

LAPORAN PENELITIAN SDPF

"STEARAFOAM AS ALTERNATIVE CONSTRUCTION OF WALL FOR THE BUILDING"

DISUSUN

OLEH :

- 1. Ir. MULKAN YAHYA, MS,c**
- 2. MHD. RISJON MUNTHE, ST**



**UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ARSITEKTUR
2004**

LAPORAN PENELITIAN SDPF

**"STEARAFOAM AS ALTERNATIVE CONSTRUCTION
OF WALL FOR THE BUILDING"**



DISUSUN

OLEH :

- 1. Ir. MULKAN YAHYA, MS,c**
- 2. MHD. RISJON MUNTHE, ST**



**UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ARSITEKTUR
2004**

DAFTAR ISI

Daftar Isi.....	i
Abstrak.....	iv
Daftar Gambar.....	v
Daftar Foto.....	vi
 BAB I. PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pengertian Judul.....	3
1.3. Maksud dan Tujuan Pembahasan.....	4
1.3.1. Maksud Pembahasan	4
1.3.2. Tujuan Pembahasa.....	5
1.3.3. Hipotesa.....	6
1.4. Pokok Pembahasan.....	6
1.5. Lingkup Pembahasan dan Batasan.....	7
1.6. Metode Pembahasan.....	8
1.7. Sistematika pembahasan.....	9
1.8. Metodologi Pembahasan.....	10
 BAB II. TINJAUAN TERHADAP FERROCEMENT.....	 11
II.1. Tinjauan Umum	11
II.1.1. Sejarah dan Penggunaannya.....	11
II.1.2. Definisi Dan Pengertian ferrocement.....	15
II.1.3. Negara-negara yang Menggunakan Ferrocement.....	18
II.1.4. Penerapan Ferrocement Di Indonesia.....	20
II.2. Bahan-bahan yang Digunakan.....	22
II.1.5. Hasil-hasil dari Ferrocement.....	29
II.2. Tinjauan Khusus.....	32

II.2.1. Ferrocement Ditinjau dari Segi Bahan.....	32
II.2.2. Ferrocement Ditinjau dari Segi Fungsi.....	34
II.2.3. Ferrocement Ditinjau dari Segi Efisien Waktu.....	34
II.2.4. Ferrocement Ditinjau dari Segi Kekuatan.....	35
 BAB III. PEMBAHASAN MASALAH.....	38
III.1. Alternatif Pemasangan.....	38
III.1.1. Sistem Pemasangan Sterarafoam Ferrocemet Langsung.....	39
III.1.2. Sistem Pemasangan Panel Stearafoam atau Lempengan.....	42
III.1.3. Pemilihan Sistem Pemasangan.....	43
III.2. Metode Pembuatan Panel Stearafoam.....	44
III.3. Modul Ukuran Lempengan atau Panel Stearafoam.....	45
III.3.1. Gambar Lempengan Panel Stearafoam Ferrocement Ukuran 250 cm x 100 cm.....	46
III.3.2. Gambar Lempengan Panel Stearafoam Ferrocement Ukuran 250 cm x 50 cm.....	47
III.3.3. Gambar Lempengan Panel Stearafoam Ferrocement Ukuran 100 cm x 50 cm.....	48
III.3.4. Gambar Lempengan Panel Stearafoam Ferrocement Ukuran 50 cm x 50 cm.....	49
III.4. Sistem Pemasangan Panel atau Lempengan Stearafoam.....	50
III.4.1. Ikatan Lempengan terhadap Pondasi.....	50
III.4.2. Ikatan Lempengan terhadap Kolom.....	51
III.4.3. Ikatan Lempengan terhadap Ring Balok.....	52
III.4.4. Ikatan antarLempengan Panel.....	53
III.4.5. Ikatan Lempengan terhadap Kosen.....	54
III.5. Prakiraan Perbandingan Harga Panel Stearafoam Ferrocement dengan Pasangan Bata	55
III.5.1. Harga Ferrocement per 2,5 m2	55
III.5.2. Harga Pasangan Bata per 2,5 m2.....	56

III.5.3. Prosentase Perbandingan Harga.....	56
BAB IV. DASAR PERENCANAAN.....	57
IV.1. Penerapan pada Hunian.....	57
IV.2. Bentuk Hunian.....	58
IV.3. Manfaat Penerapan	65
IV.4. Pihak-pihak yang Terkait.....	66
BAB V. PENUTUP.....	67
V.1. Kesimpulan.....	67
V.2. Penutup.....	67
V.3. Daftar Pustaka	70

ABSTRAK

Penelitian tentang “**STEARAFOAM AS ALTERNATIVE CONSTRUCTION OF WALL FOR THE BUILDING**” yang dilakukan ini dengan menggunakan teknologi FERROCEMENT. Dan kajian tentang ferrocement juga dilakukan untuk dasar pendukung kajian ini.

Ferrocement adalah semacam konstruksi beton bertulang yang umumnya digunakan sebagai kolom, lantai, dinding, kulit bangunan, dan atap. Namun ada keterbatasan kemampuan bahan ini terutama jika digunakan untuk elemen pendukung beban langsung bangunan gedung (kolom, balok). Analisis didasarkan atas studi banding antara bangunan gedung MPR/DPR dan gedung YTKI, dapat disimpulkan bahwa penggunaan ferrocement dapat efektif dan efisien jika digunakan sesuai karakteristiknya, yaitu untuk bangunan bertingkat rendah dan bangunan bentang panjang serta untuk elemen kulit bangunan.

Beberapa perbedaan dan persamaan antara ferrocement dan beton bertulang standar telah diungkapkan bukan berarti ferrocement dapat langsung menggantikan kolom, balok, dan slab beton bertulang. Pada umumnya, kelemahan ferrocement dibandingkan dengan beton bertulang standar adalah pada aspek "penerimaan beban langsung". Untuk memanfaatkan ferrocement sebagai pengganti bahan beton bertulang dalam penggunaan struktur, masih diperlukan pertimbangan lain yaitu aspek ekonomi bangunan (building ecomics).

Penggunaan bahan ferrocement untuk bahan dinding struktural penerima beban/bearing wall, dianjurkan mempergunakan metode perkuatan dinding rusuk/grid slash wall.

V.4. DAFTAR GAMBAR

1. Gambar Jaring Hexagon (segi enam).
2. Gambar Jaring Kimpal.
3. Gambar Jaring Anyaman.
4. Gambar Jaring Logam Melebar.
5. Gambar Kerangka Dinding Utama.
6. Gambar Kolom Pembantu.
7. Gambar Balok Horizontal dan Vertikal.
8. Gambar Lempengan Panel Ferrocement berukuran 250 cm x 100 cm.
9. Gambar Lempengan Panel Ferrocement berukuran 250 cm x 50 cm.
10. Gambar Lempengan Panel Ferrocement berukuran 100 cm x 50 cm.
11. Gambar Lempengan Panel Ferrocement berukuran 50 cm x 50 cm.
12. Gambar Ikatan Lempengan terhadap Pondasi.
13. Gambar Ikatan Lempengan terhadap Kolom.
14. Gambar Ikatan Lempengan terhadap Ring Balok.
15. Gambar Ikatan Lempengan antarLempengan Panel.
16. Gambar Ikatan Lempengan terhadap Kozen.
17. Gambar Denah Hunian.
18. Gambar Tampak Hunian.
19. Gambar Potongan Hunian.
20. Gambar Perspektif.

V.5. DAFTAR FOTO

1. Foto Sistem Pembuatan Panel.
2. Foto Pengikatan Jaring Hexagon terhadap Sterafoam.
3. Foto Kebutuhan Pekerjaan Ferrocement.
4. Foto Pengukuran Bentang Pengisi Sterafoam.
5. Foto Sterafoam sebagai Bahan Pengisi.
6. Foto Ikatan Rangka Ruang pada Isian Panel.
7. Foto Detail Jaring Hexagon sebagai Tulangan.
8. Foto Jaring Hexagon menjepit Sterafoam.
9. Foto Pelapisan Spesi pada Sterafoam.
10. Foto Penghalusan Lapisan Ferrocement.
11. Foto Panel Ferrocement Sterafoam.
12. Foto Panel Ferrocement yang telah selesai.
13. Foto Panel Ferrocement dengan Pengisi.
14. Foto Panel Ferrocement dalam Pengeringan.
15. Foto Bahan-bahan Alternatif Pengisi.
16. Foto Detail Bahan Pengisi.
17. Foto Panel Ferrocement dalam keikutsertaannya pada DEMOTEK Nasional IV.
18. Foto Rumah Instant dalam DEMOTEK Nasional IV.
19. Foto Kolom-kolom Pengikat Panel pada DEMOTEK Nasional IV.
20. Foto Gubsu, Bapak T.Rizal Nurdin dalam Pembangunan Rumah Instant.

BAB I PENDAHULUAN

II. LATAR BELAKANG

Dalam merancang bangunan gedung, para perancang memilih beberapa pertimbangan untuk memilih dan menentukan bahan bangunannya.

Beberapa faktor pertimbangan tersebut, yaitu :

- Faktor teknis (penyesuaian antara bahan dan bentuk rancangan, karakter atau sifat bahan).

- Faktor ekonomi (kemudahan atau biaya).

- Faktor lingkungan (kemudahan atau biaya).

Salah satu bahan bangunan tersebut adalah ferrocement yang merupakan bahan bangunan praktis, karena dapat memenuhi kebutuhan fungsi sistem struktur, mempermudah dan mempercepat proses konstruksi di lapangan. Bahan ferrocement

adalah salah satu alternatif yang lebih efektif dan efisien. Salah satu alternatif yang lebih efektif dan efisien adalah ferrocement.

Salah satu bahan bangunan tersebut adalah ferrocement yang merupakan bahan bangunan praktis, karena dapat memenuhi kebutuhan fungsi sistem struktur, mempermudah dan mempercepat proses konstruksi di lapangan. Bahan ferrocement

adalah salah satu alternatif yang lebih efektif dan efisien. Salah satu alternatif yang lebih efektif dan efisien adalah ferrocement.

Salah satu bahan bangunan tersebut adalah ferrocement yang merupakan bahan bangunan praktis, karena dapat memenuhi kebutuhan fungsi sistem struktur, mempermudah dan mempercepat proses konstruksi di lapangan. Bahan ferrocement

adalah salah satu alternatif yang lebih efektif dan efisien. Salah satu alternatif yang lebih efektif dan efisien adalah ferrocement.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Dalam merancang bangunan gedung, para perancang memiliki beberapa pertimbangan untuk memilih dan menentukan bahan bangunannya.

Beberapa faktor pertimbangan tersebut, yaitu :

- Faktor teknis (penyesuaian antara bahan dan bentuk rancangan, karakter atau sifat bahan).
- Faktor ekonomis (keuntungan dan kerugian penerapan bahan).
- Faktor lingkungan (kemudahan perolehan bahan).

Oleh karena itu, perancang harus mengetahui dan memahami bahan bangunan sebagai elemen penunjang. Selama ini, bahan bangunan yang lazim digunakan adalah bahan batu, kayu, beton bertulang, baja, polimer/plastik atau komposit. Dengan makin terbatasnya Sumber Daya Alam dan tingginya biaya produksi suatu bahan sudah saatnya dikembangkan bahan bangunan alternatif yang lebih efektif dan efisien dari segi teknis, ekonomis, dan lingkungan dan salah satunya adalah membuat dinding bangunan dari bahan stearafoam yang masih jarang dilakukan di Indonesia yang juga merupakan salah satu dari teknologi ferrocement.

Salah satu bahan bangunan tersebut adalah ferrocement yang merupakan bahan bangunan praktis, karena dapat memenuhi kebutuhan fungsi sistem struktur, mempermudah dan mempercepat proses konstruksi di lapangan. Bahan ferrocement

ditemukan pertama kali oleh Joseph Loeis Lambot dari Perancis pada tahun 1945, kemudian dikembangkan oleh seorang Arsitek Itali, Prof. Pier Luigi Nervi, sejak tahun 1947. Pada saat ini, ferrocement dapat dipergunakan untuk kebutuhan bangunan dan gedung/perumahan, sarana maritim, sarana pertanian, sarana sanitasi, dan penyediaan air dan kebutuhan lainnya.

Walaupun di dunia (termasuk Indonesia) telah banyak bangunan gedung yang memanfaatkan bahan ini, namun sampai saat sekarang belum sepopuler bahan beton bertulang dan baja. Dalam tulisan ini, akan dikaji mengenai konstribusi penggunaan ferrocement dalam penggunaannya sebagai bahan pada bangunan gedung.

Terjadinya krisis di Indonesia yang mempengaruhi hal akan kebutuhan hunian sebagai kebutuhan pokok, yang telah membawa kesulitan tersendiri dalam usahanya memenuhi kebutuhan hunian tersebut.

Pesatnya perkembangan populasi manusia sebagai penduduk yang semakin modern juga berpengaruh dengan penurunan daya beli mereka akan hunian. Dimana harga-harga perangkat material semakin meninggi.

Dari fenomena yang terjadi di atas, diamati bahwa cikal bakal permasalahan hunian pada umumnya disebabkan oleh faktor penambahan penduduk maupun perubahan dan perkembangan masyarakatnya. Implikasi yang muncul adalah dengan meningkatnya kebutuhan hunian untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Kecenderungan akan penurunan kualitas perumahan atau hunian disebabkan oleh kurangnya motivasi dan kemampuan dalam mengembangkan jenis-jenis bahan bangunan yang digunakan. Salah satu kendala yang dihadapi masyarakat / penghuni

adalah hal yang menyangkut kebutuhan dana, tempat yang baik, dan juga sehat. Hunian merupakan salah satu kebutuhan primer manusia dalam melakukan kegiatan dan aktifitas sehari-hari baik tempat berlindung maupun tempat istirahat.

