

PROYEK AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN PENGGANTI PASIR PADA PEMBUATAN BATAKO

*Proyek Akhir ini Diajukan Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Program Studi Teknik dan Bangunan FT UNP Padang*



Oleh:

**MUHAMMAD HIDAYATULLAH
2011/1101934**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN BANGUNAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2015**

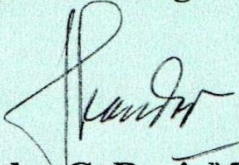
**HALAMAN PERSETUJUAN
PROYEK AKHIR**

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI
BAHAN PENGGANTI PASIR PADA PEMBUATAN BATAKO**

Nama : MUHAMMAD HIDAYATULLAH
NIM/BP : 1101934/2011
Program Studi : DIII Teknik Sipil dan Bangunan
Jurusan : Teknik sipil
Fakultas : Teknik

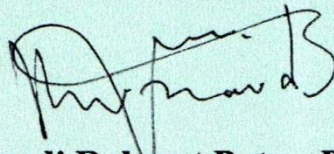
**Padang, 31 Juli 2015
Disetujui Oleh:**

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil dan Bangunan (D3)**



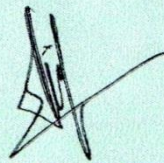
Drs. Iskandar G. Rani, M.Pd
NIP. 19590705 198602 1 002

Dosen Pembimbing



Rusnardi Rahmat Putra, Ph.D.Eng
NIP.19760923 200912 1 001

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Oktaviani, ST,MT
NIP. 19721004 199702 2 001

HALAMAN PENGESAHAN PROYEK AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN PENGGANTI PASIR PADA PEMBUATAN BATAKO

Nama : MUHAMMAD HIDAYATULLAH
NIM/BP : 1101934/2011
Program Studi : DIII Teknik Sipil dan Bangunan
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik pada Program Studi Teknik Teknik Sipil dan Bangunan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dewan Penguji:

- 1. Ketua Penguji : Rusnardi Rahmat Putra, Ph.D.Eng** : (.....)
- 2. Penguji I : Drs. Juniman Silalahi, M.Pd** : (.....)
- 3. Penguji II : Henny Yustisia, ST, MT** : (.....)

Ditetapkan : Padang, 31 Juli 2015



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055644.445118 Fax 7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD HIDAYATULLAH
NIM / BP : 1101934 / 2011
Program Studi : DIII Teknik Sipil dan Bangunan
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi / Proyek Akhir saya dengan judul **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Pengganti Pasir pada Pembuatan Batako”**. Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun dimasyarakat dan Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

(Oktaviani, ST, MT)
NIP. 19721004 199702 2 001

Saya yang menyatakan,



(Muhammad Hidayatullah)
1101934/2011

BIODATA



Data Pribadi :

Nama Lengkap : Muhammad Hidayatullah
Tempat/Tanggal Lahir : Pekanbaru, 03 Januari 1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Anak Ke : 3 (Tiga)
Jumlah Saudara : 2 (Dua)
Alamat Tetap : Jl. Marsan Perum. Melur Permai Blok J No.
74, Panam, Pekanbaru

Data Pendidikan:

SD : SD Negeri 004 Pekanbaru
SLTP : SMP N 8 Pekanbaru
SLTA : SMK N 2 Payakumbuh
Perguruan Tinggi : Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Penelitian Tindakan Kelas:

Topik Studi Kasus : Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa
Sawit Sebagai Bahan Pengganti Pasir Pada
Pembuatan Batako

Tanggal Sidang Proyek Akhir : 31 Juli 2015

Padang, 31 Juli 2015

Muhammad Hidayatullah
1101934/2011

RINGKASAN

Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Pasir Pada Pembuatan Batako

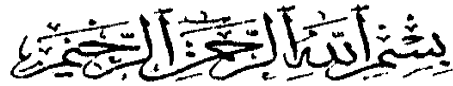
Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non struktural. Batu batuan atau batu cetak yang tidak dibakar (batako) dari tras dan kapur, kadang-kadang juga dengan sedikit semen portland, sudah mulai dikenal oleh masyarakat sebagai bahan bangunan dan sudah pula dipakai untuk pembuatan rumah dan gedung. Bentuk batako yang bermacam-macam memungkinkan variasi yang cukup banyak, dan jika kualitas batako baik, maka tembok tidak perlu diplester dan sudah cukup menarik.

Pengaruh penggunaan cangkang sawit terhadap kuat tekan batako pada setiap umur pengujian kuat tekan yaitu 3, 7 dan 28 hari. Hasil kuat tekan batako 0% cangkang kelapa sawit umur 3 hari yaitu 0,71 MPa, umur 7 hari yaitu 0,95 MPa, umur 28 hari yaitu 1,01 MPa. Batako 10% cangkang kelapa sawit umur 3 hari yaitu 3,15 MPa, umur 7 hari yaitu 2,81 Mpa, umur 28 hari yaitu 3,89 MPa. Batako 20% cangkang kelapa sawit umur 3 hari yaitu 4,78 MPa, umur 7 hari yaitu 4,40 MPa, umur 28 hari yaitu 3,54 MPa. Batako 30% cangkang kelapa sawit umur 3 hari yaitu 6,35 MPa, umur 7 hari yaitu 4,26 MPa, umur 28 hari 2,57 MPa.

Serapan air pada batako digambarkan dengan grafik hubungan antara persentase cangkang kelapa sawit dengan serapan air batako mengalami peningkatan atau bertambahnya serapan air, pada persentase batako 0% cangkang kelapa sawit serapan air sebesar 0,12%, batako 10% cangkang kelapa sawit serapan air sebesar 0,13%, batako 20% cangkang kelapa sawit serapan air sebesar 0,13% dan batako 30% cangkang kelapa sawit serapan air sebesar 0,14%.

Kata Kunci : Batako, Kuat Tekan, Serapan Air.

KATA PENGANTAR



Assalamua'laikum, Wr. Wb.

Puji dan syukur diucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah member rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proyek akhir (PA) dengan judul **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Pasir Pada Pembuatan Batako”**.

Selama proses pembuatan proyek akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari semua pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rusnardi Rahmat Putra, Ph,D.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu dan membimbing dalam penulisan proyek akhir ini.
2. Ibu Oktaviani, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil FT UNP.
3. Bapak Drs. Iskandar G Rani, M.Pd selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Sipil.
4. Bapak Totoh Handoyono, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil FT. UNP
5. Ibu Prima Yane Putri S.T.,M.T selaku Penasehat Akademis dan kepala labor bahan bangunan Teknik Sipil Universitas Negeri Padang.
6. Bapak/Ibu serta semua staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Kepada rekan-rekan angkatan 2011 Jurusan Teknik Sipil, senior dan adik-adik junior yang telah memberikan wawasan dan dorongan selama pengerjaan proyek akhir ini.

