran yang bentuknya sama dengan satuan pengukuran yang diperoleh dari satuan pengamatan.

2.4.2. Variasi

Apabila dari sebuah sampel pengukuran dengan data $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ dengan rata-rata \bar{X} , maka variansi untuk sampel diatas dinyatakan dengan rumus matematis sebagai berikut:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

Sumber : Ir.Vincent Gaspersz, MSc, Teknik Penarikan Contoh Untuk Penelitian Survey

Varian berdimensi dua sehingga sedikit sulit untuk menginterpretasikannya, lebih muda interpretasi dari simpangan baku, merupakan akar dari varian.

2.4.3. Simpangan Baku

Simpangan baku merupakan akar dari varian:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Sumber : Ir.Vincent Gaspersz, MSc, Teknik Penarikan Contoh Untuk Penelitian Survey

Simpangan baku adalah ukuran statistik yang menggambarkan keseragaman data dalam pengertian, makin besar harga S keadaan data makin tidak seragam hal ini berarti data makin heterogen. Simpangan baku mempunyai satuan pengukuran yang sama dengan variabel x, oleh karena itu simpangan baku tidak bisa digunakan sebagai alat pembanding keseragaman data apabila satuan pengukurannya tidak sama.

Untuk membandingkan keseragaman data apabila satuan pengukurannya tidak sama digunakan Koefisien Variasi.

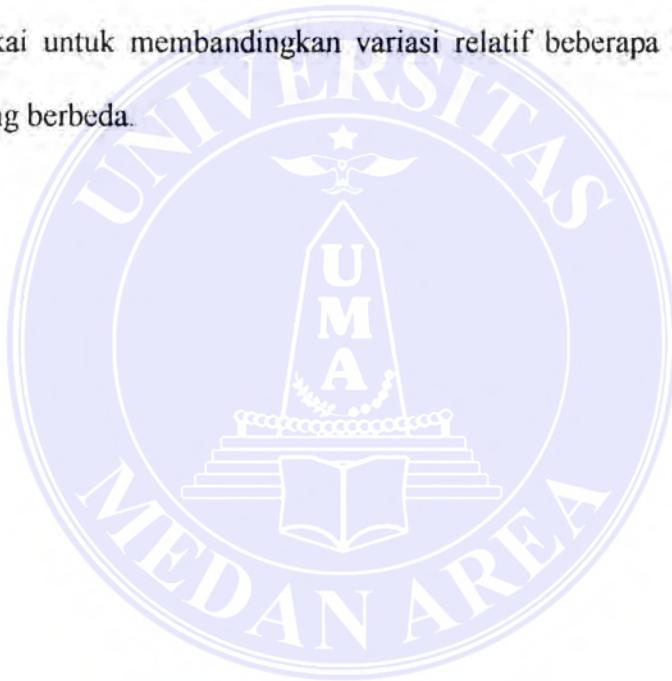
2.4.4. Koefisien Variasi

Koefisien variasi untuk variabel acak X didefinisikan sebagai berikut:

$$K_v = \frac{S}{X}$$

Sumber : Ir.Vincnt Gaspersz, MSc, Teknik Penarikan Contoh Untuk Penelitian Survey

Koefisien variasi tidak bergantung pada saaatuaaan yang digunakan, sehingga bisa dipakai untuk membandingkan variasi relatif beberapa kumpulan data satuan yang berbeda.



B A B III

METODE PELAKSANAAN

3.1. Pengujian Bahan Baku.

3.1.1. S e m e n

Semen berfungsi sebagai bahan pengikat antara agregrat kasar dan agregrat halus, sehingga menghasilkan bentuk yang telah direncanakan. Karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka semen harus memiliki persyaratan-persyaratan sebagai bahan pengikat. Dengan mengetahui sifat-sifat bahan baku dengan baik maka dapat ditentukan kebutuhan semen yang paling minimum dan menghasilkan kekuatan yang paling optimum. Bila keadaan ini tercapai, maka akan diharapkan diperoleh harga genteng yang paling ekonomis. Dalam penelitian ini semua yang digunakan adalah Semen Padang Type I yang telah memenuhi persyaratan Standart Industri Indonesia (SII). Namun demikian juga diuji beberapa syarat mutu semen untuk digunakan yaitu sebagai berikut :

A. Bobot Isi Gembur.

Penentuan bobot isi gembur semen sebagai berikut :

Ambil Semen Padang, masukan kedalam takaran 1 liter kemudian ratakan permukaan takaran dari semen yang berlebihan, lalu timbuh contoh semen beserta takaran (W_1) = 1536 gram. Sesudah itu takaran dikosongkan lalu timbang takaran kosong (W_2) = 335,5 gram. Maka bobot isi diperoleh :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{W1 - W2}{\text{liter}} \times \text{gram} \\
 &= \frac{1536 - 335,5}{\text{liter}} \times \text{gram} \\
 &= 1200,50 \text{ gram/liter.}
 \end{aligned}$$

A. Bobot Isi Padat.

Dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Ambil semen kedalam takaran dari semen yang berlebihan kemudian tumbuk dengan alat penumbuk. Selama masa pemadatan semen mengalami penyusutan maka ditambah lagi semennya sehingga permukaan tidak mengalami penurunan. Berat semen + takaran (W3) = 1591,1 gram. Berat takaran (W4) = 335,5 gram. Maka bobot isi padat :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{W3 - W4}{\text{liter}} \times \text{gram} \\
 &= \frac{1591,1 - 335,5}{\text{liter}} \times \text{gram} \\
 &= 1255,60 \text{ gram/liter.}
 \end{aligned}$$

A. Berat Jenis Semen (Sfesific Grafity).

Cara menentukan berat jenis semen sebagai berikut :

Terlebih dahulu masukan minyak tanah (*cerosine*) kedalam gelas ukur kapasitas 500 ml (cc) sebanyak 250 cc (A), lalu timbang semen sebanyak 200

gram kemudian masukan semen kegelas ukur yang telah berisi *cerosine* tadi.

Didapatlah ketinggian *cerosine* + semen = 315 cc (B). Maka volume *cerosine* yang digantikan oleh berat semen :

$$= B - A$$

$$= 315 - 250$$

$$= 65 \text{ cc}$$

Jadi sfesific grafity (SG) =
$$\frac{\text{berat semen}}{65}$$

$$\frac{200}{65} = 3,07 \text{ gram/cc}$$

3.1.1. Pasir

Susunan butiran agregrat halus sangat menentukan apakah agregrat yang digunakan dapat menghasilkan genteng yang berkualitas baik atau tidak. Susunan butir yang halus cenderung memerlukan pemakaian jumlah semen yang lebih banyak bila dibandingkan dengan susunan yang kasar. Hal ini disebabkan oleh karena butiran yang halus memiliki jumlah luas permukaan yang lebih besar persatuan volume yang sama sehingga memerlukan jumlah semen yang lebih banyak untuk mengikat seluruh permukaan. Dalam hal ini memakai pasir sungai dari Binjai yang terlebih dahulu harus diteliti.