Pada kenyataan sekarang telah banyak berdiri bangunan hunian, perumahan-perumahan, yang kondisinya sudah baik ataupun yang masih di bawah standart hunian. Banyak sekali permasalahan yang terjadi pada hunian untuk saat ini seperti harga tanah mahal, harga material tinggi dan sebagainya. Ini semua berdampak pada sistem tatanan kehidupan sosial dan aktifitas masyarakat sehari-hari, khusus bagi pengguna (konsumen) dan usaha produksi hunian (developer) pada umumnya.

Sangat perlu sekali menciptakan hunian yang harmonis, ekonomis, serasi, aman, dan kenyamanan, serta ketertiban, dapat tercipta dengan baik karena hunian adalah fasilitas yang utama guna memenuhi aktivitas kebutuhan.

1.2. Pengertian Judul

Pengertian judul merupakan pengertian yang diambil berdasarkan “therminologi” atau makna-makna yang terdapat dalam kamus, adapun pengertian judul tersebut adalah sebagai berikut :

Stearafoam : Bahan alternatif/tambahan dari busa.

As (sebagai) : Kata yang menyertai sebuah maksud.

Alternatif : Sebuah sistem atau metode lain..

Construction(konstruksi):Struktur konstruksi dari bangunan dalam hal pembuatannya.

Of (dari) : Kata yang menyertai penyambungan.

Wall (dinding) : Konstruksi untuk menyekat ruang ataupun pembatas ruang.
For (untuk) : Kata menyatakan maksud/tujuan.
The : Kata tambahan.
Building (bangunan) : Sebuah struktur yang berfungsi untuk hunian dan dapat di
manfaatkan kegunaannya.

Berdasarkan therminologi di atas dapat diambil kesimpulan bahwa
“Stearafoam as alternative construction of wall for the building” adalah :
*Pemahaman dari suatu usaha lain (cara lain) yang dilaksanakan pada
konstruksi dinding hunian yaitu dari bahan stearafoam selain dari bahan batu
bata, kayu dan lainnya dengan penerapan konstruksi semen tipis yang diikat
dengan jejaring sebagai tulangan, untuk hunian sederhana.*

I.3. MAKSUD DAN TUJUAN PEMBAHASAN

I.3.1 Maksud Pembahasan

Maksud dari pembahasan stearafoam sebagai konstruksi alternatif pengganti
dinding bangunan ini, antara lain :

- Mengungkapkan dan memberikan solusi pada permasalahan-permasalahan yang sering terjadi akan kebutuhan hunian pada saat sekarang ini terutama pada dinding.
- Menggali dan memanfaatkan suatu metode dalam desain struktur yang mana nantinya akan berguna dalam kedisiplinan Ilmu Arsitektur.

- Mengetahui aturan-aturan dasar tentang struktur ferrocement dengan menggunakan stearafoam pada hunian sederhana.
- Meneliti dan mengkaji kedisiplinan Ilmu Arsitektur pada ilmu yang menyangkut tentang dinding ferrocement.
- Mengetahui dampak-dampak dinding ferrocement pada lingkungan saat ini.
- Sebagai harapan nantinya metode ini disosialisasikan kepada perencana dan penggunaan hunian.
- Tidak tertutup pula untuk menghimbau Pemerintah menggunakan sistem stearafoam ferrocement ini di dalam hal pemenuhan perumahan secara masal.

I.3.2. Tujuan Pembahasan

Tujuan pembahasan stearafoam sebagai konstruksi alternatif pengganti dinding bangunan ini, antara lain :

- Mengenal tentang model struktur dinding terhadap kajian teknologi dalam pemenuhan kebutuhan akan hunian.
- Menciptakan model struktur dinding dengan sistem yang lebih ekonomis, praktis, dan seefisien mungkin.
- Menciptakan suatu hunian yang sesuai dengan konsep-konsep Arsitektur maupun strukturnya.
- Menjadikan suatu objek hunian yang khas dan bernilai tinggi dengan mengikuti kemajuan zaman.

I.3.3. Hipotesa

Adapun hipotesa dari stearafoam sebagai konstruksi alternatif pengganti dinding bangunan ini adalah :

- Pelaksanaan suatu usaha menyangkut konstruksi dinding pada hunian.
- Sebagai pemenuhan terhadap kebutuhan akan hunian secara layak dan menusiawi serta memiliki nilai-nilai ekonomis, efisiensi, dan praktis.
- Untuk melaksanakan suatu metode struktur dengan konsep dasar menciptakan keamanan, kenyamanan lingkungan.
- Menciptakan sebuah hunian yang layak dan fasilitas penunjang yang sesuai dengan kemampuan daya beli masyarakat.
- Pembenahan hal-hal menyangkut hunian guna menunjang pihak dan instansi terkait dalam pembangunan hunian.
- Menyediakan fasilitas hunian yang sesuai dengan perilaku aktivitas penghuni.

I.4. POKOK PERMASALAHAN

Permasalahan hunian pada saat ini sangat memprihatinkan. Pemanfaatan efisiensi dari material harga bangunan sebagai masalah utama dan mengakibatkan kesulitan untuk merencanakan sebuah hunian sederhana.

Selain itu, pihak instansi terkait yang berkompeten dalam pembangunan hunian dan pengolahannya tidak mau tahu sampai dimana kemampuan daya beli masyarakat terhadap hunian. Sehingga mengakibatkan kelesuan dan kesulitan

tersendiri. Keberadaan para konsumen hunian akhirnya mendirikan bangunan hunian liar dengan alasan-alasan seperti di atas.

I.5. LINGKUP PEMBAHASAN DAN BATASAN

Mengingat permasalahan yang timbul dalam seminar ini sangat kompleks dan permasalahan hunian sangat global, maka lingkup pembahasan batasan masalahnya dibatasi pada dua lingkup pembahasan, yaitu :

I.5.1. Lingkup Batasan dan Batasan Teknis

- Sesuai dengan sasaran akhir yang dicapai, maka pembahasan dilakukan sebatas masalah sejarah struktur ferrocement.
- Klasifikasi struktur dalam peranan dan fungsi terhadap hunian.
- Kompleksitas struktur hunian sederhana.
- Sistem pengelolaannya dan eksperimen (penelitian).

I.5.2. Lingkup Pembahasan Kegiatan

- Pembahasan terhadap persoalan yang umum terjadi pada struktur hunian sederhana.
- Lingkup pengelompokkan kepada bahan dan efisiensinya.
- Pola pelaksanaan struktur pada hunian sederhana menyangkut daya ekonomis masyarakat.

Maka dari itu, batasan permasalahan mengenai penelitian ini yang berjudul **“stearafoam sebagai konstruksi alternatif pengganti dinding bangunan”** hanya meliputi :

A. Struktur ferrocement stearafoam sebagai dinding.

- B. Model panel ferrocement stearafoam.
- C. Efisiensi bahan (bahan yang diperlukan dalam pelaksanaan ferrocement).
- D. Uji kekuatan dan kelayakannya.
- E. Draft anggaran biaya pada ferrocement stearafoam menyangkut batasan hunian.

I.6. METODE PEMBAHASAN

Metode Pembahasan yang digunakan dalam mencapai tujuan antara lain :

I.6.1. Metode Pengumpulan Data

- **Studi Literatur**

Studi literatur yaitu untuk mengetahui teori-teori serta mendapatkan suatu standarisasi perencanaan struktur, antara lain :

- Buku-buku catatan kuliah.
- Surat kabar dan majalah.
- Bahan-bahan bacaan yang masih ada relevansinya terhadap struktur, dan penulisannya.

- **Studi aktual / lapangan.**

- Hasil-hasil pertanyaan.
- Hasil wawancara.
- Hasil survey (pada pameran INOTEK 2002).
- Hasil penelitian yang dilakukan.

1.6.2. Metode Analisa

Menyesuaikan antara data yang diperoleh dari lapangan dengan data-data yang diperoleh dari literatur, yang diharapkan dapat menghasilkan kriteria-kriteria pembahasan dalam perencanaan struktur hunian.

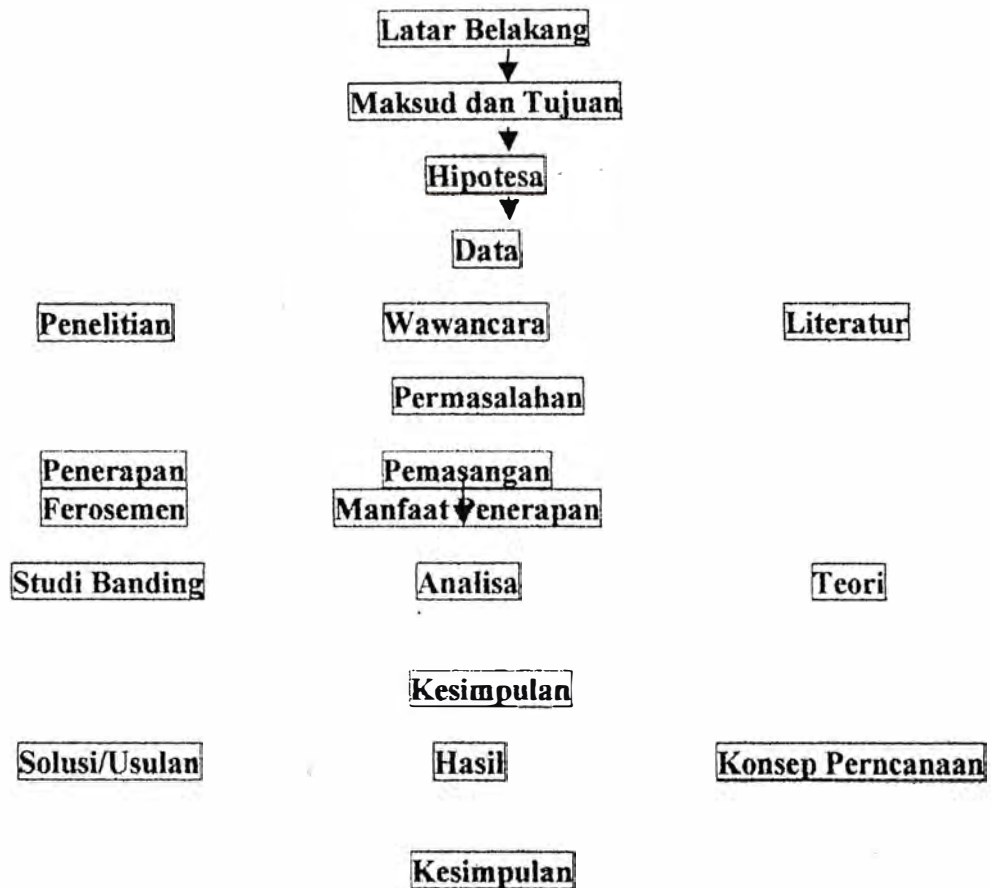
1.7. SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Untuk mempermudah pemahaman atas isi pembahasan, maka sistematika penulisan secara garis besar melalui bab-bab sebagai berikut :

- Bab I** : Merupakan bagian pendahuluan tentang latar belakang, pengertian judul dari proyek, tujuan dan sasaran serta permasalahan. Metodologi pembahasan dan sistematika pembahasan.
- Bab II** : Tinjauan struktur hunian yang meliputi tinjauan khusus dan tinjauan umum juga sejarah struktur ferrocement.
- Bab III** : Analisa permasalahan.
- Bab IV** : Konsep dasar perencanaan struktur ferrocement pada konstruksi dinding pada hunian sederhana.
- Bab V** : Penutup berupa kesimpulan dan saran

I.8. METODOLOGI PEMBAHASAN

Adapun metodologi pembahasan pada judul ferrocement sebagai alternatif pengganti dinding bata pada hunian sederhana adalah sebagai berikut :



BAB II

TINJAUAN TERHADAP PERNOCEMENT

II.1. TINJAUAN UMUM

II.1.1. Sejarah dan pengembangannya.

Sejarah perkembangan sejarah dan perkembangan yang

1. Periode Awal Perumahan (1875-1945)

Sejarah perumahan di Indonesia yang sangat panjang dan

berkembang pesat, terutama pada masa kemerdekaan.

Sebelum kemerdekaan, perumahan di Indonesia masih sangat

perumahan yang sederhana dan belum ada perencanaan yang

yang ada, terutama pada masa sebelum kemerdekaan.

perumahan yang sederhana dan belum ada perencanaan yang

akademik, terutama pada masa sebelum kemerdekaan.

mempertahankan status quo yang ada.

Perumahan yang sederhana dan belum ada perencanaan yang

dibangun dari awal, terutama pada masa sebelum kemerdekaan.

jangka pendek, yang integrasi dengan aspek lain yang berkaitan

Hasilnya merupakan perumahan yang sederhana dan belum ada

berkembang, terutama pada masa sebelum kemerdekaan.

dan ada perkembangan yang ada, terutama pada masa sebelum

dan berkembang pesat, terutama pada masa sebelum kemerdekaan.



BAB II

TINJAUAN TERHADAP FERROCEMENT

II.1. TINJAUAN UMUM

II.1.1. Sejarah dan penggunaannya.