Teristimewa terimakasih pada kedua orang tua dan semua keluarga serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan moril maupun materil kepada penulis. Semoga apa yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari dalam penyusunan proyek akhir ini masih sangat banyak kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang sifatnya dapat memacu penulis untuk menjadi lebih baik demi penyempurnaan laporan ini. Mudah-mudahan laporan ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan mahasiswa Fakultas Teknik pada umumnya, terutama bagi penulis sendiri. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Penulis

(Muhammad Hidayatullah)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN PROYEK AKHIR

SURAT PENGESAHAN TIDAK PLAGIAT

BIODATA

RINGKASAN i

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1

B. Batasan Masalah 2

C. Rumusan Masalah 2

D. Tujuan 3

E. Manfaat 3

BAB II LANDASAN TEORI

A. Batako 4

1. Pengertian batako 4

2. Jenis-jenis batako 5

3. Klasifikasi batako 7

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu batako 8

5. Bahan penyusun batako 9

B. Dinding 15

1. Pengertian dinding 15

2. Fungsi dinding 15

3. Jenis dinding 16

4. Macam-macam dinding	17
C. Serapan Air Batako	19
D. Kuat Tekan Batako	19
1. Kuat tekan batako	19

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	22
B. Bahan Baku	22
C. Sampel Penelitian	22
D. Pemeriksaan Sifat Fisik Material	22
1. Pemeriksaan sifat karakteristik dasar material	23
2. Semen	30
3. Air	30
E. Perencanaan campuran batako (<i>Mix Design</i>)	31
F. Pembuatan Benda Uji	31
G. Perawatan Benda Uji	31
H. Daya Serap Air/Serapan Air Pada Batako	31
I. Pengujian Kuat Tekan	31
J. Alat dan Bahan Untuk Pembuatan Benda Uji	32
K. Prosedur Penelitian	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Material	37
1. Hasil pemeriksaan kadar lumpur pasir	37
2. Hasil pemeriksaan kadar air pasir dan cangkang kelapa sawit	38
3. Hasil pemeriksaan berat jenis pasir dan cangkang kelapa sawit	39
4. Hasil pemeriksaan berat isi pasir dan cangkang kelapa sawit	41
5. Hasil pemeriksaan daya serap air pasir	43

6. Hasil pemeriksaan ayakan pasir	44
B. Merencanakan dan Menghitung <i>Mix Design</i> Campuran	
Batako	45
1. Cari berat isi batako	45
2. Hitung volume cetakan	45
3. Mengasumsikan benda uji	45
4. Hitung berat total benda uji	45
5. Menghitung kebutuhan material	45
6. Hitung berat air	46
C. Daya Serap Air/Serapan Air Pada Batako	47
D. Menghitung Kuat Tekan Batako	49
1. Batako umur 3 hari	49
2. Batako umur 7 hari	53
3. Batako umur 28 hari	57
4. Kuat tekan rata-rata batako umur 3, 7, dan 28 hari	60
5. Gabungan kuat tekan masing-masing sampel variasi campuran 10%, 20%, dan 30% cangkang kelapa sawit pada umur 3,7, dan 28 hari	65
6. Gabungan grafik masing-masing sampel	66

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	68
B. Saran	69

DAFTAR PUSTAKA	70
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	: Alat Untuk Pembuatan Benda Uji	32
Gambar 2	: Bahan Untuk Pembuatan Benda Uji	33
Gambar 3	: Pencampuran Bahan Pasir dan Semen	33
Gambar 4	: Pencampuran material Cangkang Sawit dengan Semen dan Pasir	34
Gambar 5	: Proses Pencampuran Bahan Semen, Pasir, Cangkang Sawit dan Air	34
Gambar 6	: Proses Pencetakan Benda Uji	34
Gambar 7	: Proses Pembukaan Cetakan Batako	35
Gambar 8	: Perawatan Benda Uji	35
Gambar 9	: <i>Flow Chart</i> Penyusunan Proyek Akhir	36
Gambar 10	: Grafik Ayakan Pada Zone 2	44
Gambar 11	: Grafik Serapan Air Pada Batako	48
Gambar 12	: Kuat Tekan Batako Normal Umur 3 Hari	49
Gambar 13	: Kuat Tekan Batako 10% Cangkang Sawit Umur 3 Hari	50
Gambar 14	: Kuat Tekan Batako 20% Cangkang Sawit Umur 3 Hari	51
Gambar 15	: Kuat Tekan Batako 30% Cangkang Sawit Umur 3 Hari	52
Gambar 16	: Kuat Tekan Batako Normal Umur 7 Hari	53
Gambar 17	: Kuat Tekan Batako 10% Cangkang Sawit Umur 7 Hari	54
Gambar 18	: Kuat Tekan Batako 20% Cangkang Sawit Umur 7 Hari	55
Gambar 19	: Kuat Tekan Batako 30% Cangkang Sawit Umur 7 Hari	56
Gambar 20	: Kuat Tekan Batako 10% Cangkang Sawit Umur 28 Hari	57
Gambar 21	: Kuat Tekan Batako 20% Cangkang Sawit Umur 28 Hari	58
Gambar 22	: Kuat Tekan Batako 30% Cangkang Sawit Umur 28 Hari	59
Gambar 23	: Grafik Kuat Tekan Rata-rata Batako Normal	60
Gambar 24	: Grafik Kuat Tekan Rata-rata Batako 10% Cangkang Sawit	61
Gambar 25	: Grafik Kuat Tekan Rata-rata Batako 20% Cangkang Sawit	62
Gambar 26	: Grafik Kuat Tekan Rata-rata Batako 30% Cangkang Sawit	63