A. Modulus Kehalusan (Fine Modulus Test).

Tujuan dari modulus kehalusan adalah untuk memeriksa dari agregat yang akan digunakan apakah memenuhi syarat atau tidak untuk dipakai sebagai bahan konstruksi. Cara kerjanya adalah sebagai berikut :

Agregat halus (pasir) dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C sebanyak ± 500 gram. Susunlah saringan berdasarkan ukuran urutan terkecil paling bawah dan masukan pasir kering oven kedalam saringan paling atas lalu tutup kembali serta kunci rapat-rapat agar pasirnya tidak keluar pada saat penggetaran selama ± 10 menit. Lalu timbang butiran yang tertinggi di setiap saringan.

Tabel 3.1
Hasil Analisa Ayakan Pasir

| Ukuran Ayakan (mm) | Berat Ayakan (gram) | Berat Ayakan + Pasir (gram) | Berat Sisa Pasir (gram) | Tertahan % | % Kumulatif | |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|------------|-------------|------------|
| | | | | | Tertahan | Lolos |
| Tutup | 307,7 | | | | | |
| 4 | 447,5 | 455,0 | A1 = 7,5 | B1 = 1,5 | C1 = 1,5 | D1 = 98,5 |
| 2 | 426,1 | 437,8 | A2 = 11,7 | B2 = 2,34 | C2 = 3,84 | D2 = 96,16 |
| 1 | 379,5 | 414,8 | A3 = 35,3 | B3 = 7,06 | C3 = 10,9 | D3 = 89,1 |
| 0,5 | 350,1 | 452,7 | A4 = 102,6 | B4 = 20,53 | C4 = 31,43 | D4 = 68,57 |
| 0,25 | 317,3 | 531,85 | A5 = 214,55 | B5 = 42,93 | C5 = 74,36 | D5 = 25,64 |
| 0,125 | 312 | 412,5 | A6 = 100,5 | B6 = 20,11 | C6 = 94,47 | D6 = 5,53 |
| Alas | 333,9 | 361,5 | A7 = 27,6 | B7 = 5,53 | C7 = 100 | D7 = 0 |
| Σ | | | 499,75 | | 316,5 | |

$$\text{Jadi fine modulus} = \frac{\text{Persentase kumulatif}}{100}$$

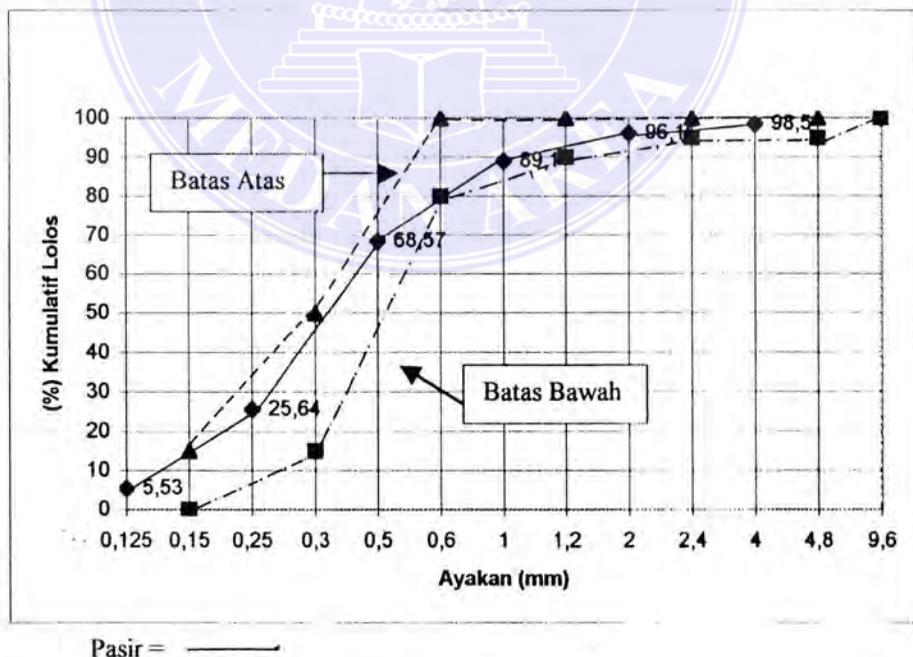
$$= \frac{316,5}{100} = 3,165 \%$$

Persyaratan : (2,91 - 3,20 %) → termasuk pasir kasar.

Tabel 3.2
Persyaratan Gradasi Pasir (BS-882)

| Ukuran Ayakan (mm) | % Berat Yang Lewat Pada Ayakan | | | |
|--------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|
| | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 | Zone 4 |
| 9,6 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4,8 | 90 - 100 | 90 - 100 | 90 - 100 | 95 - 100 |
| 2,4 | 60 - 95 | 75 - 100 | 85 - 100 | 95 - 100 |
| 1,2 | 30 - 70 | 55 - 90 | 75 - 100 | 90 - 100 |
| 0,6 | 15 - 34 | 35 - 59 | 60 - 79 | 80 - 100 |
| 0,3 | 5 - 20 | 8 - 30 | 12 - 40 | 15 - 50 |
| 0,15 | 0 - 10 | 0 - 10 | 0 - 10 | 0 - 15 |

Sumber : Ir. Sjafei Amri, Dipl.E.Eng, Pengantar Teknologi Beton Edisi I



Gambar 3.1

Grafik Hasil analisa Saringan Pasir pada Zone 3, (% Kumulatif Lolos Versus Ayakan (mm))

UNIVERSITAS MEDAN AREA

B. Analisa Faktor Pengembangan Pasir.

Tujuannya adalah untuk mengetahui persentase dari pengembangan pasir.

Pengujiannya dilakukan dengan cara :

Gunakan gelas ukur 1000 cc dan isi air sebanyak 2/3 dari volume (± 700 cc).

Masukkan pasir kedalam gelas ukur sebanyak 300 cc, lalu tutup dengan telapak tangan dan goncang searah horizontal. Setelah pasir jenuh betul lalu

ukur tingginya ± 300 cc (A). Kemudian pasir dikeluarkan dan ditempatkan dalam wadah yang lain tanpa kehilangan butirannya. Isi gelas ukur dengan

setengah volume (500 cc) lalu pasir diisikan kedalam gelas ukur secara hati-hati sehingga jenuh. Setelah itu aduk dan ukur ketinggian pasir jenuh = 275

cc (B). Maka didapatkan faktor pengembangan pasir :

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

$$= \frac{300 - 275}{275} \times 100 \%$$

$$= 9,09 \%$$

C. Kandungan Bahan Organik.

Gunanya untuk memeriksa apakah pasir mengandung kadar bahan organik.