Sejarah ferrocement terbagi atas tiga periode, yaitu :

1. Periode Awal Penemuan (1835-1940)

Sejarah ferrocement sebagai bahan konstruksi dimulai saat dikenalnya beton bertulang sebagai bahan konstruksi di sekitar abad 19 (tahun 1845), oleh seorang tuan tanah Perancis bernama Joseph Loeis Lambot. Beliau membuat beberapa perahu dayung, pot bunga, tempat duduk, dan barang-barang lainnya dari bahan yang disebut ferrocement. Karyanya mendapat patent pada tahun 1852. Salah satu perahu yang dibuat Lambot masih berada di Museum Brignoles, Perancis dengan ukuran, panjang 3,66 m, lebar 1,12 m. dan ketebalan 25 s/d 38 mm, dengan mempergunakan tulangan kawat jala-jala.

Ferrocement dapat dikategorikan sebagai bahan komposit yang sangat indah, dibentuk dari semen adukan dan lapisan kawat jala atau besi jala yang bergaris tengah kecil, saling mengikatn dengan rapat dan menciptakan bentuk yangt kakau. Hasilnya menunjukkan perilaku yang berbeda jika dibandingkan dengan beton bertulang, terutama dalam aspek kekuatan dan variasi penerapannya. Deengan demikian ferrocement harus diklasifikasikan sebagai bahan yang berbeda dengan beton walaupun tampaknya menyerupai beton bertulang.

Dasar pemikiran mengenai ferrocement, bahwa bagian beton dapat menerima regangan yang cukup besar disekitar tulangan yang tergantung pada penyebaran dan pembagian tulangan(pola penulangannya). Struktur bahan ferrocement mempunyai keuntungan dalam proses keseluruhan pembuatan produk maupun komponennya, serta mudah dibentuk dalam kesatuan konstruksi secara keseluruhan.

2. Periode Pengembangan (1940 - 1977)

Awal tahun 1940-an, seorang Arsitek Italia terkemuka Prof. Pier Luigi Nervi, membangkitkan kembali pemikiran mengenai ferrocement dari Mr. Lambot. Saat itu menemukan sistem penulangan beton dengan lapisan/jaringan kawat jala, yang menghasilkan bahan dengan sifat mekanis setara bahan homogen. Dari beberapa percobaan /penelitian terapan yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa sifat-sifat dasar ferrocement mempunyai ketahanan terhadap beban impact yang tinggi.

Seusai Perang Dunia Kedua, Nervi mengembangkan ferrocement untuk konstruksi bangunan, beliau bekerja dan memperdalam bidang beton bertulang pada the Societa per Cotnizioni Comentizie sampai tahun 1920. Melalui biro konsultan Nervi e Nebbiosi menghasilkan beberapa hasil karya yang terkenal antara lain : The Florence Municipal Stadium (1932), Rome Airplane Hangar (1943), Olympic Stadium Rome (1960). Selain mengajar di University of Rome dalam bidang Technology and Construction Technique, ia juga menjadi anggota CIAM (The

International Congresses of Modern Architecture), selain bangunan arsitektur tahun 1974 Nervi juga membuat gedung penyimpanan ukuran kecil dari ferrocement.

Angkatan laut Italia menggunakan ferrocement sebagai bahan peralatan maritim. Saat itu dibuat juga sejumlah kapal dari bahan ferrocement. Bahan ini juga digunakan pada atap kolam renang pada Akademi Angkatan Laut Italia dengan bentangan 15 meter dan kemudian sistem atap pada bangunan pameran di Turin yang mempunyai bentangan 91 meter. Studi dan penerapan ferrocement semakin menonjol terutam pada tahun 1980-an, sehingga digunakan pada terapan yang lebih luas di beberapa bangunan gedung.

3. Periode Pemanfaatan (1977 sampai saat ini)

Dalam tahun 1977, American Concrete Institute (ACI) mendirikan komite 549 untuk mengembangkan ferrocement dengan tujuan sebagai berikut : "Mempelajari dan melaporkan sifat teknis, pelaksanaan konstruksi dan terapan praktis dari Ferrocement dan bahan yang serupa, kemudian mengembangkan standar dan petunjuk konstruksi ferrocement".

Mulai saat ini ferrocement dapat diterima sebagai bahan untuk terapan struktur dan konstruksi. Pada periode ini penggunaan ferrocement sudah dikembangkan secara luas, baik sebagai bahan non bangunan (kapal, sanitasi dan pengairan, prasarana pertanian), juga sebagai bahan bangunan gedung (perumahan, bangunan bentang lebar, dan bangunan bertingkat rendah).

Dalam perjalanannya, penggunaan adukan batu kapur, gipsum, dan adukan semen pertama kali diperkenalkan sejak 3000 SM. Secara umum adukan-adukan

tersebut dipakai sebagai dinding-dinding blok dari batu bata, yang penggunaannya sebagai spesi untuk menyusun bata, dengan kata lain sebagai perekat batu bata. Dari awal sampai sekarang, model adukan tersebut secara luas dipergunakan sebagai suatu bahan beton terutana adukan semen.

Pada awal penggunaan, beton dianggap suatu bahan yang juga bermanfaat, walaupun konsep pengisian besi kedalam beton sebagai pengikat, sekaligus sebagai tulangan yang dapat memberikan daya tegang (kekuatan). Konsep ini hanya berlaku sampai pertengahan abad kesembilan belas. Souflot telah melakukan penanaman tulangan besi ke dalam adukan spesi sebagai penyambung (ikatan). Percobaan ini telah melunturkan kejayaan model tersebut akibat pengaratan yang terjadi pada tulangan besi dan tekanan yang disebabkan oleh pengembangan daya tegangnya, sehingga menyebabkan keretakan pada bahagian ikatan tersebut. Walau begitu, aturan-aturan dan teori yang telah dilakukan membuka jalan kepada penemuan yang lebih berarti dalam sektor modul pengerjaannya dan lebih dikenal sebagai beton bertulang.

Kajian awal Lambot juga merupakan akselerasi yang begitu menarik karena kita dapat mengetahui salah satu penggunaan beton bertulang dalam bentuk sebagai Ferrocement. Berikut ini satu petikan dari hak patennya mengenai kapal bertulang jaring kawat yang diterbitkan pada tahun 1947 dan diterjemahkan dari bahasa Perancis ; *Daya cipta saya menunjukkan satu hasil karya baru menggantikan balok kayu, yaitu bahan yang berbahaya apabila basah, misalnya kayu meranti, dan lain-lainnya. Bahan baru ini mengandung jaringan logam kawat yang disambung-sambungkan dalam bentuk anyaman yang mudah diubah bentuknya. Saya*

menghasilkan jaringan ini untuk suatu bentuk yang memuaskan, seperti yang ingin saya buat, kemudian saya meletakkannya ke dalam semen hidrolis, [cassie, 1967,128]. Hasil dari produk ini adalah merupakan awal beton bertulang ringan.

Beton bertulang untuk pembuatan kapal dimulai pada masa perang dunia pertama, oleh karena disebabkan kekurangan plat besi bahan pembuat kapal dicari alternatif lain. Pada awal 1940-an Pier Luigi Nervi menggunakan kembali konsep ferrocement yang berasal dari perubahan penyesuaian beton bertulang dengan lapisan pengganti kawat dan menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat-sifat mekanik untuk keseragaman bahan sebagai upaya pengurangan tekanan modul, bagi beton bertulang yang lebih mudah dibentuk, elastis dan kuat.

Setelah Perang Dunia II, Nervi menunjukkan penggunaan ferrocement sebagai bahan pembuatan kapal. Perusahaannya telah membuat kapal layar yang diberi nama 'Irene' seberat 165 ton dengan ketebalan dinding pada kapal keseluruhannya 36 mm. Dari sinilah awal penggunaan ferrocement sebagai bahan yang berpotensi dalam industri perkapalan.

II.1.2. Defenisi dan Pengertian ferrocement

Defenisi ferrocement ,menurut New Webster Dictionary, yaitu :

Ferro (Latin ; ferrum) : a prefix in various words naming substances that contain iron as from compounds with this metal.

Cement (Latin ; cementum) : a kind of mortar consisting of those hydraulic limes which contain silica and therefore set quickly.

Defenisi ferrocement menurut Ensiklopedi Indonesia, yaitu :

Ferro : dalam Ilmu Kimia merupakan imbuhan yang menunjukkan persenyawaan besi, sedangkan dalam istilah teknik, ferro merupakan istilah umum untuk menunjukkan komponen besi dalam bahan-bahan logam leburan.

Cement : hasil pemanasan batu kapur, tanah liat, dan gips dalam tanur yang berputar. Ditemui sejak zaman Romawi, untuk membangun pelabuhan. Kemudian dikenal dengan nama Roman Cement, yang komposisinya dibuat pertama kali oleh James Parker, tahun 1796.

Dalam tulisan ini, definisi baku ferrocement diambil dari diskusi ACI (American Concrete Institute) Komite 549, yang merupakan kesepakatan dan dapat diterima oleh kaum profesional di dunia rekayasa teknik, sebagai berikut :

Ferrocement adalah semacam konstruksi beton bertulang, lapis, dimana biasanya semen hydraulis ditulangi dengan lapisan-lapisan/jaring jala, yang bergaris tengah kecil dan menerus. Lapisan jala dapat dibuat dari bahan metal atau bahan substitusi lain yang cocok digunakan (bambu, rotan, dll).

Ferrocement didefinisikan sebagai nama yang digunakan untuk menguraikan jenis bahan buatan campuran, yang terdiri daripada adukan semen tipis dan diperkuat dengan tulangan berbentuk jaring-jaring dalam berbagai lapisan.

Secara umum, ferosemen ialah sejenis beton bertulang yang mempunyai komposisi semen, agregat yang dicampurkan dengan kawat halus yang mana dari segi sejarahnya diciptakan khusus bagi penggunaan struktur penampang tipis. Sehingga definisinya bergantung pada berbagai lapisan tulangan. Tulangan berfungsi sebagai penyokong struktur pada beton tersebut.

Walau begitu kajian yang dibuat dapat menghasilkan suatu bahan baru yang dihasilkan melalui penggunaan kawat dengan daya tegangan yang tinggi. Dalam campuran adukan semen ini menghasilkan ciri-ciri kekuatan yang lebih baik dibanding dengan jaring kawat yang berlapis.

Selain kekuatannya terhadap lenturan, ferrocement mudah diubah bentuk dan kekuatannya juga dapat dihitung dengan tepat. Ciri ferrocement ini adalah sama dengan struktur bertulang, dari segi kekuatan dan kemampuannya.

Umumnya diketahui bahwa kekuatan beton bertambah tinggi 20 tahun pertama melalui perawatan yang terus menerus.

Ferrocement ini adalah sejenis bahan yang dapat melentur. Oleh karena itu, ferrocement menunjukkan ciri-ciri yang lebih baik jika menggunakan kawat halus. Kandungan besi ini senantiasa dilindungi oleh semen agar tidak berkarat. Berdasarkan uji test yang dilakukan oleh Lloyd's Roister of Shipping, perahu yang dibuat dari bahan ferosemen mengalami dua juta kali pengulangan tekanan tanpa mengalami beberapa kerusakan pada strukturnya.

Banyak persoalan yang dapat ditimbulkan berkaitan dengan kekuatan ferosemen. Malahan momen lentur ferosemen lebih besar dan lebih tinggi dari besi halus. Sekiranya ferosemen ini terjadi benturan secara terus menerus, akan menyebabkan terjadi keretakan pada berbagai bagian. Walau begitu ini dapat diperbaiki dengan menggunakan semen pendempul. Bahan ini disapukan pada bagian yang terjadi keretakan dan direndam dalam air selama beberapa menit. Tidak ada bahan lain yang dapat diperbaiki sebegitu mudah sebagaimana lazimnya bahan ferrocement ini.

Di negara ini sistem pemasangan ferrocement menggunakan kertas-kertas atau **“paper board”** yang dililiti oleh kawat jaring (hexagonal mash/chickent mash) beberapa lapis. Dengan menggunakan adukan semen, kedua permukaannya diplaster dan adukan semen ini menembusi setiap ruang untuk mengikat pada jaring kawat dalam membentuk dinding yang padat. Metode yang digunakan adalah sistem panel dengan ukuran 1.0 x 2,5 m dengan ketebalan dinding 60 mm. Sistem panel ini mampu menyokong beban tegak 72 ton atau 10,1 Mpa. Dinding panel digunakan untuk membuat bangunan satu tingkat, panel ini diperkuat oleh stud logam ringan (galvanis) yang dipasang pada ikatan besi yang ditancapkan pada lantai.

- **BRAZIL**

Di Brazil rumah ferrocement hampir sama dengan teknologi yang dipakai seperti di Belgia. Perbedaannya hanya terletak pada sistem panel, yaitu panel siap pasang menggunakan dua lapis jaring hexagonal dengan ketebalan 3 cm.

- **INDIA**

Di negara India penggunaan dinding panel ferrocement disambungkan antara satu dengan lain menembus bol dan nat. Lantai diikat menyatu yang dibuat dari gelagar sejenis balok berongga supaya dapat mengikat dinding panel ferosemen. Sistem ini sama dengan sistem modul atau **“Castone”**. Sistem bangunan yang mempunyai suatu tulangan yang mengelilingi batas luar dan mempunyai lubang-lubang untuk memasang bol. Hal ini lebih fleksibel karena sesuai dengan berbagai macam bentuk desain, umumnya dibangun pada rumah sederhana.