Gambar 27 : Grafik Kuat Tekan Rata-rata Dari Persentase Cangkang Kelapa Sawit	64
Gambar 28 : Grafik Kuat Tekan Rata-rata 3 Hari	65
Gambar 29 : Grafik Kuat Tekan Rata-rata 7 Hari	65
Gambar 30 : Grafik Kuat Tekan Rata-rata 28 hari	66
Gambar 31 : Grafik Kuat Tekan Rata-rata Gabungan Batako	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1	: <i>Characteristic of Oil palm shell</i>	14
Tabel 2	: Persyaratan Kuat Tekan Minimum Batako Pejal	20
Tabel 3	: Sampel Penelitian	22
Tabel 4	: Hasil kadar Lumpur Pasir	37
Tabel 5	: Hasil Kadar Air Pasir Nyata	38
Tabel 6	: Hasil Kadar Air SSD	38
Tabel 7	: Hasil Kadar Air Cangkang Kelapa Sawit	39
Tabel 8	: Hasil Berat Jenis Nyata Pasir.....	39
Tabel 9	: Hasil Berat Jenis SSD Pasir.....	40
Tabel 10	: Hasil Berat Jenis Cangkang Kelapa Sawit	41
Tabel 11	: Hasil Berat Isi Gembur Pasir	41
Tabel 12	: Hasil Berat Isi Padat Pasir	42
Tabel 13	: Hasil Daya Serap Pasir	43
Tabel 14	: Hasil Ayakan Pasir	44
Tabel 15	: Kebutuhan Bahan Untuk Pembuatan Benda Uji	47
Tabel 16	: Daya Serap Air Pada Batako	47
Tabel 17	: Kuat Tekan Batako Normal 3 Hari	49
Tabel 18	: Kuat Tekan Batako 10% Cangkang Kelapa Sawit	50
Tabel 19	: Kuat Tekan Batako 20% Cangkang Kelapa Sawit	51
Tabel 20	: Kuat Tekan Batako 30% Cangkang Kelapa Sawit	52
Tabel 21	: Kuat Tekan Batako Normal 7 Hari	53
Tabel 22	: Kuat Tekan Batako 10% Cangkang Kelapa Sawit	54
Tabel 23	: Kuat Tekan Batako 20% Cangkang Kelapa Sawit	55
Tabel 24	: Kuat Tekan Batako 30% Cangkang Kelapa Sawit	56
Tabel 25	: Kuat Tekan Batako 10% Cangkang Kelapa Sawit	57
Tabel 26	: Kuat Tekan Batako 20% Cangkang Kelapa Sawit	58
Tabel 27	: Kuat Tekan Batako 30% Cangkang Kelapa Sawit	59
Tabel 28	: Kuat Tekan Batako Normal	60
Tabel 29	: Kuat Tekan Batako 10% Cangkang Kelapa Sawit	61

Tabel 30 : Kuat Tekan Batako 20% Cangkang Kelapa Sawit	62
Tabel 31 : Kuat Tekan Batako 30% Cangkang Kelapa Sawit	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Tugas Pembimbing	72
Lampiran 2 : Surat Izin Penelitian di Laboratorium	73
Lampiran 3 : Lembaran Konsultasi Proyek Akhir	74
Lampiran 4 : Surat Izin Permintaan Cangkang Kelapa Sawit	76
Lampiran 5 : Gambar Pengujian Material	77
Lampiran 6 : Gambar Pengujian Batako	80

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kerusakan lahan pertanian yang disebabkan oleh pembuatan batu bata dan kebutuhan yang semakin meningkat menjadikan permintaan akan bahan bangunan juga semakin meningkat. Batako sebagai alternatif pengganti bata merah untuk bangunan dinding diharapkan mampu mengatasi permasalahan tersebut. Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara pasir, semen dan air.

Salah satu kendala dalam pengadaan bahan baku untuk proses pembuatan batako saat ini adalah ketersediannya yang secara pasti akan berkurang dan harganya mahal, sehingga daya beli masyarakat turun, padahal kebutuhan akan barang tersebut terus meningkat. Di daerah seperti Sumatera dimana potensi kelapa sawitnya sangat melimpah, diharapkan dengan penemuan ini dapat menghasilkan batako dengan cangkang kelapa sawit yang lebih bermutu lagi. Bentuk batako yang bermacam-macam memungkinkan variasi yang cukup banyak, jika kualitas batako baik, maka tembok tersebut tidak perlu diplester. Batako dapat dibuat dengan mudah dengan menggunakan peralatan atau mesin sederhana, tidak perlu dibakar.

Bahan tambahan lain pada campuran batako normal merupakan bahan alternatif untuk meningkatkan kekuatan dan kinerja batako dengan biaya yang murah tanpa mengurangi mutunya seperti pemanfaatan limbah buangan cangkang kelapa sawit. Limbah merupakan sisa hasil produksi, oleh masyarakat dan pemerintah dianggap merupakan material yang mengganggu kehidupan manusia. Untuk itu perlu dimanfaatkan semaksimal mungkin agar dapat bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia sehingga limbah bukan lagi sebagai pengganggu kehidupan manusia.

Limbah cangkang kelapa sawit di berbagai industri pengolahan minyak CPO belum begitu maksimal. Limbah cangkang kelapa sawit ternyata memiliki potensial yang besar untuk dipergunakan kembali. Pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit selama ini hanya dipakai sebagai pengeras jalan maupun sebagai arang aktif. Namun kenyataannya potensial dari cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan lebih besar lagi.

Untuk memanfaatkan limbah cangkang kelapa sawit tersebut, penulis mencoba untuk membuat batako dengan menambahkan cangkang kelapa sawit sebagai bahan pengganti sebagian pasir dengan bahan pengikatnya semen yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas batako. Sehingga dalam penulisan proyek akhir ini penulis memberi judul **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Pasir Pada Pembuatan Batako”**.

B. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup masalah yang diteliti agar penulis dapat terarah, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Pembuatan batako berbentuk bata dengan ukuran 23 cm x 11 cm x 5 cm sebanyak 27 sampel dengan campuran 1 : 3.
2. Pengujian Serapan air batako pada umur 14 hari.
3. Pengujian kuat tekan batako setelah umur 3, 7, dan 28 hari.
4. Kuat tekan batako setelah ditambahkan cangkang kelapa sawit.

C. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas masalah yang akan dibahas pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar penyerapan air pada batako dengan penambahan material cangkang kelapa sawit.
2. Berapa besar pengaruh kuat tekan batako dengan persentase penambahan cangkang kelapa sawit 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir.

3. Bagaimana proses pekerjaan pembuatan batako dengan bahan tambahan cangkang kelapa sawit.

D. Tujuan

Setelah melakukan variasi campuran tambahan cangkang kelapa sawit pada pembuatan batako, maka peneliti bertujuan:

1. Mengetahui pengaruh cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan dan serapan air pada batako.
2. Diharapkan uji kuat tekan batako dengan penambahan cangkang kelapa sawit dengan mutu kelas III.
3. Mengetahui hasil kuat tekan batako menggunakan persentase campuran cangkang kelapa sawit dengan variasi campuran 10%, 20%, 30% yang bagus digunakan untuk pembuatan batako.