Cara kerjanya adalah :

Ambil pasir 200 ml masukkan kedalam gelas ukur 1000 ml dan ditambah dengan larutan NaOH 3 % hingga mencapai 300 cc, aduklah butiran pasir

dengan alat pengaduk selama beberapa menit, kemudian gelas ukur dikocok dengan baik. Diamkan selama 24 jam, setelah itu amati perubahan warna, apabila warna lebih jernih dari warna standart maka pasir tersebut tidak mengandung kadar bahan organik. Namun bila warna menjadi pekat atau gelap dari warna standart berarti pasir tersebut mengandung kadar bahan organik.

Dari percobaan ini ternyata pasir yang digunakan setelah 24 jam diamati warna dari larutan NaOH 3 % lebih muda dari warna standart, berarti kandungan bahan organik pada pasir tersebut masih memenuhi syarat untuk digunakan.

D. Bobot Isi Gembur Pasir.

Ambil pasir masukkan kedalam takaran 1 liter kemudian ratakan permukaan takaran dari pasir yang berlebihan, lalu timbang pasir beserta takaran (W5) = 1664 gram. Kemudian takaran dikosongkan lalu ditimbang (W6) = 335,5 gram. Maka bobot isi gembur diperoleh :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{W5 - W6}{\text{liter}} \times \text{gram} \\
 &= \frac{1664 - 335,5}{\text{liter}} \times \text{gram} \\
 &= 1328,50 \text{ gram/liter.}
 \end{aligned}$$

E. Bobot Isi Padat Pasir.

Cara pengujiannya hampir sama dengan bobot isi gembur, bedanya setelah diisi kedalam takaran lalu ditumbuk dengan alat penumbuk lalu diratakan permukaan takaran kemudian ditimbang (W7) = 1743,60 gram. Setelah itu takaran dikosongkan lalu ditimbang (W8) = 335,5 gram. Didapatlah bobot isi padat :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{W7 - W8}{\text{liter}} \times \text{gram} \\
 &= \frac{1743,60 - 335,5}{\text{liter}} \times \text{gram} \\
 &= 1408,10 \text{ gram/liter.}
 \end{aligned}$$

F. Berat Jenis Pasir.

Caranya : Ambil contoh pasir lalu direndam di air selama 24 jam, setelah itu keringkan pasir dialam terbuka. Setelah kira-kira pasir telah mencapai kering permukaan maka ambil pasir dan timbang sebanyak 200 gram (A) dan masukkan kedalam gelas ukur dan air setinggi 1000 ml. Timbang pasir beserta gelas ukur yang telah berisi air = 1880,3 gram (C). Selanjutnya pasir yang ada digelas ukur dikeluarkan dan dibersihkan lalu masukkan air dan timbang = 1775,2 gram (D). Maka berat jenis didapat :

$$= \frac{A}{D + A - C} \times \text{gram/cm}^3$$

$$= \frac{200}{1775,2 + 200 - 1880,3} \times \text{gram/cm}^3$$

$$= 2,11 \text{ gram/cm}^3.$$

3.1.2. Abu Sawit.

Abu sawit adalah abu sisa pembakaran cangkang kelapa sawit yang digunakan untuk bahan bakar di ketel-ketel dalam perebusan buah segar yang berbentuk butiran-butiran halus yang lebih ringan dari butiran pasir dan kebanyakan butiran-butiran tersebut berwarna hitam. Abu sawit yang digunakan berasal dari PT.PN II PKS Pagar Merbau. Pengujian yang dilakukan terhadap abu sawit juga dilakukan seperti pengujian pada pasir.

A. Modulus Kehalusan

Seperti pada halnya pasir, abu sawit dianggap sebagai pengganti pasir untuk itu tujuan dari modulus kehalusan adalah untuk memeriksa dari agregat yang akan digunakan apakah memenuhi syarat atau tidak untuk dipakai sebagai bahan konstruksi. Cara kerjanya adalah sebagai berikut :

Abu sawit dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C sebanyak ± 500 gram. Susunlah saringan berdasarkan ukuran urutan terkecil paling bawah dan masukkan abu sawit kering oven kedalam saringan paling atas lalu tutup kembali serta kunci rapat-rapat agar abu sawitnya tidak keluar pada saat

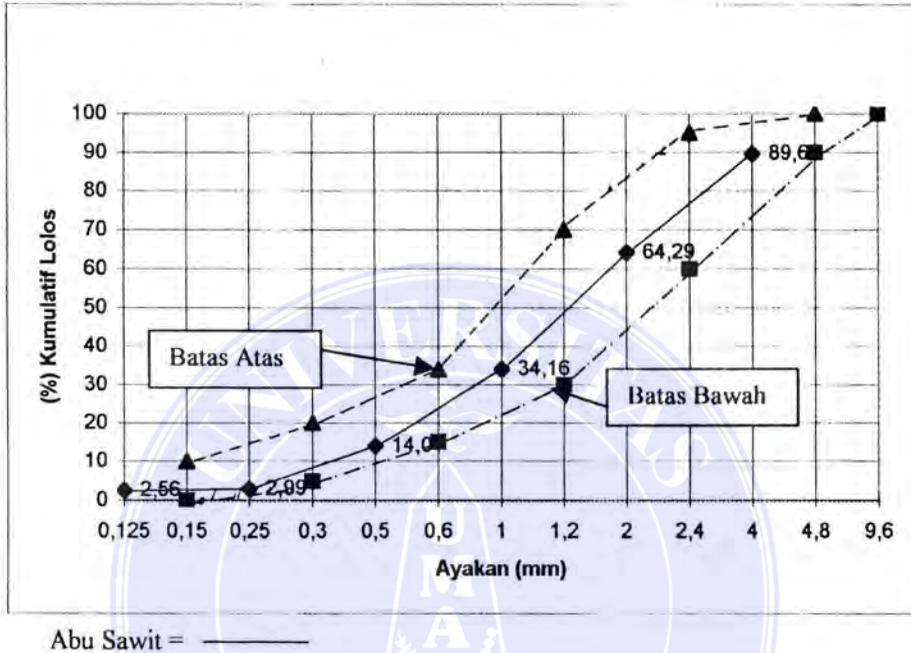
penggetaran selama ± 10 menit. Lalu timbang butiran yang tertinggi disetiap saringan.