- **MALAYSIA**

Pembuatan dinding panel fero semen siap pasang diperkenalkan oleh Malanez Mainzel yang dinamakan “ferowall”. Ini sesuai untuk rumah satu tingkat atau rumah sederhana dengan dinding tanpa beban.

Dinding ferrocement dibuat di pabrik dengan pengerjaan kualitas bahan yang rapi agar produk tersebut tetap baik di pasaran. Rumah panel ini sudah mempertimbangkan keperluan jendela dan pintu yang mana telah siap dicetak di pabrik. Ferrowall sesuai untuk rumah satu tingkat atau rumah sederhana dapat disesuaikan dengan berbagai bentuk desain.

II.1.4. Penerapan Ferrocement di Indonesia

Pelaksanaan bangunan dengan menggunakan bahan ferrocement dimulai oleh Pusat Teknologi Pembangunan ITB, dan LPMB (Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan) Department PU di awal tahun 70-an kemudian dikembangkan lebih lanjut setelah IFC (International Ferrocement Society) Indonesia Chapter berdiri pada tahun 1985. Diawali dengan pembuatan kapal penangkap ikan, kemudian prasarana sanitasi air, dan akhirnya dikembangkan pada bangunan gedung.

- **Pintu Gerbang Kebun Binatang Ragunan, Jakarta**

Dibangun pada tahun 1985, merupakan pemenang pertama hasil sayembara yang diselenggarakan oleh Pemda DKI Jaya. Struktur atap *shell* dengan bahan ferrocement. Ketebalan penutup atap 3 cm, sangat tipis dan dapat mengurangi beban sendiri serta terkesan ringan. Pembuatan atap tanpa

bantuan perancah (bekisting) dan alat berat lainnya. Pengerjaan di lokasi (cast in place). Biaya pembuatan dengan bahan ferrocement untuk proyek ini 30 % lebih murah dari bahan beton.

- Mesjid Al-Fallah, Karang Tengah Lebak Bulus-Jakarta

Dibangun pada tahun 1996, dengan menggunakan struktur atap cangkang (shell). Bahan yang dipakai ferrocement, dengan ketebalan 3 cm. Pembuatan atap per segmen (total 20 segmen), dibuat secara pabrikasi (pre-cast) di Bandung, kemudian dengan alat transportasi darat dibawa ke lokasi proyek. Menara siar tinggi 25 m menggunakan bahan ferrocement 3 cm dengan beberapa penebala. Sebagai pengaku dipergunakan 3 kolom penunjang. Dari sudut pembiayaan diketahui bahwa biaya pembuatan dengan bahan ferrocement untuk proyek ini 45 % lebih murah dari beton biasa.

- Mesjid Al-Abror, Bandar Lampung

Dibangun pada tahun 1996. Struktur atap hiperbolic Paraboloid (HP) dengan grid 60 cm dan bentangan 30 m. Memakai 4 titik pondasi setempat diberi sloof dengan fungsi sebagai balok pengikat (tie beam). Dipergunakan penulangan atas dan bawah menggunakan bahan ferrocement dengan ketebalan 8 cm, tebal atap 3 cm.

- Kantir AEKI (Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia), Lampung

Dibangun tahun 1983, dengan mempergunakan struktur atap hiperbolic Paraboloid (HP), bahan ferrocement dan ketebalan 3 cm. Bentuk atap kurang sempurna karena adanya pemenggalan oleh pihak pemilik.

Pembuatan atap dilakukan di lokasi (cast in place) tanpa perancah (bekisting). Memakai 4 buah titik pondasi setempat yang diperkuat sloof dengan fungsi sebagai balok pengikat (tie beam).

II.2. Bahan-bahan Yang Digunakan

Bahan-bahan dasar yang digunakan dalam ferrocement pada umumnya akan diuraikan sebagai berikut :

a. Semen

Semen yang dipakai adalah jenis Portland, dengan persyaratan dapat memberikan kekuatan dan kedap air. Kondisi semen harus baik dan mempunyai konsistensi butiran merata. Bila terdapat bagian/butiran mengeras atau tercampur dengan benda-benda lain, semen tersebut tidak layak digunakan. Semen harus dalam keadaan kering dan segera dipakai setelah dibuka kemasannya. Bila penggunaan mortar dilakukan lebih dari satu tahap, maka penyimpanannya harus dapat menjamin kesegaran penggunaan.

b. Pasir

Pasir harus memenuhi batasan yang ditentukan untuk konstruksi, bersih, keras, cukup kuat, tidak mengandung senyawa organik atau yang membahayakan struktur. Gradasi pasir sedemikian rupa sehingga mortar yang dihasilkan terdiri dari agregat yang merata. Kehalusan pasir harus dapat melewati ayakan no. 16 (menurut USA Standard Square Mesh, ukuran ayakan tersebut adalah 1,18 mm).

c. Air

Air yang digunakan harus bersih dari kandungan organis dan senyawa berbahaya lainnya terhadap kerusakan mortar. Air yang mengandung garam tidak layak digunakan.

d. Kawat Jala

Beberapa macam sistem penulangan dari kawat jala dapat digunakan seperti kawat ayam galvanis, kawat jala segi empat anyaman atau las, kawat jala wajik. Setiap kawat yang digunakan harus mengikuti standar mutu dan jenis baja yang berlaku (Standar Industri Indonesia/SII).

Secara khusus spesifikasi teknis yang diperlukan adalah sebagai berikut :

a. Adukan Tambahan

Penggunaan adukan tambahan terutama bertujuan untuk memperkecil perbandingan air dan semen, agar didapat sifat mortar tertentu, sehingga akan diperoleh ferrocement yang mempunyai sifat kedap air dan kekuatan khusus.

b. Cat Pelapis

Untuk konstruksi kedap air, digunakan cat pelapis pada kedua permukaannya yang tahan terhadap kondisi lingkungan sekitarnya.

c. Stearafoam

Bahan yang dipengisi yang juga sekaligus penebal dinding yang akan di pasang.

Laboraturium tersebut akan memberikan pertimbangan dan petunjuk dalam penggunaan jenis baja tersebut. Batang-batang tulangan disimpan dengan tidak

menyentuh tanah. Penimbunan dan penyimpanan tulangan di udara terbuka dalam jangka panjang harus dicegah.

Dalam teknologi fero semen (semen tipis) hampir menyerupai beton bertulang, namun terdapat perbedaan dalam penggunaan agregatnya dan bentuk penulangannya. Oleh karena itu dalam struktur ferosmen tidak diperkenankan menggunakan agregat yang lebih besar. Penggunaan agregat yang lebih halus dalam teknologi fero semen mempunyai berbagai kelebihan diantaranya kekuatan air yang tidak mungkin dimiliki oleh beton biasa. Semen merupakan pengikat utama dalam kualitas adukan. Oleh karena itu adukan ditentukan dengan kualitas bahan yang digunakan seperti : agregat, semen, air, tulangan dan bahan tambahan-tambahan lainnya.

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada ferrocement akan diuraikan secara terperinci dibawah ini :

Tulangan.

Susunan tulangan juga menjadi ciri-ciri kekuatan fero semen, sehingga dapat dibagikan atas beberapa jenis. Selain adukan, kekuatan struktur fero semen tergantung penuh pada tulangannya, tulangan ini berfungsi penahan pada adukan.

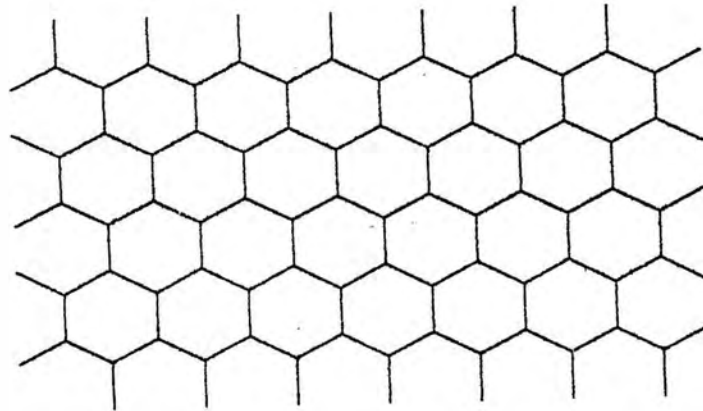
Pada umumnya sifat mekanik fero semen bergantung penuh pada jenis kualitas, klasifikasi tulangannya yaitu :

a. Jaring Hexagon (segi enam)

Tulangan kawat ini sangat baik digunakan pada struktur fero semen.

Selain sifatnya yang mudah dibentuk, jaring ini juga lebih murah dan mudah didapatkan di pasar dengan berbagai bentuk dan ukuran. Jaring

jenis ini dijual dipasaran dalam bentuk gulungan dengan ukuran 1 m x 36 m panjang.



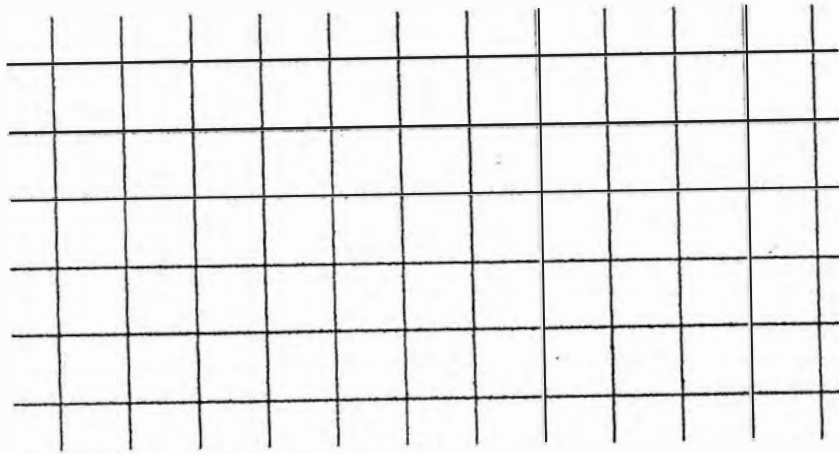
Sketsa jaring hexagon

Sketsa jaring hexagon

b. Jaring Kimpal.

Jenis jaring ini terbuat dari baja dan sifatnya lebih keras dan lebih kuat, jika dibanding dengan jaring hexagon. Jaring kimpal lebih disukai dalam pembuatan, disebabkan lebih mudah dibentuk terutama pada struktur lengkung dengan menghasilkan permukaan yang lebih rata dan licin.

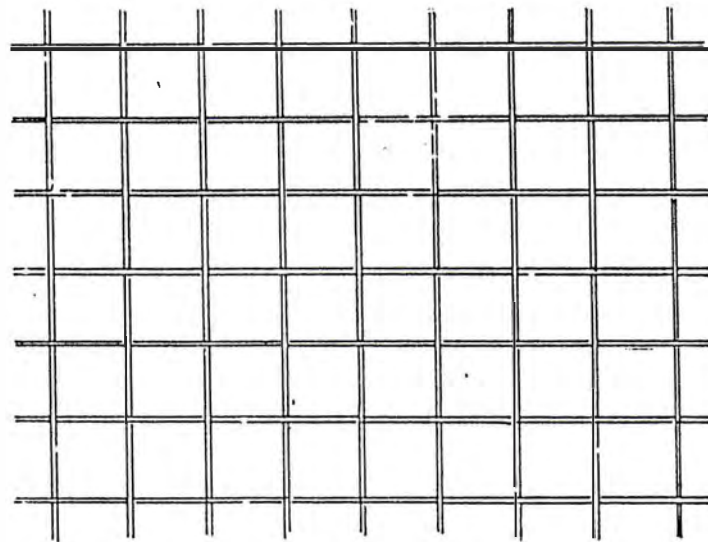
Jaring mudah didapatkan dipasaran dalam berbagai ukuran yang dikehendaki. Harganya lebih mahal dari jaring hexagon.



Sketsa jaring kimpal

c. Jaring Anyaman.

Jaring jenis ini tidak dilas akan tetapi dianyam berbentuk petakan-petakan yang dikehendaki dengan tekstur berbentuk anyaman bambu.