E. Manfaat

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menghasilkan batako yang bermutu baik untuk pembuatan dinding, dengan pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit.
2. Mengembangkan pengetahuan tentang batako dengan menggunakan material cangkang kelapa sawit pada pembuatan batako.
3. Sebagai salah satu pengembangan ilmu pengetahuan sehingga menambah wawasan untuk pembuatan batako dengan pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Batako

1. Pengertian batako

Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non struktural. Batu batuan atau bata cetak yang tidak dibakar (batako) dari tras dan kapur, kadang-kadang juga dengan sedikit semen portland, sudah mulai dikenal oleh masyarakat sebagai bahan bangunan dan sudah pula dipakai untuk pembuatan rumah dan gedung (Frick,H.,1996).

Batako mempunyai sifat-sifat panas dan ketebalan total yang lebih baik dari pada beton padat. Semakin banyak produksi batako semakin ramah lingkungan dari pada produksi bata tanah liat karena tidak harus dibakar. Batako adalah salah satu bahan bangunan yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air dan dalam pembuatannya dapat digunakan bahan tambah lainnya sebagai bahan pengisi antara campuran tersebut dan campuran tambah kimia lainnya (zat *additive*). Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran tertentu dan dimana proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam pemeliharaannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena sinar matahari langsung atau hujan, tetapi dalam pembuatannya dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding.

2. Jenis-jenis batako

Batako merupakan batu cetak yang tidak dibakar, berdasarkan bahan pembuatannya batako dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu: batako tras/putih, batako semen, dan bata ringan.

a. Batako Tras/Putih

Batako putih terbuat dari campuran tras, batu kapur, dan air, sehingga sering juga disebut batu cetak kapur tras. Tras merupakan jenis tanah yang berasal dari lapukan batu-batu yang berasal dari gunung berapi, warnanya ada yang putih dan ada juga yang putih kecokelatan. Ukuran batako tras yang biasa beredar di pasaran memiliki panjang 20 cm – 30 cm, tebal 8 cm – 10 cm, dan tinggi 14 cm – 18 cm.

b. Batako Semen

Batako semen dibuat dari campuran semen dan pasir abu batu. Ukuran dan model lebih beragam dibandingkan dengan batako putih. Batako ini biasanya menggunakan dua lubang atau tiga lubang disisinya untuk diisi oleh adukan pengikat. Nama lain dari batako semen adalah batako pres, yang dibedakan menjadi dua bagian, yaitu pres mesin dan pres tangan. Secara kasat mata, perbedaan pres mesin dan tangan dapat dilihat pada kepadatan permukaan batakonya. Di pasaran ukuran batako semen yang biasa ditemui memiliki panjang 36 cm – 40 cm, tinggi 18 cm – 20 cm dan tebal 8 cm – 10 cm (Susanta,G.,2007).

c. Bata Ringan

Bata ringan dibuat dari bahan batu pasir kuarsa, kapur, semen dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk beton ringan. Berat jenis sebesar 1850 kg/m^3 dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini kadang-kadang melebihi. Dimensinya yang lebih besar dari bata konvensional yaitu 60 cm x 20 cm dengan ketebalan 7 hingga 10 cm

menjadikan pekerjaan dinding lebih cepat selesai dibandingkan bata konvensional.

Ada beberapa keuntungan dan kerugian apabila menggunakan batako sebagai pengganti batu bata.

a. Keuntungan pemakaian batako adalah sebagai berikut:

- 1) Tiap m² pasangan tembok, membutuhkan lebih sedikit batako jika dibandingkan dengan menggunakan batu bata, berarti secara kuantitatif terdapat suatu pengurangan.
- 2) Pembuatan mudah dan ukuran dapat dibuat sama.
- 3) Ukurannya besar sehingga waktu dan ongkos pemasangan juga lebih hemat.
- 4) Khusus jenis yang berlubang dapat berfungsi sebagai isolasi udara.
- 5) Apabila pekerjaan rapi tidak perlu diplester.
- 6) Lebih mudah dipotong untuk sambungan tertentu yang membutuhkan potongan.
- 7) Sebelum pemakaian tidak perlu direndam air.
- 8) Pemasangannya lebih cepat.

b. Kerugian pemakaian batako adalah sebagai berikut:

- 1) Mudah terjadi retak rambut pada dinding.
- 2) Dalam proses pengangkutan harus lebih hati-hati agar batako tidak pecah.
- 3) Lebih rapuh saat pemasangan paku pada dinding untuk gantungan/hiasan dinding.
- 4) Kurang baik untuk isolasi panas dan suara.

Batako mempunyai beberapa keuntungan yaitu pemakaian bila dibandingkan dengan bata merah, penghematan dalam beberapa segi, misalnya setiap 1 m² luas dinding lebih sedikit jumlah batako yang

dibutuhkan, sehingga kuantitatif terdapat penghematan. Bentuk batako yang bermacam-macam memungkinkan variasi yang cukup banyak, dan jika kualitas batako baik, maka tembok tidak perlu diplester dan sudah cukup menarik (Frick,H,1996).

3. Klasifikasi batako

Berdasarkan PUBI 1982, sesuai dengan pemakaiannya batako diklasifikasikan dalam beberapa kelompok sebagai berikut:

- a. Batako dengan mutu A1, adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindungi dari cuaca luar.
- b. Batako dengan mutu A2, adalah batako yang hanya digunakan untuk hal-hal seperti dalam jenis A1, tetapi hanya permukaan konstruksi dari batako tersebut boleh tidak diplester.
- c. Batako dengan mutu B1, adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindungi dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).
- d. Batako dengan mutu B2, adalah batako untuk konstruksi yang memikul beban dan dapat digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindungi.

Batako diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu batako normal dan batako ringan. Batako normal tergolong batako yang memiliki densitas sekitar $2200-2400 \text{ kg/m}^3$ dan kekuatannya tergantung komposisi campuran beton (*mix design*). Sedangkan untuk beton ringan adalah suatu batako yang memiliki densitas $< 1800 \text{ kg/m}^3$, begitu juga kekuatannya biasanya disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (*mix design*).