Tabel 3.3
Hasil Analisa Ayakan Abu Sawit

| Ukuran Ayakan (mm) | Berat Ayakan (gram) | Berat Ayakan + Abu sawit (gram) | Berat Sisa Abu sawit (gram) | Tertahan % | % Kumulatif | |
|--------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------|-------------|------------|
| | | | | | Tertahan | Lolos |
| Tutup | 307,7 | | | | | |
| 4 | 447,5 | 499,2 | A1 = 51,7 | B1 = 10,36 | C1 = 10,36 | D1 = 89,64 |
| 2 | 426,1 | 552,6 | A2 = 126,5 | B2 = 25,35 | C2 = 35,71 | D2 = 64,29 |
| 1 | 379,5 | 529,85 | A3 = 150,35 | B3 = 30,13 | C3 = 65,84 | D3 = 34,16 |
| 0,5 | 350,1 | 450,65 | A4 = 100,55 | B4 = 20,15 | C4 = 85,99 | D4 = 14,01 |
| 0,25 | 317,3 | 372,3 | A5 = 55 | B5 = 11,02 | C5 = 97,01 | D5 = 2,99 |
| 0,125 | 312 | 314,15 | A6 = 2,15 | B6 = 0,43 | C6 = 97,44 | D6 = 2,56 |
| Alas | 333,9 | 346,7 | A7 = 12,8 | B7 = 2,56 | C7 = 100 | D7 = 0 |
| Σ | | | 499,05 | | 392,35 | |

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi fine modulus} &= \frac{\text{Persentase kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{396,35}{100} \\
 &= 3,963 \%
 \end{aligned}$$

Dari tabel tersebut (tabel 4) maka berdasarkan persyaratan gradasi (tabel 3) untuk abu sawit, daerah gradasinya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2

Grafik Hasil Analisa Saringan Abu Sawit Pada Zone 1, (%) Kumulatif Lolos Versus Ayakan (mm)

B. Bobot Isi Gembur Abu Sawit.

Ambil abu sawit masukkan kedalam takaran 1 liter kemudian ratakan permukaan takaran dari abu sawit yang berlebihan, lalu timbang abu sawit beserta takaran (W5) = 1355,48 gram. Kemudian takaran dikosongkan lalu ditimbang (W6) = 335,5 gram. Maka bobot isi gembur diperoleh :

$$= \frac{W5 - W6}{\text{liter}} \times \text{gram}$$

$$= \frac{1355,48 - 335,5}{\text{liter}} \times \text{gram}$$

$$= 1019,98 \text{ gram/liter.}$$

C. Bobot Isi Padat Abu Sawit.

Cara pengujiannya hampir sama dengan bobot isi gembur, bedanya setelah diisi kedalam takaran lalu ditumbuk dengan alat penumbuk lalu diratakan permukaan takaran kemudian ditimbang (W7) = 1416,66 gram. Setelah itu takaran dikosongkan lalu ditimbang (W8) = 335,5 gram. Didapatlah bobot isi padat :

$$= \frac{W7 - W8}{\text{liter}} \times \text{gram}$$

$$= \frac{1416,66 - 335,5}{\text{liter}} \times \text{gram}$$

$$= 1081,16 \text{ gram/liter.}$$

D. Berat Jenis Abu Sawit.

Caranya : Ambil contoh abu sawit lalu direndam di air selama 24 jam, setelah itu keringkan abu sawit dialam terbuka. Setelah kira-kira abu sawit telah mencapai kering permukaan maka ambil abu sawit dan timbang sebanyak 200 gram (A) dan masukkan kedalam gelas ukur dan air setinggi 1000 ml.

Timbang abu sawit beserta gelas ukur yang telah berisi air = 1845,6 gram

(C). Selanjutnya abu sawit yang ada digelas ukur dikeluarkan dan dibersihkan lalu masukkan air dan timbang = 1769,4 gram (D). Maka berat jenis didapat:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{A}{D + A - C} \times \text{gram/cm}^3 \\
 &= \frac{200}{1769,4 + 200 - 1845,6} \times \text{gram/cm}^3 \\
 &= 1,62 \text{ gram/cm}^3.
 \end{aligned}$$

3.1.4. Kapur/Kalsium Karbonat (CaCO_3)

Kapur yang digunakan adalah yang berbentuk tepung, dalam pengujian ini berfungsi sebagai pembentuk permukaan genteng agar lebih halus. Fungsi lain diharapkan sebagai penyalur air hujan dengan cepat pada saat aplikasinya dan juga mencegah tumbuhnya lumut.

A. Bobot Isi Gembur Kapur.

Ambil kapur masukkan kedalam takaran 1 liter kemudian ratakan permukaan takaran dari kapur yang berlebihan, lalu timbang kapur beserta takaran (W_5) = 1627,5 gram. Kemudian takaran dikosongkan lalu ditimbang (W_6) = 335,5 gram. Maka bobot isi gembur diperoleh :

$$= \frac{W_5 - W_6}{\text{liter}} \times \text{gram}$$

$$= \frac{1627,5 - 335,5}{\text{liter}} \times \text{gram}$$

$$= 1.292 \text{ gram/liter.}$$

B. Bobot Isi Padat Kapur.

Cara pengujiannya hampir sama dengan bobot isi gembur, bedanya setelah diisi kedalam takaran lalu ditumbuk dengan alat penumbuk lalu diratakan permukaan takaran kemudian ditimbang (W7) = 2116,1 gram. Setelah itu takaran dikosongkan lalu ditimbang (W8) = 335,5 gram. Didapatlah bobot isi padat :

$$= \frac{W7 - W8}{\text{liter}} \times \text{gram}$$

$$= \frac{2116,1 - 335,5}{\text{liter}} \times \text{gram}$$

$$= 1780,6 \text{ gram/liter.}$$

3.1.5. Air.

Dalam pekerjaan pembuatan genteng, air sangatlah penting. Air berfungsi sebagai bahan baku yang dapat mengakibatkan semen bereaksi lalu mengeras, serta berfungsi juga menjaga agar temperatur tidak terlalu tinggi sehingga proses hidrasi semen berjalan secara langsung. Air dapat ditemui dari berbagai sumber seperti dari sungai, laut, dari sumur terbuka, akan tetapi tidak semua air

yang ada dipermukaan bumi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan genteng. Air yang dapat digunakan sebagai bahan pencampur didalam pekerjaan pembuatan genteng ialah air yang dapat diminum.