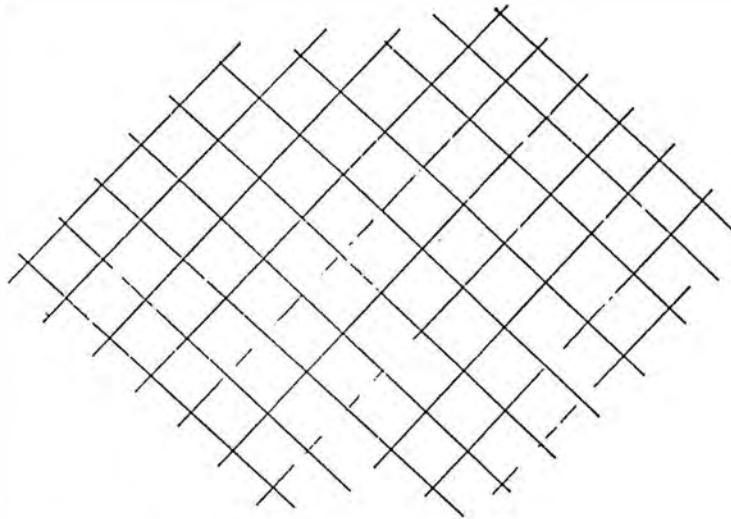


SKETSA 3

Sketsa jaring anyaman

d. Jaring Logam Melebar

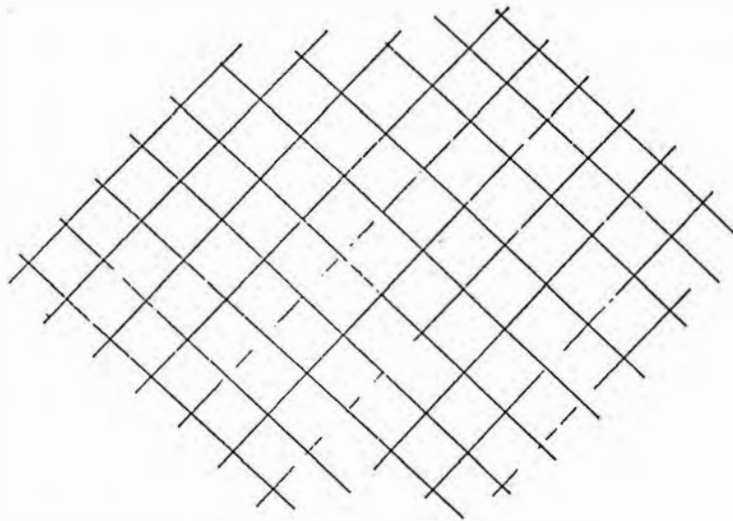
Ada berbagai jenis jaring logam melebar yang dapat digunakan pada struktur ferosemen. Salah satu jaring ini dikenal sebagai jaring cadangan yang secara meluas dalam kerja-kerja perbaikan dinding yang mengalami kebocoran, permukaan batu yang terbakar dan berbagai jenis pekerjaan lainnya.

**SKETSA 4**

Sketsa jaring melebar

II.1.4. Bahan-Bahan Yang Digunakan

Terdapat berbagai jenis bahan tambahan yang dapat digunakan untuk menghasilkan Fero semen dan beton bertulang biasa. Walau bagaimanapun, penggunaan bahan tambahan dalam campuran, juga perlu mengambil tujuannya dan kesan jangka panjang terhadap struktur, ini juga dapat dilaksanakan oleh pengawasan yang baik secara langsung dan tidak langsung, akan mengurangi kadar air semen yang terlihat pada bahan adukan. Adapun contoh bahan tambahan yang digunakan dalam fero semen adalah Amino CO₂, Coconut Diethanolamida yang

**SKETSA 4**

Sketsa jaring melebar

II.1.4. Bahan-Bahan Yang Digunakan

Terdapat berbagai jenis bahan tambahan yang dapat digunakan untuk menghasilkan Fero semen dan beton bertulang biasa. Walau bagaimanapun, penggunaan bahan tambahan dalam campuran, juga perlu mengambil tujaun dan kesan jangka panjang terhadap struktur, ini juga dapat dilaksanakan oleh pengawasan yang baik secara langsung dan tidak langsung, akan mengurangi kadar air semen yang terlihat pada bahan adukan. Adapun contoh bahan tambahan yang digunakan dalam fero semen adalah Amino CO₂, Coconut Diethanolamida yang

gunanya untuk meningkatkan daya tahan terhadap air asin di mana kadar bahan yang digunakan tergantung pada perbandingan air semen, bentuk pekerjaan dan kekuatan fero semen yang diinginkan. Semua campuran harus mengikut ukuran dan berat dari bahan yang akan dibuat.

II.1.5. Hasil-hasil Dari Fero semen.

Telah banyak yang dapat dihasilkan dari model struktur fero semen ini adapun contoh tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tempat pengolahan air.
2. Tempat penyimpanan hasil pertanian.
3. Industri perkapalan.
4. Industri perumahan dan,
5. Lainnya.

1. Tempat Pengolahan Air

Pada negara berkembang kebutuhan air bersih merupakan suatu masalah. Terutama pada kawasan yang jauh dari sumber air. Pada daerah ini air yang digunakan masih tergantung pada air sumur dan air sungai. Akibatnya pada musim kemarau sumber-sumber air tadi akan kering. Untuk itu perlu suatu alternatif sumber air yang lain dan air hujan merupakan salah satu yang dapat dijadikan sebagai sumber air. Pada prosesnya air hujan yang jatuh ke atap, kemudian diteruskan melalui pipa menuju tangki penyimpanan sekaligus pengolahan air.

Penggunaan fero semen pada tangki-tangki dalam sistem air ini sangat menguntungkan. Dikarenakan biayanya yang murah dan tangki air ini lebih tahan

lama serta dapat disesuaikan dalam berbagai bentuk. Pada tangki terdapat berbagai lapisan penyaring hingga air dapat dikonsumsi untuk air minum.

2. Tempat Penyimpanan Hasil Pertanian.

Bahan fero semen dapat juga dibuat sebagai tempat penyimpanan hasil pertanian. Tempat ini sangat praktis dan ekonomis. Dikarenakan strukturnya yang kedap udara, menyebabkan mikro organisme dan hama lainnya tidak dapat hidup didalamnya.

Di Thailand teknologi ini telah diterapkan. Bangunan yang kedap udara ini dapat menampung padi hingga 10 ton sekaligus dapat menyimpan bahan makanan, bahan penyemprot serangga dan sebagainya.

3. Industri Perkapalan.

Negara China merupakan negara yang memperkenalkan pembuatan kapal yang menggunakan teknologi fero semen. Di negara lain, teknologi ini mulai diterapkan. Kapal-kapal yang terbuat dari bahan fero semen sangat menarik industri perkapalan dikarenakan :

1. Bahannya yang mudah ditemukan
2. Dapat dibuat dalam beraneka bentuk dan corak
3. Lebih tahan lama daripada yang terbuat dari kayu dan lebih ekonomis dari besi atau fibre glass
4. Biayanya yang murah dibandingkan bahan lain
5. bentuknya yang canggih dan tidak memerlukan perawatan yang tinggi

Pelampung

Selain kapal fero semen, dapat juga dibuat sebagai bahan untuk pelampung. Hal ini telah dihasilkan oleh University Sains Malaysia. Pelampung fero semen yang berukuran lebar 1,0 m panjang 1,3 m dan tinggi 0,85 m dan dibuat dengan jaring kawat dan kerangka B.R.C kemudian dilapisi adukan semen setebal 25 mm. Teknologi ini membuka era baru dalam industri kelautan yang selama ini menggunakan pelampung plastik atau pelampung poliester.

Sekarang ini pelampung dari bahan fero semen juga digunakan untuk rumah dan restoran terapung yang dulunya menggunakan tong-tong plastik. Pelampung dari bahan fero semen ini terbukti lebih murah dan tahan lama.

Kapal boat

Dengan daya tahan terhadap air laut dan lebih ringan jika dibandingkan dengan bahan sebelumnya, fero semen juga dapat dipergunakan untuk pembuatan kapal boat. Kapal boat ini, telah digunakan pemerintah Malaysia untuk transportasi penyeberangan antar pulau. Penggunaan fero semen bukan hanya memudahkan pendaratan kapal ke pelabuhan tetapi juga konstruksinya yang kokoh dan stabil saat di air.

4. Industri Perumahan

Dengan terus meningkatnya populasi penduduk tentu saja harus diikuti dengan penyediaan perumahan untuk mengatasinya. Hal ini diperlukan suatu teknologi yang strukturnya kuat sekaligus berbiaya murah. Konsep seperti ini telah diterapkan di banyak negara, khususnya di negara berkembang. Adapun negara-

negara yang telah menerapkannya antara lain : Bangladesh, Papua New Guinea, Afrika Selatan, Malaysia dan lain-lainnya. Selain sebagai struktur fero semen juga dapat digunakan sebagai bahan pembuat atap di University Sains Malaysia. Struktur atapnya telah dibangun menggunakan teknologi fero semen. Struktur ini menyerupai atap rumah adat Minangkabau yang menggabungkan struktur besi sebagai struktur tiang utama dan fero semen menggunakan pada bagian atapnya saja, dengan ketebalan 25 mm. Atap ini kelihatan indah dan tidak ada tanda-tanda keretakan walaupun telah digunakan 15 tahun yang lalu.

5. Pertamanan

Fero semen merupakan bahan bangunan yang sangat praktis. Dengan strukturnya yang kuat dapat dibuat untuk elemen-elemen pertamanan, contohnya pada bangku taman, kolam-kolam dan elemen yang lainnya.

II.2. TINJAUAN KHUSUS

II.2.1. Fero semen Ditinjau Dari Segi Efisiensi Bahan.

Fero semen mempunyai kekuatan struktur yang lebih tinggi dibandingkan beton. Keunggulannya dapat diukur berdasarkan kekuatan kedap air, kekuatan lentur dan jumlah kekuatan daya tegang untuk satu greed kekuatan. Walaupun ciri-ciri penyediaan campuran fero semen hampir menyamai struktur bertulang, perbedaannya hanya pada penggunaan agregat. Ia sendiri tidak menggunakan agregat yang lebih besar daripada 5 mm.

Pada umumnya spesi yang digunakan ataupun bahan lainnya berfungsi sebagai pengisi dari semen tipis. Bahan pengisinya lebih kurang 95 % dari

keseluruhan tebal fero semen, pada sifat mekanik bahan. Terutama penggunaan semen menjadi komposit pengikat yang dicampur air dengan perbandingan antara 0,35 % dan 0,55 % mengikuti perhitungan berat. Lebih jelasnya, perbandingan yang sesuai bagi penyediaan adukan untuk fero semen seperti berikut :

Perbandingan pasir-semen mengikuti beratnya : 1,5-2,5.

Perbandingan air-semen mengikuti beratnya : 0,35 -0,5.

Sedangkan perbandingan air-semen biasa ialah 0,5.

Efisiensi bahan fero semen telah diketahui dari perbandingan air semen sebagai pengikat dan bahan-bahan pengganti sebagai pengisi terhadap beton bertulang dan dinding-dinding batu bata lainnya. Bila diperkirakan, dalam pengerjaan 1 m³ dengan ukuran bata 22 x 9,5 x 4 cm diperlukan 0,70 semen, 0,028 m³ pasir dan 85 buah batu bata. Sedangkan dalam teknologi fero semen, penggunaan pasir dan semennya berkurang 60-80 % dan batu bata sebagai pengisi digantikan dengan 1 m² sterofoam atau bahan lain seperti kawat sebagai pengikat tekanan masing-masing sisi. Perbandingan bagi tulangan yang digunakan antara satu persen isi kepadatan.

Umumnya, kawat halus yang sesuai digunakan bagi struktur bertekanan tinggi seperti boat tongkang dan sebagainya dipakai besi berukuran 5,00 mm - 6,25 mm. Dengan jarak kira-kira 7,6 cm - 30 cm tergantung jenis struktur yang akan dibuat.

Berdasarkan dari hasil percobaan yang telah dilakukan, secara praktis kondisi pembuatan dan pemasangan adukan spesi semen terhadap fero semen lebih

mementingkan pengurangan anggaran biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan dinding permeter kubik pada umumnya.

II.2.2. Fero semen Ditinjau Dari Segi Fungsi.

Sebagai bahan bangunan, fero semen telah menunjukkan sifat yang begitu meyakinkan. Dengan keistimewaan dalam pembentukan struktur yang tipis, kedap air dan mudah disesuaikan dengan berbagai bentuk lengkung sekaligus mempunyai daya tahan yang tinggi.

Penggunaan fero semen dalam pembuatan kubah mesjid di Amman, jordania, bahagian atap opera house di Sydney Australia dan lainnya merupakan sebagian dari hasil fero semen yang monumental dan mungkin tidak mampu dicapai oleh bahan beton bertulang biasa. Dan banyak lagi struktur yang menggunakan fero semen sebagai bahan utama dan ternyata mampu populer di masa kini seperti sampan, kapal, pelampung dan lainnya.

Dalam perkembangan industri perumahan, fero semen kian pesat dibutuhkan. Sehingga fero semen mempunyai potensi yang begitu cerah. Hasil test menunjukkan peranan fero semen menjadi hal yang utama untuk menggantikan modul plastik. Pemenuhan keperluan infrastruktur di kawasan pedalaman, sistem penampungan air yang menggunakan fero semen telah diperkenalkan di banyak negara. Juga telah dibuat keperluan lain seperti yang telah dijabarkan diatas.

II.2.3. Fero semen Ditinjau Dari Segi Efisiensi Waktu.

Dalam proses pelaksanaan pekerjaan model struktur fero semen yang mempunyai daya tahan tinggi harus melalui proses-proses tahapan, dimulai dengan

pengikatan pada bahan pengisi didalamnya oleh kawat-kawat halus sebagai ketahanan tekanan masing-masing sisi yang kemudian diisi dengan adukan semen dan pasir yang diratakan pada kedua sisinya. Setelah didapat modul fero semen yang diinginkan dengan jangka waktu yang relatif singkat dengan sekitar 30 menit, kemudian struktur fero semen tersebut mulai dapat dipindahkan untuk pengawetan.

Setelah melalui proses pembuatan dan pengawetan selama beberapa hari dan dianggap dapat untuk mulai dipasangkan melalui sistem secara langsung atau tak langsung. Untuk industri perumahan penggunaan dinding fero semen itu sendiri tidak banyak memakan waktu, dikarenakan sistem pemasangan yang sangat mudah, juga aturan-aturan yang berlaku pada fero semen tidak sulit.