Menurut Wisnu wijanarko (2008) jenis batako ringan ada dua golongan yaitu:

a. Batako ringan berpori (*aerated concrete*)

Batako ringan berpori adalah beton yang dibuat sehingga strukturnya banyak terdapat pori-pori, beton semacam ini diproduksi dengan bahan batu dari campuran semen, pasir, gypsum, CaCO_3 dan katalis aluminium. Dengan adanya katalis Al selama menjadi reaksi hidradasi semen akan menimbulkan panas sehingga timbul gelembung-gelembung yang menghasilkan gas yang menghasilkan pori-pori yang membuat batako semakin ringan.

b. Batako *Non Aerated*

Pada beton ini akan menjadi ringan dalam pembuatannya ditambahkan agregat ringan. Banyak kemungkinan agregat ringan yang digunakan antara lain batu apung (*pumice*), perlit, serat sintesis, slag baja dan lain-lain.

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu batako

Menurut Pusoko Prapto, Agar didapat mutu batako yang memenuhi syarat SII banyak faktor yang mempengaruhi. Faktor yang mempengaruhi mutu batako tergantung pada:

- a. Faktor air semen.
- b. Umur batako.
- c. Kepadatan batako.
- d. Bentuk dan tekstur batuan.
- e. Ukuran agregat dan lain-lain.

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan. Kekuatan dan kemudahan pengerjaan (*workability*) campuran adukan batako sangat dipengaruhi oleh jumlah air campuran yang dipakai. Untuk suatu perbandingan campuran batako tertentu diperlukan jumlah air yang tertentu pula.

Pada dasarnya semen memerlukan jumlah air sebesar 32% berat semen untuk bereaksi secara sempurna, akan tetapi apabila kurang dari 40% berat semen maka reaksi kimia tidak selesai dengan sempurna

(A.Manap,1987:25). Apabila kondisi seperti ini dipaksakan akan mengakibatkan kekuatan batako berkurang. Jadi air yang dibutuhkan untuk bereaksi dengan semen dan untuk memudahkan pembuatan batako, maka nilai faktor air semen pada pembuatan dibuat pada batas kondisi adukan lengas tanah, karena dalam kondisi ini adukan dapat dipadatkan secara optimal.

Dalam hal ini tidak dipakai patokan angka sebab nilai faktor air semen sangat tergantung dengan campuran penyusunnya. Nilai faktor air semen diasumsikan berkisar antara 0,3 sampai 0,6 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah dikerjakan (Darmono, 2006).

Mutu batako (kuat tekan) bertambah tinggi dengan bertambahnya umur batako. Oleh karena itu sebagai standart kekuatan batako dipakai kekuatan pada umur batako 28 hari. Bila karena sesuatu hal diinginkan untuk mengetahui kekuatan batako pada umur 28 hari, maka dapat dilakukan dengan menguji kuat tekan batako pada umur 3 atau 7 hari dan hasilnya dikalikan dengan faktor tertentu untuk mendapatkan perkiraan kuat tekan batako pada umur 28 hari.

Kekuatan batako juga dipengaruhi oleh tingkat kepadatannya. Dalam pembuatan batako diusahakan campuran dibuat sepadat mungkin. Hal ini memungkinkan untuk menjadikan bahan semakin mengikat keras dengan adanya kepadatan yang lebih, serta untuk membantu merekatnya bahan pembuat batako dengan semen yang dibantu oleh air.

5. Bahan penyusun batako

Dalam pembuatan batako pada umumnya bahan yang digunakan adalah pasir, semen, air dan bahan tambah lainnya. Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton ataupun batako dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

Agar diperoleh kuat tekan yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan penyusun batako yang dibutuhkan. Berikut ini akan dijelaskan sekilas mengenai bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan batako.

a. Semen

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari berbagai paduan bahan baku antara lain: 1) batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan 2) lempung/tanah liat, 3) bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/*bulk*, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau mebatu pada pencampuran dengan air (Iskandar G.Rani, 2009:1)

Semen dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu:

- 1) Semen non hidrolik, yaitu semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non hidrolik adalah kapur.
- 2) Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozollan, semen portland.

Semen portland dikelompokkan atas beberapa tipe, sebagai berikut:

- 1) Tipe I : Semen portland normal: Untuk konstruksi pada umumnya dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
- 2) Tipe II : Semen portland moderat: Untuk konstruksi umumnya bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
- 3) Tipe III : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- 4) Tipe IV : Semen portland dengan penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.

5) Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Pada pembuatan benda uji ini menggunakan semen portland composite cement (PCC). Semen PCC merupakan semen yang cocok digunakan untuk penggunaan keperluan konstruksi umum dan bahan bangunan, seperti digunakan untuk konstruksi umum pada semua beton, struktur bangunan bertingkat, struktur jembatan, struktur jalan beton, bahan bangunan, beton pra tekan dan pra cetak, pasangan bata, Plesteran dan acian, panel beton, paving block, hollow brick, batako, genteng, potongan ubin. Kelebihan dari semen PCC ini adalah lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, lebih tahan terhadap sulfat, lebih kedap air dan permukaan acian lebih halus.

b. Pasir

Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya.

Pada pembuatan batako pasir digunakan harus bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida dan garam sulfat. Selain itu juga pasir harus bersifat keras, kekal dan mempunyai susunan butir (*gradasi*) yang baik. Menurut Persyaratan Bangunan Indonesia agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan beton bertulang harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Pasir harus terdiri dari butir-butir kasar, tajam dan keras.
- 2) Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
- 3) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah bagian butir yang melewati ayakan 0,063 mm.

- 4) Pasir harus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
- 5) Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.
- 6) Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk beton.

c. Air

Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas batako. Menurut PUBI 1971 persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut:

- 1) Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak dari pada beton.
- 2) Apabila dipandang perlu maka contoh air dapat dibawa ke Laboratorium Penyelidikan Bahan untuk mendapatkan pengujian sebagaimana yang dipersyaratkan.
- 3) Jumlah air yang digunakan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

Air yang digunakan untuk proses pembuatan beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi syarat air minum. Jika dipergunakan air yang tidak baik maka kekuatan beton akan berkurang. Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton akan sulit dikerjakan, tetapi jika air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah beton mengeras. (Wijanarko, W. 2008)

d. Material cangkang kelapa sawit

Cangkang kelapa sawit atau Tempurung Kelapa Sawit (TKS) adalah sisa hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam

produk utama atau merupakan hasil ikutan dari proses pengolahan kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit juga merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60% dari produksi minyak. Tempurung buah kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Arang aktif dimanfaatkan oleh berbagai industri, antara lain industri minyak, karet, gula dan farmasi. Selain itu tempurung kelapa sawit digunakan hanya sebagai bahan bakar pembangkit tenaga uap dan bahan pengeras jalan. (Fauzi, Yan & dkk, 2002).