3.2. Penentuan Komposisi

Setelah semua sifat karakteristik dan pengujian bahan baku yang akan digunakan dalam pembuatan genteng sudah diketahui, maka dapatlah dimulai dengan perencanaan komposisi campuran. Untuk mendapatkan komposisi yang tepat, dibuatkan beberapa komposisi campuran yang kiranya dapat memenuhi persyaratan sebagai penutup atap. Disamping persyaratan kepadatan dan kekuatan, diperlukan juga persyaratan kehalusan permukaan genteng yang berfungsi sebagai pencegah tumbuhnya lumut. Dalam menentukan komposisi campuran, pada mulanya ditetapkan tepung kapur (CaCO_3). Penggunaan kapur dimaksudkan untuk bahan substitusi bahan pengikat semen, untuk mendapatkan harga yang lebih rendah.

*Tabel 3.4
Komposisi Campuraan Alternatif Pembuatan Genteng Sawit.*

| No | Kode | Komposisi |
|----|-------|---|
| 1. | GCS 1 | $\frac{3}{4}$ PC : $\frac{1}{4}$ CaCO_3 : 3 AS |
| 2. | GCS 2 | 1 PC : 2 CaCO_3 : 3 AS |
| 3. | GCS 3 | 1 PC : $\frac{1}{2}$ Ps : $1\frac{1}{2}$ CaCO_3 : 3 AS |
| 4. | GCS 4 | 1 PC : $\frac{1}{2}$ CaCO_3 : 3 AS |
| 5. | GCS 5 | 1 PC : $\frac{1}{2}$ Ps : 1 CaCO_3 : $2\frac{1}{2}$ AS |
| 6. | *GPS | 1 PC : 1 CaCO_3 : 3 Ps |

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Dari hasil pengujian terhadap kekuatan dan kepadatan maka dapat ditarik komposisi yang memenuhi persyaratan atau jika genteng yang diuji yang telah ditetapkan diatas tidak memenuhi persyaratan, maka dapat diperkirakan komposisi campuran yang dapat memberikan kekuatan yang baik.

3.3. Persiapan Bahan dan Pengadukan

Pemanfaatan limbah industri sawit saat ini akan lebih diharapkan kepada penggunaan atap yang tidak menahan beban dan juga mendaya gunakan sumber-sumber bahan setempat untuk kebutuhan bahan bangunan. Genteng beton limbah dibuat dari unsur campuran bahan-bahan seperti :

- Semen portland
- Agregat halus
- Abu sawit
- Kapur/Kalsium Karbon (CaCO_3)
- Air.

Disamping itu juga perlu diketahui peralatan yang digunakan dan persyaratan mutu genteng. Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan peralatan-peralatan yang tersedia pada Proyek Perintis Bahan Bangunan Loka Medan. Adapun peralatan-peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Ayakan
- Timbangan

- Mesin pengaduk
- Alat ukur volume
- Mesin cetak tangan
- Alat uji absorpsi
- Alat-alat bantu lainnya.

Bahan-bahan yang diperlukan seperti ; pasir, semen, abu sawit, kalsium karbonat dan air disiapkan. Bahan digiling dan ditakar sesuai dengan kebutuhan komposisi campuran yang telah ditentukan.

Bahan-bahan dimasukkan kedalam mesin pengaduk yang dipakai berkapasitas 125 liter. Setiap komposisi yang telah direncanakan kemudian dilakukan pengukuran sesuai dengan yang telah direncanakan. Pengukuran tersebut berdasarkan volume yaitu dengan menggunakan wadah berbentuk timba dari plastik dengan volume 6 liter. Dari setiap komposisi kemudian diaduk dengan mesin pengaduk (mixer) yang dimulai dengan pengadukan kering untuk menghindari penggumpalan yang mengakibatkan pendistribusian semen yang tidak merata. Setelah adukan homogen kemudian dilanjutkan dengan pengadukan basah dengan penambahan air sedikit demi sedikit sampai kelembaban adukan sesuai dengan yang direncanakan.

Urutan pemasukan bahan dilakukan sebagai berikut :



3.4. Pencetakan dan Perawatan

Pencetakan genteng untuk benda uji dibuat dengan menggunakan mesin cetak tangan. Mesin cetak tangan dibuat oleh Kantor Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU di Bandung.

3.4.1. Pencetakan.

Campuran yang telah homogen lalu ditumpahkan pada bak penampungan. Kemudian palet diletakkan pada mesin cetak, lalu campuran diletakkan secukupnya diatas. Pencetakan dilakukan dengan menggeserkan gagang penekan kebelakang dan kemuka secara berulang-ulang hingga didapatkan

genteng yang rata dan licin. Setelah pencetakan selesai genteng yang telah

dihasilkan beserta paletnya diangkat dengan menekan pedal. Palet beserta genteng yang dihasilkan kemudian disusun untuk dibiarkan selama 1 x 24 jam pada ruangan yang tidak terkena pengaruh matahari secara langsung.

Untuk tiap jenis type genteng dibuat benda uji sebanyak 20 buah. Semua jumlah benda uji digunakan untuk tujuan pengujian geometris, perembesan dan kuat lentur.

3.4.2. Perawatan.

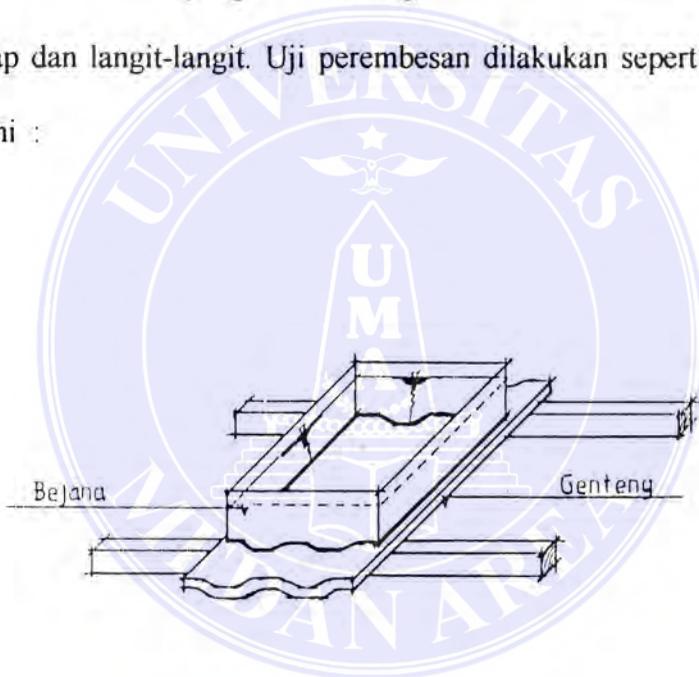
Untuk menghasilkan proses pengerasan yang sempurna, maka genteng perlu dipelihara. Setelah genteng dibiarkan selama 1 x 24 jam maka genteng dilepaskan dari platnya secara hati-hati. Genteng-genteng yang telah dilepaskan lalu dimasukkan kedalam bak perendaman selama 2 x 24 jam. Setelah direndam 2 x 24 jam genteng-genteng diatur dalam arah tegak hingga pengujian kekuatan akan dilakukan.