II.2.4. Fero semen Ditinjau Dari Segi Kekuatan.

Sebagai sebuah struktur pengisi ruang dinding hunian, fero semen mempunyai kekuatan beton yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pasangan bata. Keunggulannya dapat diukur melalui kekuatan resap air, lenturan dan kekuatan tegang yang digunakan sebagai asas perbandingan pada satu gred kekuatan.

- **Kekuatan Tegang.**

Dalam tegangan, kemampuan menanggung beban tidak tergantung pada ketebalan struktur yang digunakan karena modul akan retak terlebih dahulu sebelum patah.

Seperti juga dengan pasangan bata, fero semen mempunyai kelemahan pada daya tegangnya. Kekuatan tegang bergantung penuh terhadap tulang-tulang

didalamnya, sehingga keretakan pada sistemnya dapat dihindari. Terdapat pula beberapa aturan yang digunakan dalam meningkatkan upaya mortar dalam tegangan antara lain dengan pengisi yang berciri-ciri bertegangan tinggi dalam campuran spesi. Beberapa kajian telah membuat pembuktian bahan pengisi lainnya dalam menjaga keretakan pada struktur semen tipis.

- **Kekuatan Resap Air.**

Untuk fero semen menggunakan kekuatan resap air yang begitu tinggi, dikarenakan fero semen menggunakan kandungan air yang begitu rendah, disaat kandungan semennya tinggi. Aturan ini berlaku oleh kekuatan modul pada perbandingan air dengan semen dan faktor lainnya. Bila didapati dari ukuran 250 mm x 100 mm x 9 mm diketahui dalam tujuh hari sampai dua puluh delapan hari.

- **Kekuatan Lentur.**

Tahapan kekuatan lentur biasanya ditunjukkan pada gabungan pengaruh resapan dan tegangan yang berlaku dalam struktur fero semen ini, seperti jumlah tulang, orientasi dan geometris instrinsik ketulang yang digunakan.

Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi kekuatan tulang dari dan rangka yang terdapat didalamnya.

1. Faktor rangka ruang yang membujur.
2. Faktor ketahanan daya ikatan pada sistem struktur pengisi.
3. Faktor komponen dalam penulangan.

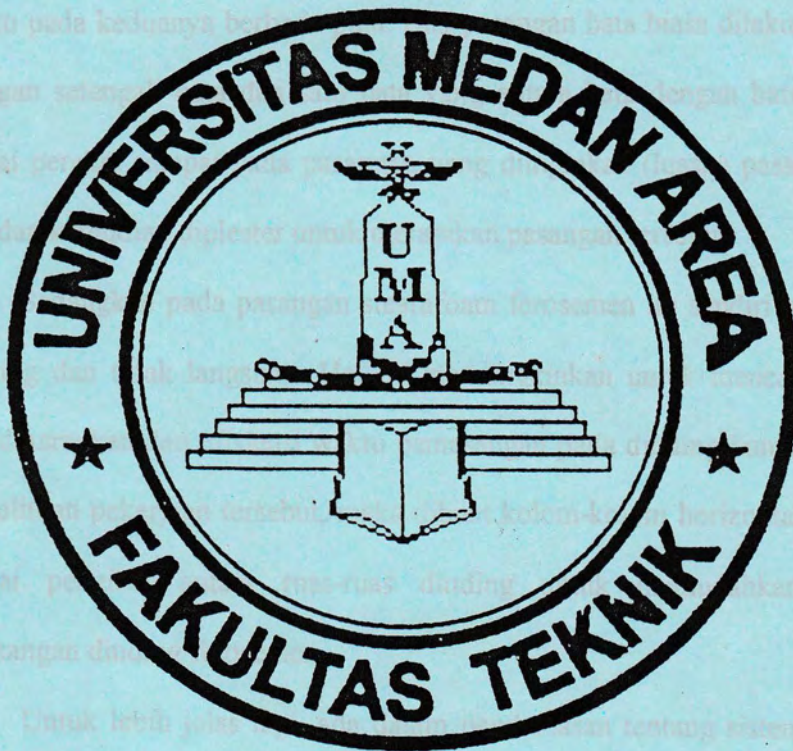
- **Kekuatan Pukulan / Benturan.**

Kekuatan pukulan / benturan tidak begitu diperhatikan dalam banyak kegiatan, dikarenakan struktur ferosemen menggunakan perbandingan yang amat teliti pada ketebalan, dan juga bersandar pada kekuatan lentur yang berlaku pada ferosemen tersebut.

BAB III PEMBAHASAN MASALAH

3.1. ALTERNATIF PEMASANGAN

Penggunaan sistem struktural ferosemen pada bangunan sebagai dinding khususnya hunian sederhana berbeda dari sistem pemasangan bata yang biasa digunakan dalam hunian. Hal ini dikarenakan model formasi dan sistem yang berlaku pada keduanya berbeda. Pada pemasangan bata biasa dilakukan alternatif pemasangan selanjutnya dengan bata diberi spesi sebagai pengikat antara bata satu dengan bata lainnya sebagai pengganti plester untuk pemasangan bata. Sedangkan pada pemasangan sistem ferosemen, pemasangan bata dilakukan dengan menggunakan spesi sebagai pengikat antara bata satu dengan bata lainnya. Selain itu, sistem ferosemen juga dapat digunakan untuk pemasangan bata sebagai dinding yang memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap gempa bumi. Selain itu, sistem ferosemen juga dapat digunakan untuk pemasangan bata sebagai dinding yang memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap gempa bumi.



BAB III

PEMBAHASAN MASALAH

III.1. ALTERNATIF PEMASANGAN

Penggunaan sistem stearafoam ferosemen pada bangunan sebagai dinding khususnya hunian sederhana berbeda dari sistem pemasangan bata yang biasa digunakan dalam hunian. Hal ini dikarenakan model format dan sistem yang berlaku pada keduanya berbeda pula. Bila pasangan bata biasa dilakukan memakai pasangan setengah bata dan satu bata yang antara bata dengan bata diberi spesi sebagai perekat sampai pada pasangan yang diinginkan (luasan pasangan dinding bata) dan kemudian diplester untuk merapikan pasangan tersebut.

Sedangkan pada pasangan stearafoam ferosemen itu sendiri berlaku sistem langsung dan tidak langsung. Hal ini memungkinkan untuk mencapai pekerjaan yang diharapkan dan efisiensi waktu pemasangan pada dinding hunian. Agar tidak menyulitkan pekerjaan tersebut, maka dibuat kolom-kolom horizontal dan vertikal sebagai pengikat antara ruas-ruas dinding untuk memudahkan pengerjaan pemasangan dinding ferosemen.

Untuk lebih jelas lagi, ada dalam pembahasan tentang sistem-sistem yang berlaku pada hunian terhadap dinding ferosemen.

III.1.1. Sistem Pemasangan Stearafoam Ferrocement Langsung.

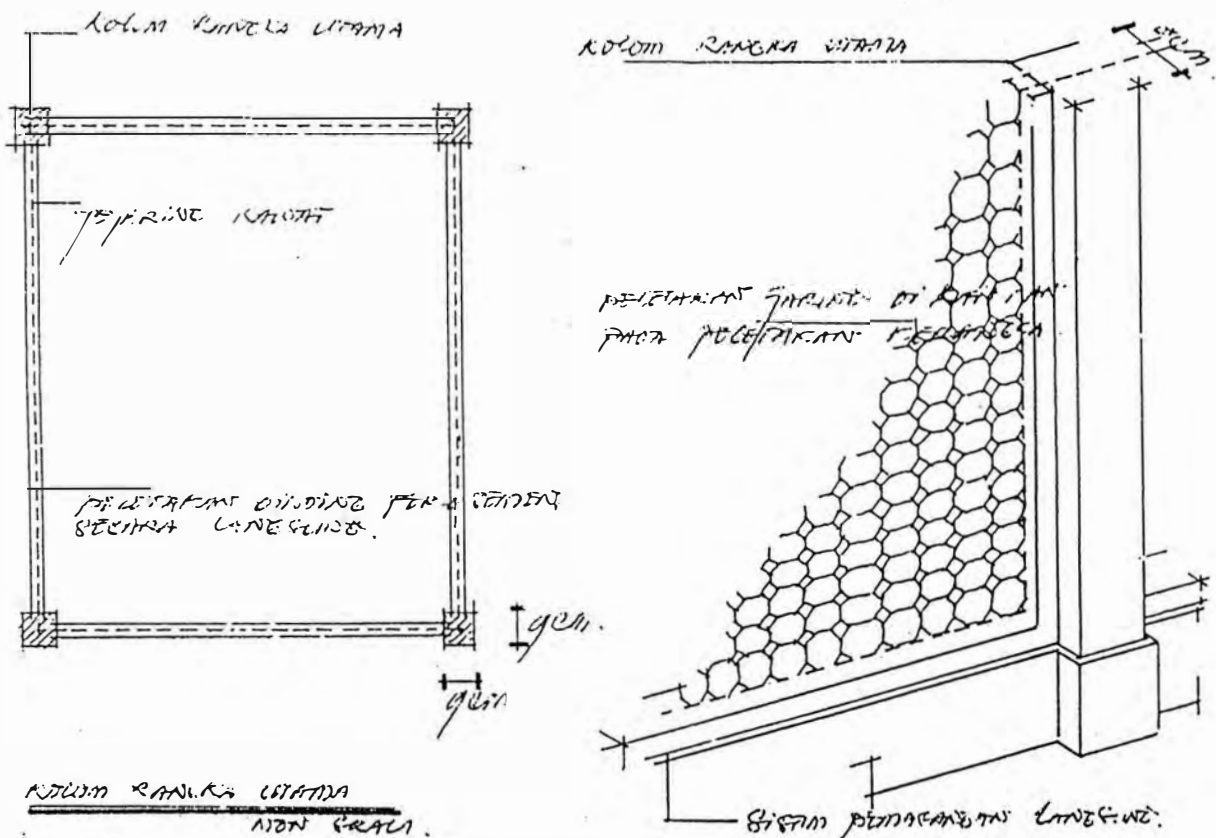
Dalam pekerjaan stearafoam ferosemen secara langsung telah banyak dilakukan dan lebih dikenal sebagai semen tipis, ini banyak terlihat pada kubah-kubah mesjid dan sebagainya, sedangkan dalam pemasangan dinding hunian secara tak langsung belum banyak dipergunakan. Untuk membuat dalam berbagai dinding hunian sederhana harus di perhatikan langkah seperti berikut.

o

A. Pembuatan Kerangka Dinding Utama.

Kolom rangka utama diletakkan pada sudut-sudut / titik-titik kolom sebagai struktur bertulang mengalirkan arah gaya menuju gravitasi pondasi yang dapat diperkuat dengan bahan struktur yang diharapkan. Dapat diperjelas pada.

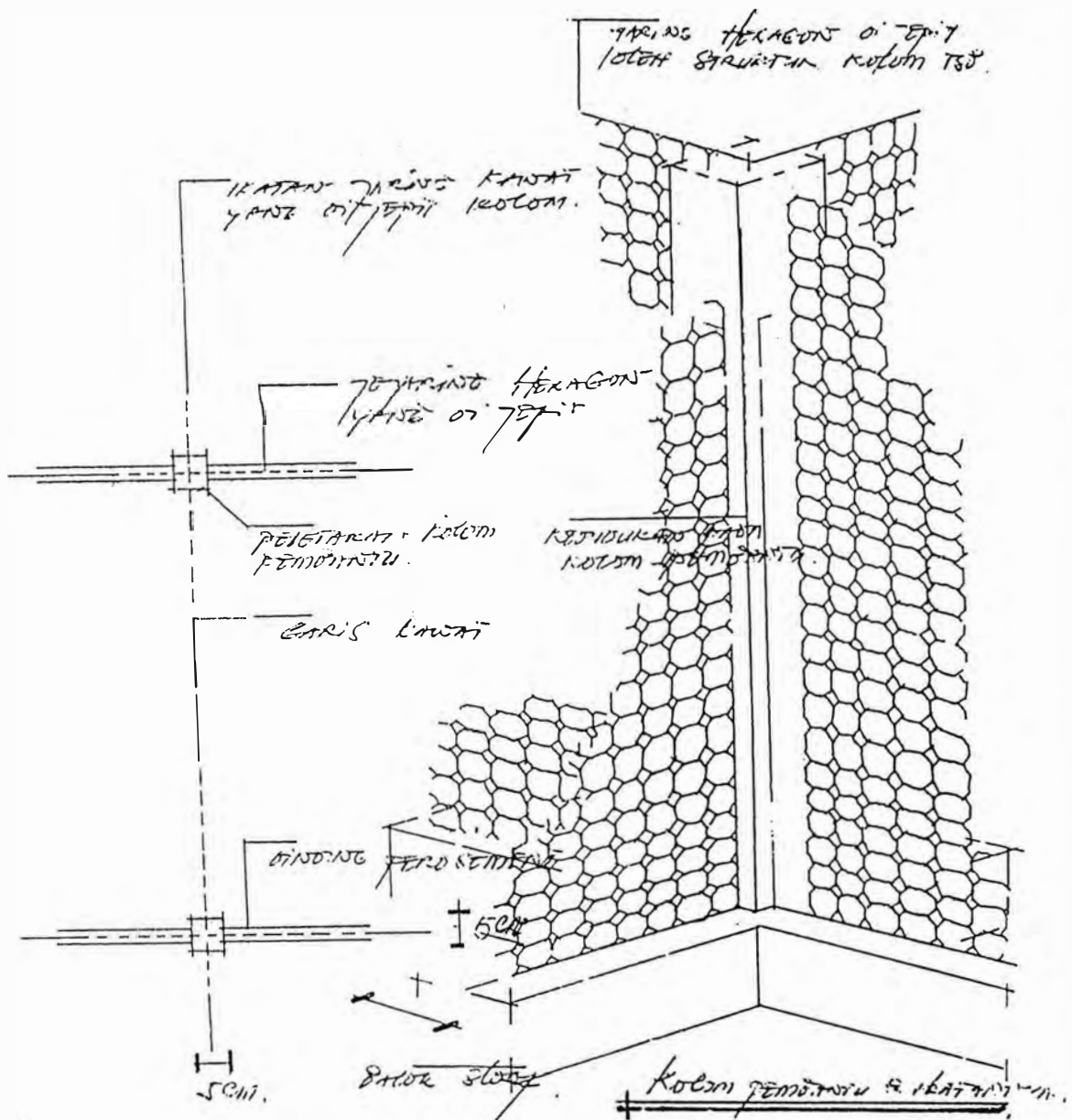
gambar 01



- Kolom pembantu.