Cangkang kelapa sawit merupakan bagian paling keras pada komponen kelapa sawit. Jika dibandingkan dengan tempurung kelapa biasa tempurung kelapa sawit memiliki banyak kemiripan, perbedaannya yang mencolok yaitu pada kadar abu (*ash content*) yang biasanya mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan oleh tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit.

Berdasarkan tempat pembentukannya, limbah kelapa sawit dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu limbah perkebunan kelapa sawit dan limbah industri kelapa sawit.

1) Limbah Perkebunan Kelapa Sawit

Limbah perkebunan kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan dari sisa tanaman yang tertinggal pada saat pembukaan areal perkebunan, peremajaan dan panen kelapa sawit. Jenis limbah ini antara lain kayu, pelepah dan gulma.

2) Limbah Industri Kelapa Sawit

Limbah industri kelapa sawit adalah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan kelapa sawit. Limbah ini digolongkan dalam tiga jenis, yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Salah satu jenis limbah padat industri kelapa sawit adalah cangkang kelapa sawit. Dipilihnya cangkang kelapa sawit sebagai penelitian ini didasarkan karena di Indonesia banyak terdapat kebun kelapa sawit baik milik pemerintah, swasta ataupun rakyat.

Pembuatan batako dengan menggunakan bahan baku cangkang kelapa sawit diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai tambah limbah cangkang kelapa sawit tersebut yang secara ekonomis akan menambah pendapatan.

Tabel 1. *Characteristic of Oil palm shell*

Parameter	<i>Oli palm shell</i>
<i>Moisture content (%)</i>	25.5
<i>Density</i>	0.56
<i>Calorific value (cal/g)</i>	4465
<i>pH value</i>	-
<i>Ash content (%)</i>	2.42
<i>Silica content (%)</i>	0.92
<i>Lignin content (%)</i>	50.03
<i>Cellulose content (%)</i>	65.45
<i>Solubility in cold water (%)</i>	2.97
<i>Solubility in hot water (%)</i>	4.96
<i>Solubility in alkohol-benzene (%)</i>	2.60
<i>Solubility in NaOH 1% (%)</i>	22.12

Sumber: Tjutju Nurhayati, Desviana dan Kurnia Sofyan (Tempurung Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Alternatif Untuk Produksi Arang Terpadu Dengan Pyrolegneous/Asap Cair).

Cangkang kelapa sawit merupakan sisa hasil salah satu limbah industri sawit yang cukup banyak, sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah cangkang kelapa sawit tidak mempunyai nilai ekonomis yang tinggi namun bila dibiarkan lingkungan akan menjadi rusak. Pembuatan batako dengan menggunakan bahan baku cangkang kelapa sawit diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai

tambah limbah cangkang kelapa sawit tersebut yang secara ekonomis akan menambah pendapatan.

B. Dinding

1. Pengertian dinding

Dalam pengertian umum, dinding adalah bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai pemisah antara ruangan luar dengan ruangan dalam, melindungi terhadap intrusi dan cuaca, penyokong atap dan sebagai pembatas ruang satu dengan ruangan lainnya, berfungsi sebagai penahan cahaya panas dari matahari, menahan tiupan angin dari luar, dan untuk menghindari gangguan binatang liar.

Dalam pengenalan pengertian kamus teknik, dinding adalah struktur solid yang menahan/membatasi dan melindungi suatu area. Dapat disimpulkan dinding adalah bagian bangunan yang sangat penting perannya bagi suatu konstruksi bangunan. Dinding membentuk dan melindungi isi bangunan baik dari segi konstruksi maupun penampilan artistik dari bangunan.

2. Fungsi dinding

a. Secara umum fungsi dinding adalah:

- 1) Sebagai pemikul beban di atasnya.
- 2) Sebagai pembatas ruang mempunyai sifat privasi, indah dan bagus dalam skala, warna, tekstur, dapat dibuat trasparan, sebagai peredam terhadap bunyi baik dari dalam maupun luar.
- 3) Perlindungan terhadap gangguan dari luar (sinar matahari, isolasi terhadap suhu, hujan, kelembaban, hembusan angin dan gangguan dari luar lainnya).

b. Fungsi dinding dilihat dari nilai kenyamanan, kelayakan dan keamanan

- 1) Sebagai pemisah antar ruang (bersifat pribadi atau bersifat umum).

- 2) Sebagai penahan angin, hujan dan lain-lain yang bersumber dari alam.
 - 3) Sebagai pembatas dan penahan struktur (untuk fungsi tertentu seperti dinding, lift, reservoir, dan lain-lain)
 - 4) Sebagai penahan kebisingan.
 - 5) Sebagai penahan radiasi sinar atau zat-zat tertentu seperti pada ruangan radiologi, ruang operasi, laboratorium dan lain-lain
- c. Fungsi dinding dalam konstruksi
- 1) Dinding berfungsi sebagai pemikul, sebuah konstruksi harus kuat dan kokoh agar mampu menahan beban super struktur, beban sendiri maupun beban horizontal.
 - 2) Dinding berfungsi sebagai pembatas atau partisi, tidak perlu kokoh tetapi harus kaku sehingga dibutuhkan kolom penguat (kolom praktis).

3. Jenis dinding

Dinding merupakan salah satu elemen bangunan yang berfungsi memisahkan atau membentuk ruangan. Terdapat 3 jenis utama dinding yaitu:

- a. Dinding struktur adalah dinding bangunan merupakan dinding penahan beban vertikal dan beberapa momen lateral. digunakan untuk menopang atap dan sama sekali tidak menggunakan cor beton untuk konstruksinya 100% mengandalkan pasangan batu bata dan semen.
- b. Dinding non-struktur merupakan dinding yang menahan berat sendirinya dan mungkin beberapa beban lateral yang termasuk dalam dinding non-struktural adalah dinding penahan (*retaining wall*), dinding *basement*. Beberapa material dinding non-struktural diantaranya seperti batu bata, batako, bata ringan, kayu dan kaca.
- c. Dinding pembatas (*boundary*) dinding yang digunakan untuk pembatas lahan.

4. Macam-macam dinding

Dinding dapat dibuat dari bermacam-macam material atau bahan sesuai dengan kebutuhannya, contoh-contoh dinding adalah:

a. Dinding batu batuan

1) Dinding bata

Dinding bata merah terbuat dari tanah liat/ lempung yang dibakar. Pengerjaan dinding pasangan bata dan plesterannya harus sesuai dengan syarat-syarat yang ada, baik dari campuran plesterannya maupun teknik pengerjaannya.