3.5. Pengamatan Penampilan

Pengamatan terhadap penampilan meliputi pengamatan terhadap kehalusan permukaan dan pengamatan apakah genteng yang dibuat melincang atau tidak. Pengamatan ini sangat perlu untuk diketahui karena walaupun genteng memiliki kekuatan yang baik tetapi berbentuk melincang maka akan menyulitkan pemasangan kedudukan yang tidak stabil dan mudahnya air hujan masuk melalui celah-celah yang timbul.

3.6. Rembesan Benda Uji

Uji perembesan dilakukan untuk mengetahui kepadatan. Campuran genteng yang memiliki kepadatan yang tinggi akan mampu menahan air dalam jangka waktu tertentu, sehingga selama proses hujan berlangsung tidak akan terjadi kebocoran. Kebocoran yang akan mengakibatkan kerusakan pada struktur rangka atap dan langit-langit. Uji perembesan dilakukan seperti pada gambar dibawah ini :



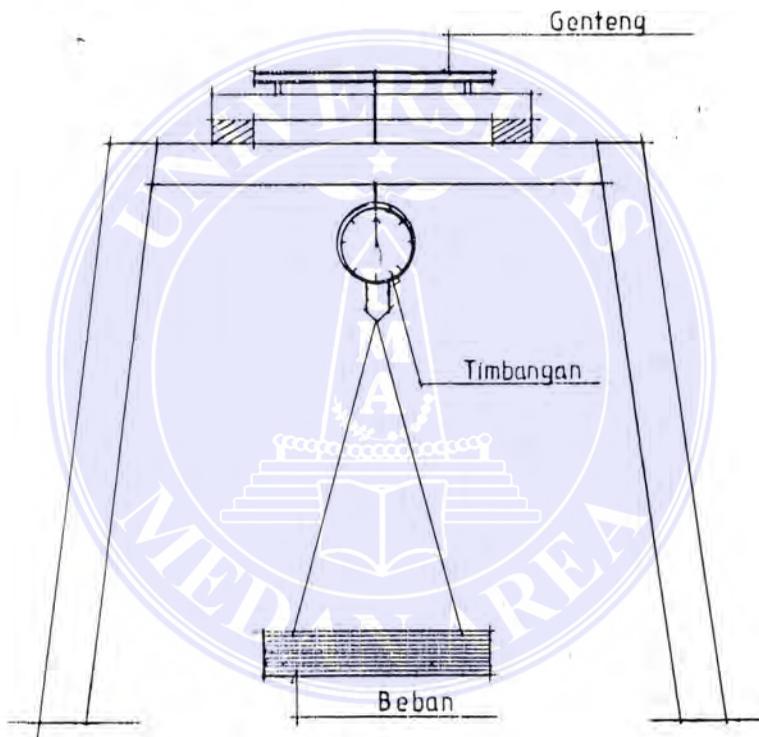
Gambar 3.3; Rembesan Benda Uji.

Didalam bejana yang diletakkan diatas genteng dituangkan air setinggi 5 cm dan dibiarkan selama 3 jam. Setelah 3 jam dilakukan pengamatan tidak terdapat tetesan air dari bagian bawah. Dalam hal genteng menjadi basah tetapi tidak terdapat tetesan air, maka dinyatakan tahan terhadap perembesan air.

3.7. Pengujian Kuat Lentur.

Kekuatan lentur diuji dengan menggunakan peralatan yang di desain dapat memberikan tekanan lentur secara bertahap hingga kekuatan yang maksimum.

Cara pengujian seperti yang digambarkan dibawah ini :



Gambar 3.4. Uji Kuat Lentur.

Pemilihan kapasitas beban berdasarkan rencana pencapaian kekuatan minimum yang diharapkan adalah masing-masing sebesar 60 kg. Angka 60 kg ini adalah berdasarkan beban genteng kelas II dengan kekuatan rata-rata 80 kg.

3.8. Hasil Pengujian.

Dari hasil pelaksanaan pengujian pada masing-masing komposisi campuran yang telah dilakukan maka didapatkan hasil kuat lentur pada tabel berikut :

Tabel 3.5
Hasil Pengujian Kuat Lentur Komposisi $\frac{3}{4}$ PC : 1% CaCO₃ : 3 AS (GCSI)

| No. | Berat Kering (gram) | Berat Jenuh (3 jam) | Absorpsi (%) | Tebal (cm) | Kuat lentur (kg) | Keterangan |
|----------|---------------------|---------------------|--------------|------------|------------------|------------|
| 1. | 2.228 | 2.267,5 | 1,77 | 2,5 | 55,644 | |
| 2. | 2.365 | 2.380,4 | 0,65 | 2,5 | 65,644 | |
| 3. | 2.363 | 2.400 | 1,57 | 2,5 | 61,644 | |
| 4. | 2.314,5 | 2.396,8 | 3,56 | 2,5 | 57,644 | |
| 5. | 2.319 | 2.350 | 1,34 | 2,5 | 47,644 | |
| 6. | 2.367 | - | - | 2,5 | 56,644 | |
| 7. | 2.300 | - | - | 2,5 | 56,644 | |
| 8. | 2.387 | - | - | 2,5 | 56,644 | |
| 9. | 2.404 | - | - | 2,5 | 68,644 | |
| 10. | 2.350 | - | - | 2,5 | 62,644 | |
| 11. | 2.453 | 2.501,2 | 1,96 | 2,5 | 45,644 | Retak |
| 12. | 2.538 | 2.560 | 0,87 | 2,5 | 69,144 | |
| 13. | 2.502 | 2.542,3 | 1,61 | 2,5 | 56,644 | |
| 14. | 2.564 | 2.570 | 0,23 | 2,5 | 66,644 | |
| 15. | 2.548 | 2.560,2 | 0,48 | 2,5 | 73,144 | |
| 16. | 2.506 | - | - | 2,5 | 61,144 | |
| 17. | 2.467 | - | - | 2,5 | 55,644 | Retak |
| 18. | 2.454 | - | - | 2,5 | 68,144 | |
| 19. | 2.499 | - | - | 2,5 | 65,144 | |
| 20. | 2.506 | - | - | 2,5 | 75,644 | |
| Σ | 48.434,5 | | 96.869 | 50 | 1226,38 | |