Perletakan struktur kolom pembantu pada pemasangan sistem ferosemen dibuat bila bentuk ruang dinding berbentang lebar, dan biasanya perletakan struktur ini lebih dari satu titik (membagi luas bentang yang ada). Dapat diperjelas pada

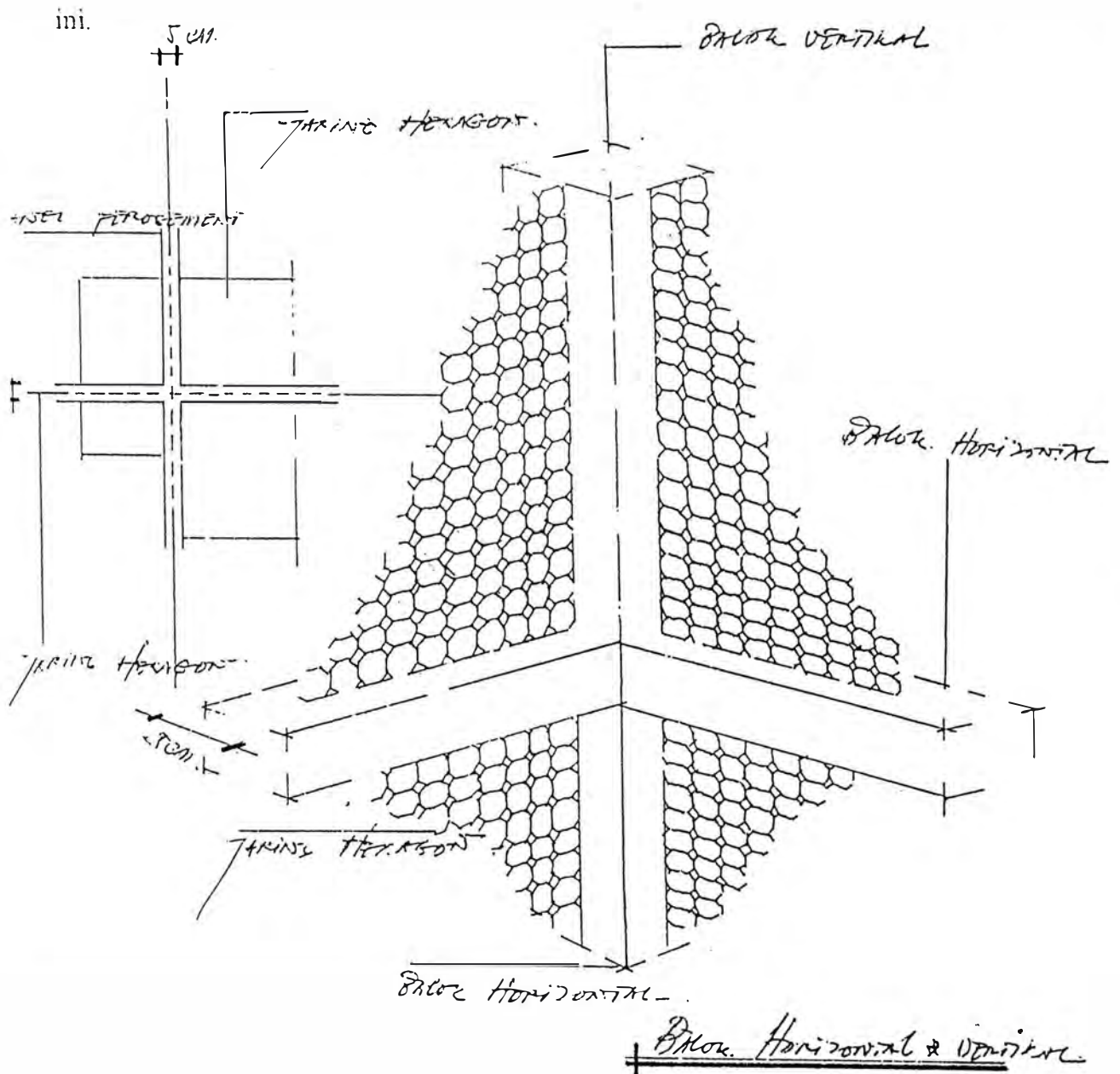
gambar 02



- Struktur balok horizontal dan vertikal.

Struktur ini berfungsi sebagai balok sloof, ring balok dan anak kolom untuk mengikat antar kolom yang terbuat dari kolom kayu atau sejenisnya. Dari berbagai bentuk dan luasan dinding yang akan dikerjakan. Dapat dilihat pada

gambar 03



B. Jaring kawat.

Jaring kawat dipakai untuk tempat bahan pengisi dan merekatkan spesi bagian luar dengan bagian luar lainnya, dimana perletakan jaring kawat diikat pada ujung panel-panel fero semen antara kolom horizontal dan vertikal. Dari pada bentuk pemasangan yang diatur seperti yang dijelaskan sebelumnya. Dapat pula dilakukan penambahan bahan pengisi yang ditempatkan pada sela-sela jaring kawat namun tetap terletak pada jaring kawat.

C. Pengisian Spesi.

Tahapan ini dapat dikatakan sebagai finishing pemasangan langsung tak langsung pada dinding fero semen yaitu melakukan dengan langsung memplasterkan pada bagian yang akan dilaksanakan terlebih dahulu, jaring kawat sebagai penampang isi pengisi spesi. Pelaksanaannya dilakukan dengan ketelitian khusus dibanding plesteran pada dinding bata biasa. Setelah selesai pada bagian sisi sebelumnya dapat dilanjutkan kepada bagian sisi lainnya seperti yang dilakukan sebelumnya. Pada pemasangan fero semen secara langsung ini jarang dilakukan karena diperlukan keahlian khusus dan juga waktu pekerjaan yang cukup lama. Hasil yang sudah ada perlu ditunggu agar mengering sampai ikatan antara spesi cukup kuat merekat pada jaring-jaring kawat.

III.1.2. Sistem Pemasangan Panel Stearafoam Atau Lempengan.

Lain lagi yang dilakukan pada pemasangan panel atau lempengan fero semen, sehingga sistem ini disebut sistem pemasangan tak langsung. Sistem ini lebih memudahkan daripada sistem pemasangan dinding fero semen, dikarenakan

ferosemen tersebut telah dibuat khusus secara pabrikasi menjadi struktur dinding berupa lempengan atau panel dengan ukuran-ukuran yang telah distandartkan. Sehingga dalam pemasangan sistem ini, hanya diperlukan modul-modul kolom horizontal vertikal yang mengikuti besar ruang dinding yang akan dipasang dengan cara menjepitkan pada rel-rel panel ferosemen yang telah di desain. Setelah didapat dinding stearfoam ferosemen dengan bentang pada berbagai bentuk struktur tersebut antara dinding panel dilakukan pendempulan (ikatan struktur) atas panel-panel dikedua belah bagian.

III.1.3. Pemilihan Sistem Pemasangan.

Dari analisa yang telah dilaksanakan terhadap kedua sistem, dapat diasumsikan pemasangan secara tak langsung lebih menguntungkan dari cara langsung dengan penelitian pada :

1. Cara pembuatan.
2. Cara pemasangan.
3. Efisiensi pengerjaan.
4. Waktu pekerjaan.
5. Kerapian.
6. Kekuatan, dan lainnya.

Dengan mengetahui hal-hal apa yang membuat perbedaan perbandingan sistem pemasangan, maka uji materi sistem dari pemasangan ferosemen dapat dilakukan.

Stearafoam fero semen sebagai alternatif pengganti dinding bata pada hunian sederhana, dicoba memakai sistem secara tidak langsung, yaitu hanya sebagai batas penelitian dinding-dinding panel stearafoam fero semen pada mal panel (kerangka struktur) dinding hunian.

III.2. METODE PEMBUATAN PANEL. STEARAFOAM

Pembuatan modul-modul lempengan panel stearafoam fero semen atas dinding stearafoam fero semen khususnya untuk wilayah pembangunan nasional belumlah cukup mendapat tempat, sehingga keperluan akan kebutuhan semen tipis agak dikesampingkan. Secara umum, dibanyak negara-negara yang telah mengaplikasikan model stearafoam fero semen (struktur semen tipis) tersebut, secara langsung didukung oleh industri perumahan dengan cara membangun dan memproduksi dari model panel ferrosement secara massal. Dengan kata lain, mereka telah menciptakan dari model-model pemakaian semen tipis melalui pabrik-pabrik beton bertulang ataupun sistem-sistem lainnya.

Untuk model fero semen dalam proyek ~~Penelitian~~ ^{Panel} ini, lempengan panel tersebut didesai sedemikian rupa agar memudahkan pekerjaan pemasangannya. Yakni, bahan pengisi dari semen tipis diisi oleh serbuk papan (sekam kayu) dengan dijepit papan telur dan ikatan jaring kawat sebagai struktru tetulang pada bahagian kedua sisi. Dalam satu bahagian lempengan panel fero semen ditempatkan pada satu mal (cetakan), dengan membuat coakan dan lidah sebagai anker yang berfungsi sebagai pengikat antar lempengan panel, terhadap struktur kolom, plat lantai dan lainnya.

Dalam uji klinis pembuatan lempengan semen tipis yang telah dilakukan, beberapa kali percobaan dengan bahan pengisi yang berbeda. Hal ini dimaksudkan untuk mencari cara yang terbaik dan seefisien mungkin dari materialnya tanpa melupakan sistem strukturnya.

Dari percobaan yang terakhir, dipakailah model stearafoam fero semen dengan bahan pengisi yang telah dijabarkan diatas.

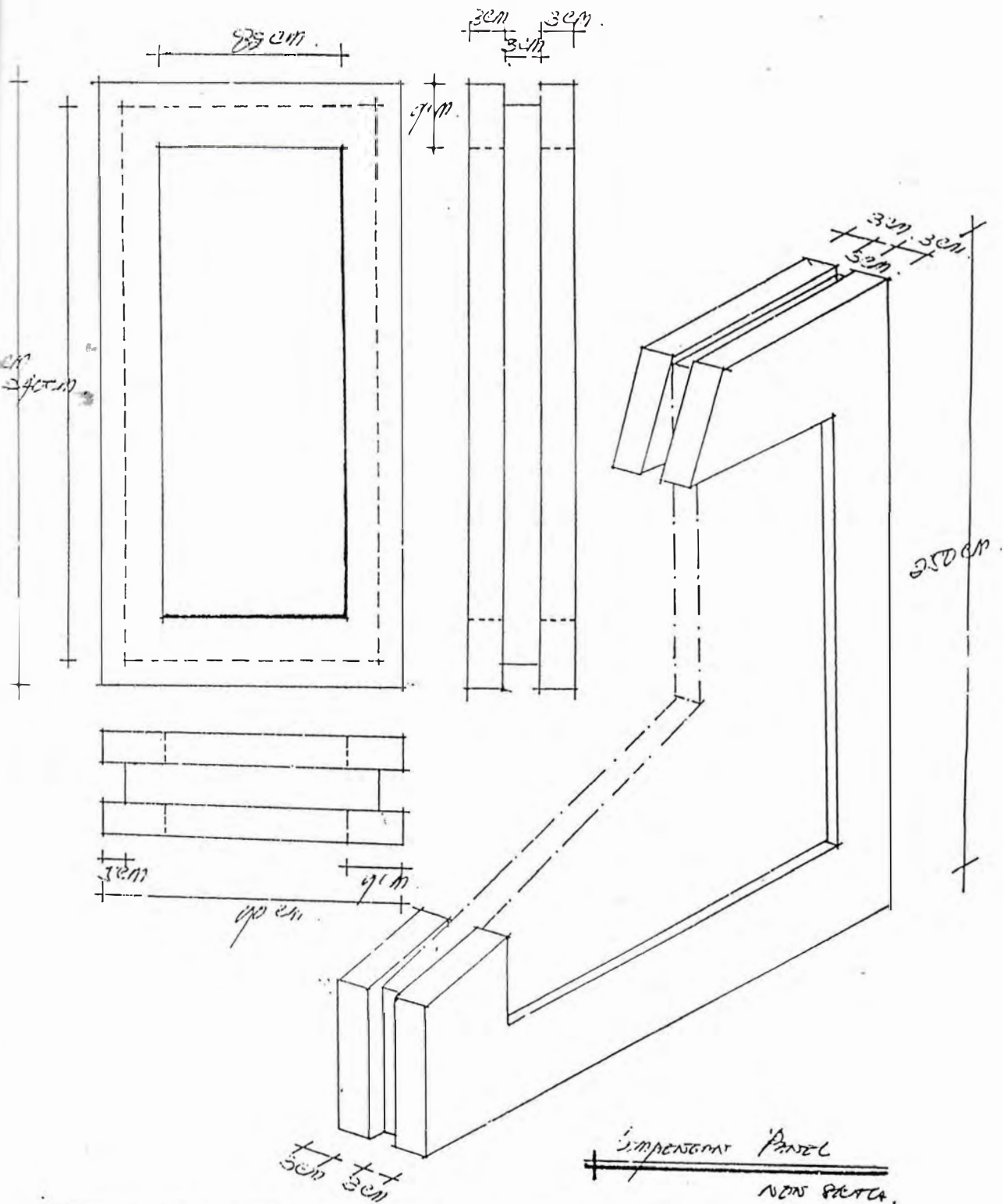
III.3. MODUL UKURAN LEMPENGAN ATAU PANEL. STEARAFOAM

Lempengan panel stearafoam ferrocement (semen tipis) adalah digunakan sebagai pengisi dinding dimana esensi pada panel menghemat sekitar 60-80 % material.