2) Dinding batako

Batako merupakan batu buatan yang pembuatannya tidak dibakar, bahannya dari tras dan kapur, juga dengan sedikit semen *portland*. Pemakaiannya lebih hemat dalam beberapa segi, misalnya: per m² Luas tembok lebih sedikit jumlah batu yang dibutuhkan, sehingga kuantitatif terdapat penghematan. Bentuk batu batako yang bermacam-macam memungkinkan variasi-variasi yang cukup, dan jika kualitas batu batako baik, dinding batako tidak perlu diplester.

b. Dinding kayu

1) Dinding kayu

Konstruksi dinding seperti ini umumnya ditemui pada rumah-rumah tradisional di eropa timur. Terdiri dari susunan batang kayu bulat atau balok. Sistem konstruksi seperti ini tidak memerlukan rangka penguat/ pengikat lagi karena sudah merupakan dinding struktural.

2) Dinding papan

Dinding papan biasanya digunakan pada bangunan konstruksi rangka kayu. Papan digunakan untuk dinding eksterior maupun interior, dengan sistem pemasangan horizontal dan vertikal. Konstruksi papan dipaku/ diskrup pada rangka kayu horizontal dan vertikal dengan jarak sekitar 1 meter (panjang papan di

pasaran ± 2 m, tebal/ lebar beraneka ragam : 2/ 16, 2/20, 3/ 25, dll). Pemasangan dinding papan harus memperhatikan sambungan/ hubungan antar papan (tanpa celah) agar air hujan tidak masuk. Selain itu juga harus memperhatikan sifat kayu yang bisa mengalami muai dan susut.

3) Dinding sirap

Dinding sirap untuk bangunan kayu merupakan material yang paling baik dalam penyesuaian terhadap susut dan muai. Selain itu juga memberikan perlindungan yang baik terhadap iklim, tahan lama dan tidak membutuhkan perawatan. Konstruksi dinding sirap dapat dipaku (paku kepala datar ukuran 1") pada papan atau reng, dengan 2 – 4 lapis tergantung kualitas sirap. (panjang sirap $\pm 55 - 60$ cm).

c. Dinding batu alam

Dinding batu alam biasanya terbuat dari batu kali utuh atau pecahan batu cadas. Prinsip pemasangannya hampir sama dengan batu bata, dimana siar vertikal harus dipasang selang-seling. Untuk menyatukan batu diberi adukan (campuran 1 kapur : 1 tras untuk bagian dinding dibawah permukaan tanah, dan $\frac{1}{2}$ PC : 1 kapur : 6 pasir untuk bagian dinding di atas permukaan tanah). Dinding dari batu alam umumnya memiliki ketebalan min. 30 cm, sehingga sudah cukup kuat tanpa kolom praktis, hanya diperlukan.

d. Dinding beton

Dinding batu alam biasanya terbuat dari batu kali utuh atau pecahan batu cadas. Prinsip pemasangannya hampir sama dengan batu bata, dimana siar vertikal harus dipasang selang-seling. Dinding dari batu alam umumnya memiliki ketebalan min. 30 cm, sehingga sudah cukup kuat tanpa kolom praktis, hanya diperlukan.

Blok beton dapat digunakan untuk membuat dinding pengganti bata merah, namun karena bobot dari blok beton ini lebih berat dari bata merah maka akan berpengaruh pada besarnya struktur. Seiring

dengan majunya teknologi bahan bangunan, diciptakan bata ringan yang mempunyai kualitas lebih baik di bandingkan blok beton.

C. Serapan Air Batako

Pengujian serapan air pada batako bertujuan untuk mengetahui persen serapan air pada batako, proses pengujian serapan air dilakukan dengan cara batako di rendam selama 24 jam kemudian di keluarkan dan dilap dengan kain sampai airnya tidak menetes lagi kemudian timbang (A), setelah itu masukkan batako kedalam oven dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam kemudian timbang berat batako (B),

Selisih berat batako tidak lebih dari 0,2%. menurut SNI 03-0349-1989 serapan air dihitung dengan rumus

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

Dimana:

A = Selisih timbangan dalam keadaan basa (Kg)

B = Selisih timbangan dalam keadaan kering (Kg)

D. Kuat Tekan Batako

1. Kuat tekan batako

Kuat tekan adalah uji kekuatan bahan untuk menahan beban jika digunakan dalam konstruksi tertekan. Kuat tekan juga bisa didefinisikan sebagai daya tahan bahan terhadap gaya-gaya yang bekerja sejajar atau tegak lurus, yang sifatnya tekan.

Menurut Depkimpraswil (2002) Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebeani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Kuat tekan pada umumnya dipengaruhi oleh umur pasta semen, bahan yang digunakan dalam perbandingan campuran, cara mencampur serta suhu pengerasan. Pada umumnya persyaratan kuat tekan dapat ditentukan setelah berumur 28 hari. Adapun rumus yang digunakan pada perhitungan kuat tekan pasta semen. Pada dasarnya

terdapat 2 faktor yang sangat menentukan kuat tekan pasta yaitu berat semen dan *water cement ratio*.

Berdasarkan SNI-3-0349-1989, persyaratan kuat tekan minimum batako pejal sebagai bahan bangunan dinding dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Persyaratan Kuat Tekan Minimum Batako Pejal

Mutu	Kuat tekan minimum (Mpa)
I	9,7
II	6,7
III	3,7
IV	2

(Sumber: SNI-3-0349-1989)

Kuat tekan batako dianalogikan sama seperti kuat tekan beton, sehingga besarnya beban yang dapat ditahan oleh batako persatuan luas yang menyebabkan batako (benda uji) hancur karena gaya yang dihasilkan oleh mesin tekan dapat diartikan sebagai kuat tekan batako, dirumuskan sebagai berikut:

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

Dengan:

f_c' = Kuat Tekan (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Permukaan Benda Uji (Cm²)

Prinsip pengujian kuat tekan batako dengan alat mesin tekan adalah untuk mengukur besarnya beban yang dapat dipikul oleh satu satuan luas batako (benda uji) sampai benda uji itu hancur atau rusak. Masing-masing benda uji menghasilkan kuat tekan yang berbeda demikian pula untuk ukuran benda uji yang berbeda, akan menghasilkan kuat tekan yang berbeda pula. Nilai-nilai kekuatan tekan yang dihasilkan oleh sebuah mesin tekan merupakan angka-angka

nyata, jadi nilai-nilai kekuatan tekan tersebut hanya memberikan petunjuk mengenai mutu pasta semen keras.