Tabel 3.6
 Hasil Pengujian Kuat Lentur Komposisi 1 PC : 2 CaCo₃ : 3 AS (GCS2)

| No. | Berat Kering (gram) | Berat Jenuh (3 jam) | Absorpsi (%) | Tebal (cm) | Kuat lentur (kg) | Keterangan |
|-----|---------------------|---------------------|--------------|------------|------------------|------------|
| 1. | 2.570 | 2.668 | 3,81 | 2,5 | 77,644 | |
| 2. | 2.550 | 2.640 | 3,53 | 2,5 | 77,144 | |
| 3. | 2.550 | 2.600,3 | 1,97 | 2,5 | 67,144 | |
| 4. | 2.570 | 2.594 | 0,93 | 2,5 | 82,644 | |
| 5. | 2.620 | 2.712 | 3,51 | 2,5 | 70,144 | |
| 6. | 2.560 | - | - | 2,5 | 77,644 | |
| 7. | 2.600 | - | - | 2,5 | 70,644 | |
| 8. | 2.520 | - | - | 2,5 | 76,644 | |
| 9. | 2.610 | - | - | 2,5 | 69,644 | |
| 10. | 2.671 | - | - | 2,5 | 79,644 | |
| 11. | 2.170 | 2.800 | 3,32 | 2,5 | 69,644 | |
| 12. | 2.750 | 2.825 | 2,73 | 2,5 | 76,644 | |
| 13. | 2.650 | 2.725,3 | 2,84 | 2,5 | 75,644 | |
| 14. | 2.670 | 2.747 | 2,88 | 2,5 | 75,644 | |
| 15. | 2.650 | 2.763,4 | 4,28 | 2,5 | 82,644 | |
| 16. | 2.640 | - | - | 2,5 | 81,644 | |
| 17. | 2.740 | - | - | 2,5 | 83,644 | |
| 18. | 2.730 | - | - | 2,5 | 69,644 | |
| 19. | 2.730 | - | - | 2,5 | 72,644 | |
| 20. | 2.730 | - | - | 2,5 | 72,644 | |
| Σ | 52.281 | 27.075,5 | 29,8 | 50 | 1509,38 | |

Tabel 3.7
 Hasil Pengujian Kuat Lentur Komposisi 1 PC : ½ Ps : 1½ CaCO₃ : 3 AS (GCS3)

| No. | Berat Kering (gram) | Berat Jenuh (3 jam) | Absorpsi (%) | Tebal (cm) | Kuat lentur (kg) | Keterangan |
|-----|---------------------|---------------------|--------------|------------|------------------|------------|
| 1. | 2.764 | 2.870 | 3,84 | 2,5 | 72,644 | |
| 2. | 2.885 | 2.960 | 2,60 | 2,5 | 83,644 | |
| 3. | 2.894 | 2.960 | 2,28 | 2,5 | 83,644 | |
| 4. | 2.870 | 2.982 | 3,90 | 2,5 | 78,644 | |
| 5. | 2.600 | 2.710 | 4,23 | 2,5 | 79,644 | |
| 6. | 2.970 | - | - | 2,5 | 84,644 | |
| 7. | 2.980 | - | - | 2,5 | 83,144 | |
| 8. | 2.820 | - | - | 2,5 | 90,644 | |
| 9. | 2.840 | - | - | 2,5 | 80,644 | |
| 10. | 2.920 | - | - | 2,5 | 70,644 | |
| 11. | 2.690 | 2.746 | 2,08 | 2,5 | 82,644 | |
| 12. | 2.783 | 2.839,7 | 2,04 | 2,5 | 89,144 | |
| 13. | 2.893,3 | 2.928 | 1,19 | 2,5 | 82,144 | |
| 14. | 2.745 | 2.802 | 2,08 | 2,5 | 73,144 | |
| 15. | 2.792,5 | 2.830 | 1,34 | 2,5 | 72,144 | |
| 16. | 2.710,9 | - | - | 2,5 | 73,144 | |
| 17. | 2.777,8 | - | - | 2,5 | 77,644 | |
| 18. | 2.757,3 | - | - | 2,5 | 74,644 | |
| 19. | 2.780 | - | - | 2,5 | 78,644 | |
| 20. | 2.786 | - | - | 2,5 | 78,144 | |
| Σ | 56.258,8 | 28.627,7 | 25,58 | 50 | 1589,38 | |

Tabel 3.8
 Hasil Pengujian Kuat Lentur Komposisi IPC : ½ CaCO₃ : 3 AS (GCS4)

| No. | Berat Kering (gram) | Berat Jenuh (3 jam) | Absorpsi (%) | Tebal (cm) | Kuat lentur (kg) | Keterangan |
|-----|---------------------|---------------------|--------------|------------|------------------|------------|
| 1. | 2.796,3 | 2.808 | 0,42 | 2,5 | 79,144 | |
| 2. | 2.810 | 2.837 | 0,96 | 2,5 | 89,144 | |
| 3. | 2.884 | 2.884 | 0,24 | 2,5 | 102,644 | > 100 kg |
| 4. | 2.94,6 | 2.949 | 0,08 | 2,5 | 90,644 | |
| 5. | 2.824,5 | 2.855,2 | 1,09 | 2,5 | 83,144 | |
| 6. | 2.811 | - | - | 2,5 | 85,144 | |
| 7. | 2.797,5 | - | - | 2,5 | 96,144 | |
| 8. | 2.866,4 | - | - | 2,5 | 102,644 | > 100 kg |
| 9. | 2.795,5 | - | - | 2,5 | 85,144 | |
| 10. | 2.796,3 | - | - | 2,5 | 91,144 | |
| 11. | 2.746,3 | 2.815 | 2,39 | 2,5 | 84,644 | |
| 12. | 2.726 | 2.745 | 0,70 | 2,5 | 85,644 | |
| 13. | 2.725,5 | 2.771 | 1,67 | 2,5 | 88,644 | |
| 14. | 2.771 | 2.836 | 2,35 | 2,5 | 89,644 | |
| 15. | 2.789,5 | 2.806 | 0,56 | 2,5 | 84,644 | |
| 16. | 2.709,4 | - | - | 2,5 | 62,644 | |
| 17. | 2.696,2 | - | - | 2,5 | 102,644 | > 100 kg |
| 18. | 2.626,2 | - | - | 2,5 | 102,644 | > 100 kg |
| 19. | 2.696 | - | - | 2,5 | 97,644 | |
| 20. | 2.760 | - | - | 2,5 | 102,644 | > 100 kg |
| Σ | 55.577,2 | 28.306,2 | 10,5 | 50 | 1.806,38 | |