Kuat-hancur dari batako dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain oleh perbandingan air-semen dan tingkat pemadatannya. Faktor-faktor penting lainnya yaitu:

- a. Jenis semen dan kualitasnya.
- b. Jenis dan lekak-lekuk bidang permukaan agregat.
- c. Efisiensi dari perawatan (*curing*). Kehilangan kekuatan sampai sekitar 40 persen dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya.
- d. Suhu, pada umumnya kecepatan pengerasan batako bertambah dengan bertambahnya suhu.
- e. Umur, pada keadaan yang normal kekuatan batako bertambah dengan umurnya. Pada awal dari hidrasi hanya berlangsung reaksi kimia pada bagian luar partikel semen. Maka partikel yang belum mengalami hidrasi terus menyerap air dari udara meskipun air pencampur telah kering. Proses kimia yang berkelanjutan ini secara berangsur-angsur meningkatkan kekuatan dan kepadatan batako, sebuah proses yang berkelanjutan sampai beberapa tahun. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen. Misalnya semen dengan kadar alumina yang tinggi menghasilkan batako yang kuat hancurnya pada 24 jam sama dengan semen Portland biasa pada 28 hari (Murdock, L.J., 1991).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa penambahan material cangkang kelapa sawit pada pembuatan batako, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dari proyek akhir ini:

1. Dari pengujian material pasir didapatkan hasil berat isi pasir 1382,26 gr/l, berat jenis pasir 3,3, daya serap air pada pasir 0,54%, kadar air yang terkandung pada pasir yang digunakan 2,53%, kadar lumpur yang terdapat pada pasir tersebut 2,27 dan angka keausan pada analisa ayak pasir yaitu 3,2034. Dengan demikian, pasir tersebut bisa digunakan untuk pembuatan batako karena masuk kedalam persyaratan material yang telah ditentukan.
2. Pada pembuatan batako dengan penambahan material cangkang sawit dibuat sebanyak 27 buah benda uji dengan persentasi cangkang sawit yang bervariasi yaitu 10%, 20% dan 30% masing-masing variasi penambahan cangkang sawit dibuat benda uji sebanyak 9 buah dengan campuran 1 : 3, faktor air semen (Fas) yang digunakan 0,4. Berat semen yang digunakan untuk 9 benda uji yaitu 4,5 kg, pasir dari masing-masing variasi cangkang sawit yaitu 10% 12,8 kg, 20% 11,3 kg dan 30% 9,9 kg. Cangkang sawit yang digunakan dari masing-masing variasi campuran cangkang yaitu 10% 1,4 kg, 20% 2,8 kg, dan 30% 9,9 kg.
3. Daya serap dari batako untuk batako normal 0,12%, 10% cangkang sawit 0,13%, 20% cangkang sawit 0,13% dan 30% cangkang sawit 0,14% masuk dalam standar SNI 03-0349-1989 berkisar 0,2%
4. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan batako dengan penambahan material cangkang kelapa sawit kuat tekan yang dihasilkan pada umur 3 hari dengan variasi 10% yaitu 3,15 MPa, variasi 20% yaitu 4,78 MPa, variasi 30% yaitu 6,35 MPa. Pada umur 7 hari dengan variasi

10% yaitu 2,81 MPa, variasi 20% yaitu 4,40 MPa, variasi 30% yaitu 4,26 MPa. Pada umur 28 hari variasi 10% yaitu 3,89 MPa, variasi 20% yaitu 3,54 MPa, variasi 30% yaitu 2,57 MPa.

5. Batako normal menghasilkan kuat tekan 3,22 MPa pada umur 7 hari dan masuk dalam kuat tekan batako mutu kelas IV. Batako dengan campuran cangkang kelapa sawit 10% menghasilkan kuat tekan yang bagus yaitu 3.89 MPa pada umur 28 hari sesuai dengan standar kuat tekan batako mutu kelas III menurut SNI 03-0349-1989, untuk batako dengan variasi campuran cangkang kelapa sawit 20% dan 30% tidak sesuai dengan standar kuat tekan batako dengan mutu kelas III.

B. Saran

Dalam penyelesaian proyek akhir ini penulis merasa masih banyak kekurangan disebabkan karena keterbatasan peralatan, dana dan waktu. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar lebih mempertimbangkan hal-hal berikut:

1. Dalam pembuatan benda uji hendaknya memperhatikan faktor luar yang mempengaruhi kuat tekan seperti ketelitian dalam penimbangan bahan untuk campuran beton, pelaksanaan pembuatan benda uji, pemadatan dan perawatan beton.
2. Jaga keselamatan kerja dan kebersihan pada saat bekerja maupun peralatan laboratorium yang digunakan.
3. Untuk hasil dari batako yang di buat setelah diuji kuat tekan batako campuran sawit 10% bisa digunakan untuk dinding rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Manap, dkk. 1987. Analisis Batako dan Genteng Semen sebagai Bahan Murah di DIY. Laporan Penelitian. Yogyakarta: Lembaga Penelitian IKIP Yogyakarta.
- Anonim (1989).Bata Beton Untuk Pasangan Dinding(SNI 03-0349-1989). Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding (SNI 03-0349-1989)*, BSN, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1982. Peraturan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982). Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan: Bandung
- Depkimpraswil (2002), Pedoman Petunjuk Teknik dan Manual Bagian 5 Volume I Air Minum Perdesaan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta
- Fauzi, Yan, dkk. 2007. Kelapa Sawit. Jakarta: Penebar Swadaya
- Fitriyani. 2010. Pengaruh abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan Pada Pembuatan Batako. Skripsi. Departemen Fisika FMIPA: Universitas Sumatera utara
- G. Rani, Iskandar. 2009. *Teknologi Beton*. Padang: UNP Press
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi
- Murdock. L. J, Brook K. M, Hindarko S. 1999. *Bahan dan Praktek Beton Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga
- Nurhayati Tjutju, Desviana, Sofyan Kurnia. 2005. Tempurung Kelapa Sawit (TKS) Sebagai Bahan Baku Alternatif untuk Produksi Arang Terpadu dengan Pyrolegneous/Asap Cair. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Pusoko Prapto. 1997. *Pemanfaatan Pasir Laut untuk Keperluan Bahan Bangunan (Pembuatan Batako)*. Laporan Penelitian. Yogyakarta: Lembaga Penelitian IKIP Yogyakarta.
- SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Surabaya: ITS Press.
- Supribadi. 1986. *Ilmu Bangunan Gedung*. Bandung: Armicho