Tabel 3.9
 Hasil Pengujian Kuat Lentur Komposisi 1 PC : ½ Ps : 1 CaCO₃ : 2½ AS (GCS5)

| No. | Berat Kering (gram) | Berat Jenuh (3 jam) | Absorpsi (%) | Tebal (cm) | Kuat lentur (kg) | Keterangan |
|-----|---------------------|---------------------|--------------|------------|------------------|------------|
| 1. | 2.813 | 2.895 | 2,92 | 2,5 | 80,644 | |
| 2. | 2.404 | 2.460 | 2,33 | 2,5 | 54,644 | |
| 3. | 2.720 | 2.794 | 2,72 | 2,5 | 71,644 | |
| 4. | 2.830,5 | 2.960,5 | 4,60 | 2,5 | 68,644 | |
| 5. | 2.775 | 2.869 | 3,39 | 2,5 | 67,644 | |
| 6. | 2.773 | - | - | 2,5 | 74,644 | |
| 7. | 2.712 | - | - | 2,5 | 77,144 | |
| 8. | 2.734 | - | - | 2,5 | 77,644 | |
| 9. | 2.755 | - | - | 2,5 | 76,644 | |
| 10. | 2.710,5 | - | - | 2,5 | 84,644 | |
| 11. | 2.668,6 | 2.808,2 | 5,23 | 2,5 | 71,644 | |
| 12. | 2.719,7 | 2.810,2 | 3,32 | 2,5 | 76,644 | |
| 13. | 2.750 | 2.856,5 | 3,87 | 2,5 | 80,644 | |
| 14. | 2.736 | 2.811 | 2,74 | 2,5 | 77,144 | |
| 15. | 2.697,8 | 2.800,1 | 3,80 | 2,5 | 73,644 | |
| 16. | | | | | | |
| 17. | | | | | | |
| 18. | | | | | | |
| 19. | | | | | | |
| 20. | | | | | | |
| Σ | 40.799,1 | 28.064,5 | 35 | 37,5 | 1.113,66 | |

Tabel 3.10
 Hasil Pengujian Kuat Lentur Komposisi 1 PC : 1CaCO₃ : 3Ps (GPS)

| No. | Berat Kering (gram) | Berat Jenuh (3 jam) | Absorbansi (%) | Tebal (cm) | Kuat Lentur (kg) | Keterangan |
|-----|---------------------|---------------------|----------------|------------|------------------|------------|
| 1. | 2.890 | 2.998,00 | 4,94 | 2,5 | 82,944 | |
| 2. | 2.870 | 2.970,00 | 4,66 | 2,5 | 82,444 | |
| 3. | 2.870 | 2.930,30 | 3,1 | 2,5 | 72,444 | |
| 4. | 2.890 | 2.924,00 | 2,06 | 2,5 | 87,944 | |
| 5. | 2.940 | 3.042,00 | 4,64 | 2,5 | 75,444 | |
| 6. | 2.880 | - | - | 2,5 | 82,944 | |
| 7. | 2.920 | - | - | 2,5 | 75,944 | |
| 8. | 2.840 | - | - | 2,5 | 81,944 | |
| 9. | 2.930 | - | - | 2,5 | 74,944 | |
| 10. | 2.991 | - | - | 2,5 | 84,944 | |
| 11. | 2.490 | 3.130,00 | 4,45 | 2,5 | 74,944 | |
| 12. | 3.070 | 3.155,00 | 3,86 | 2,5 | 81,944 | |
| 13. | 2.970 | 3.055,30 | 3,97 | 2,5 | 80,944 | |
| 14. | 2.990 | 3.077,00 | 4,01 | 2,5 | 80,944 | |
| 15. | 2.970 | 3.093,40 | 5,41 | 2,5 | 87,944 | |
| 16. | 2.960 | - | - | 2,5 | 86,944 | |
| 17. | 3.060 | - | - | 2,5 | 88,944 | |
| 18. | 3.050 | - | - | 2,5 | 74,944 | |
| 19. | 3.050 | - | - | 2,5 | 77,944 | |
| 20. | 3.050 | - | - | 2,5 | 77,944 | |
| Σ | 58.681 | 30.375 | 41,1 | 50 | 1615,38 | |

B A B VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Limbah abu sawit dari pengolahan industri kelapa sawit dapat dipakai sebagai bahan baku dalam pembuatan genteng.

2. Hasil pengujian genteng dapat dicapai :

- Kuat lentur genteng →
 - Kode GCS1 = 61,32 kg,
 - Kode GCS2 = 75,47 kg,
 - Kode GCS3 = 79,47 kg,
 - Kode GCS4 = 90,32 kg,
 - Kode GCS5 = 74,24 kg, dan
 - Kode GPS = 80,77 kg.
- Absorpsi genteng →
 - Kode GCS1 = 1,4 %
 - Kode GCS2 = 2,98 %
 - Kode GCS3 = 2,55 %
 - Kode GCS4 = 1,05 %
 - Kode GCS5 = 3,5 %
 - Kode GPS = 4,11 %.

3. Dari hasil perhitungan harga jual genteng masing-masing diperoleh harga jual :

Kode GCS1 = Rp. 755,-/genteng

Kode GCS2 = Rp. 875,-/genteng

Kode GCS3 = Rp. 790,-/genteng

Kode GCS4 = Rp. 750,-/genteng

Kode GCS5 = Rp. 805,-/genteng

Kode GPS = Rp. 840,-/genteng

6.2. Saran-Saran

Untuk membantu salah satu usaha pemerintah baik dalam pembangunan perumahan maupun menjaga terjadinya perusakan lingkungan yang berdampak negatif, ini merupakan salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, maka disarankan agar penelitian limbah dapat dilanjutkan untuk bahan bangunan yang lainnya dan diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan untuk peningkatan mutu, komposisi campuran perbandingan disamakan, ditambah lapisan Aus dan ukuran diperbesar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, *Data Statistik Perkebunan Sumatera Utara Tahun 1993*, Dinas Perkebunana Propinsi Daerah Tk.I Sumatera Utara, 1993;
2. Ir. Vincent Gaspersz, "*Teknik Penarikan Contoh Untuk Penelitian Survey*", Tarsito Bandung, 1991;
3. Anonim, *Perintisan Bahan Bangunan Lokal Medan*, Departemen PU Tahun Anggaran 1994/1995;
4. Anonim, *Mutu dan Cara Uji Genteng Beton*, SNI-03-0096-1987, Dewan Standarisasi Nasional-DSN, Jakarta 1987;
5. Randing, Aim Abbdurachim Idris, Lasino, *Penelitian Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa Pada Pembuatan Genteng Beton*, Jurnal Penelitian Permukiman, Vol.XI No.3-4/5-6;
6. Departemen PU, "*Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*" SK SNI S-01-1989-I, Yayasan LPMB, Bandung 1989;
7. Dr. Ir. Ponten M. Naibaho, *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan 1996;
8. Anonim, *Laporan Pendahuluan Pengembangan Limbah Abu Sawit Untuk Bahan Bangunan Lokal Kabupaten Deli Serdang*, Loka PB2L Medan, 2000.