Strukturnya sendiri dibatasi oleh kondisi ruang, bentuk, bentang dan kerangka-kerangka struktur balok-balok vertikal dan horizontal untuk ikatan masing-masing panel. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar beberapa modul fero semen.

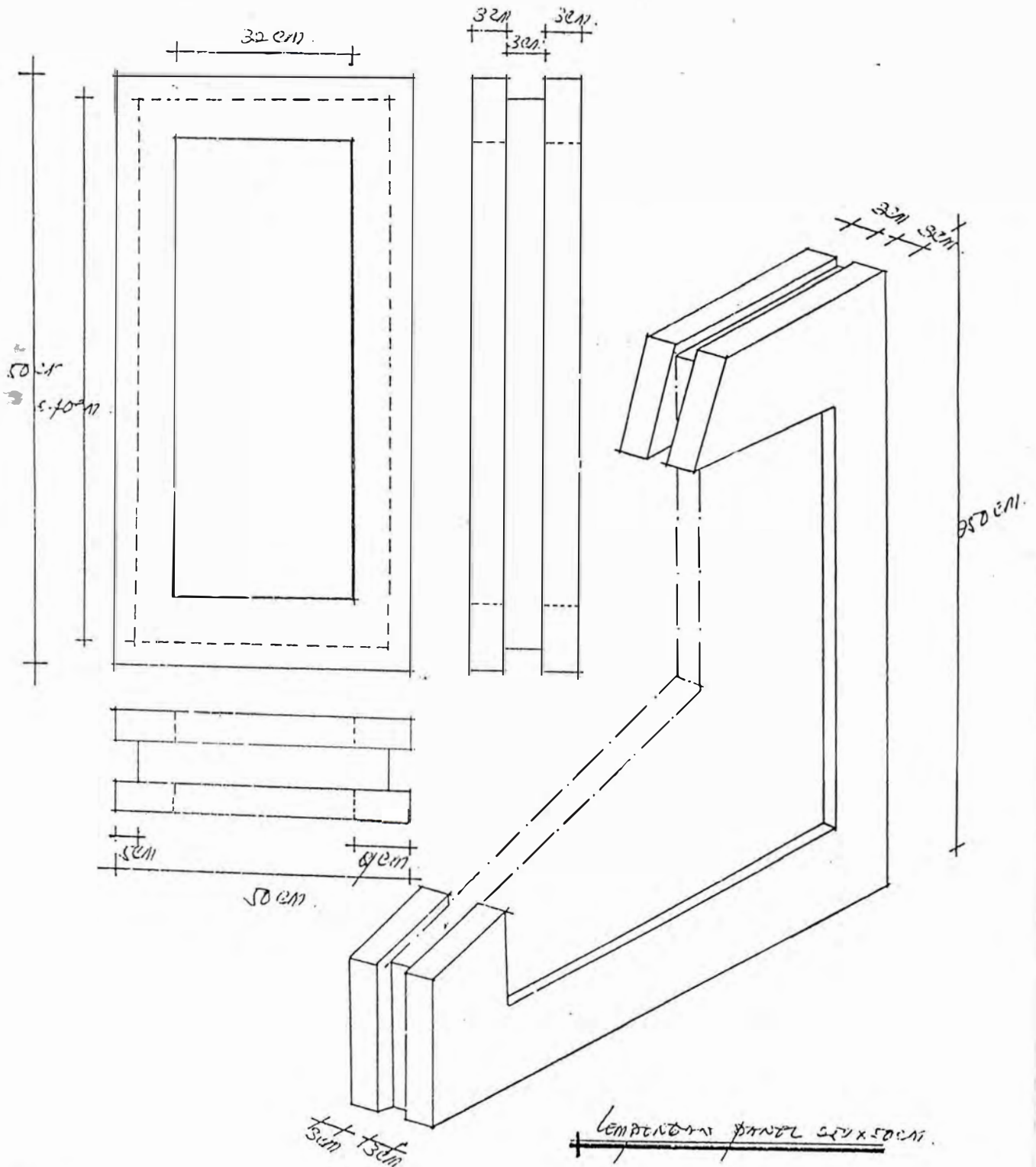
III.3.1. Gambar 4

Lempengan Panel Stearafoam Ferosemen Berukuran 250 cm x 100 cm.



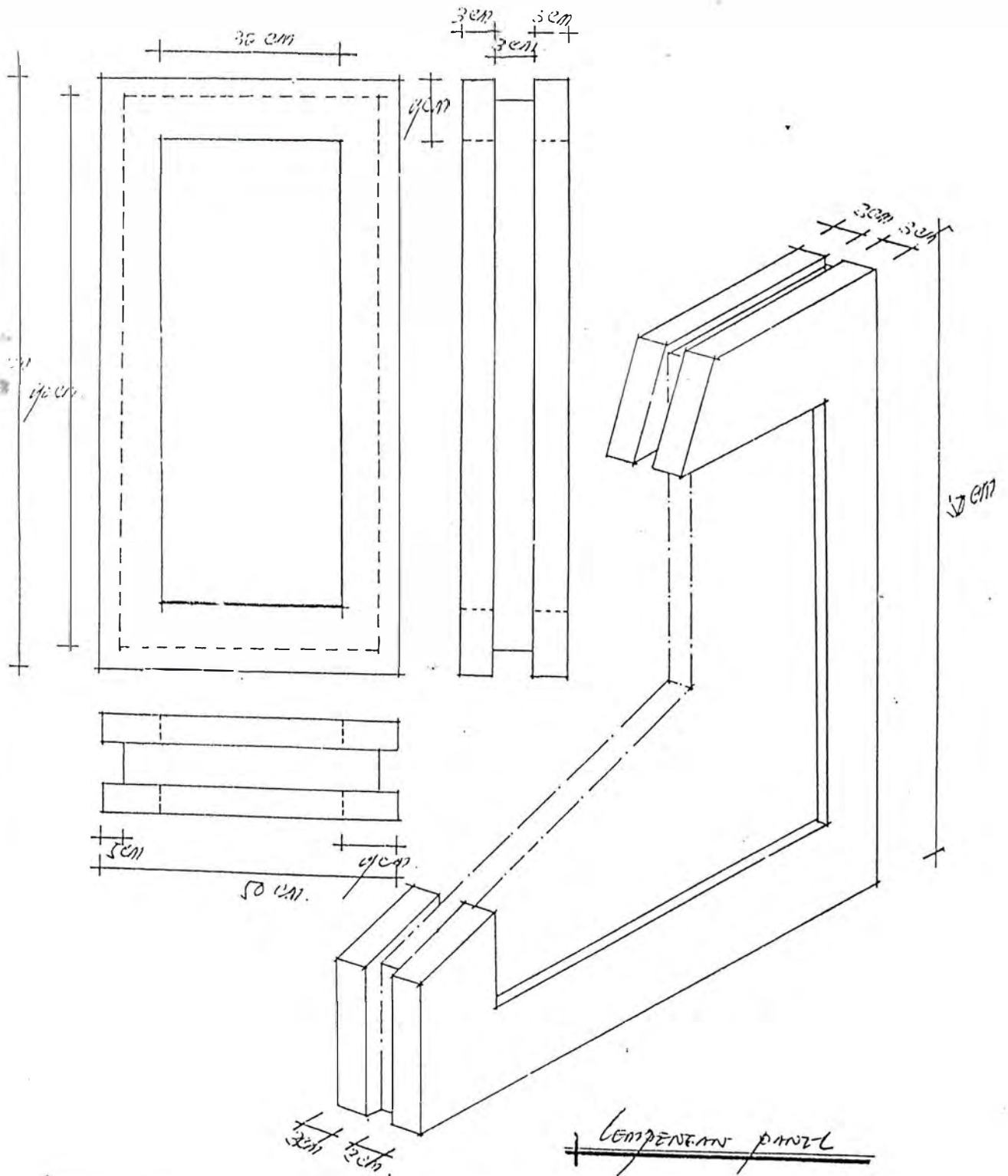
III.3.2. Gambar 5

Lempengan Panel Stearafoam Fero semen Berukuran 250 cm x 50 cm.



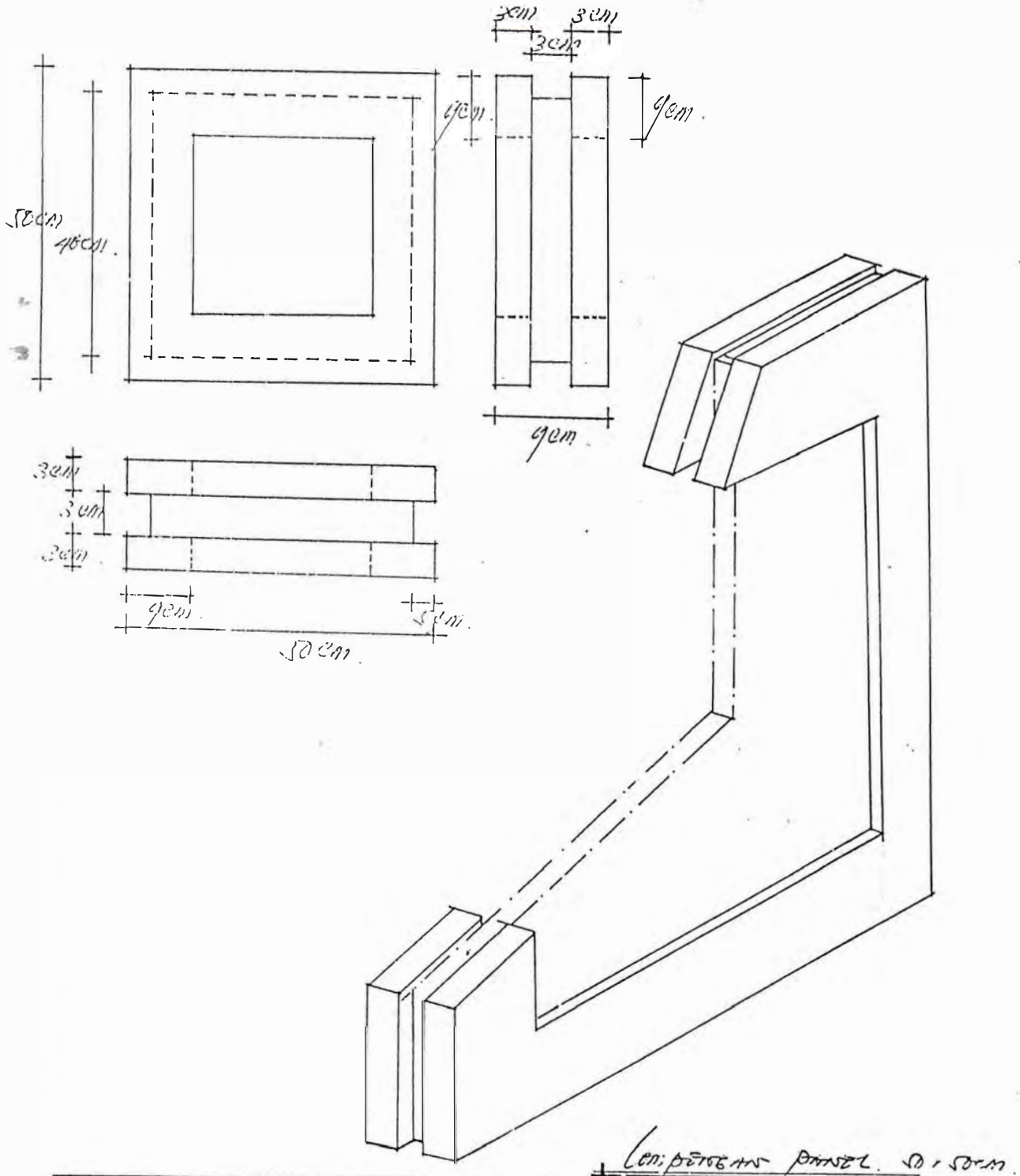
III.3.3. Gambar 6

Lempengan Panel Stearafoam Fero semen Berukuran 100 cm x 50 cm.



III.3.4. Gambar 7

Lempengan Panel Stearafoam Ferosemen Berukuran 50 cm x 50 cm.

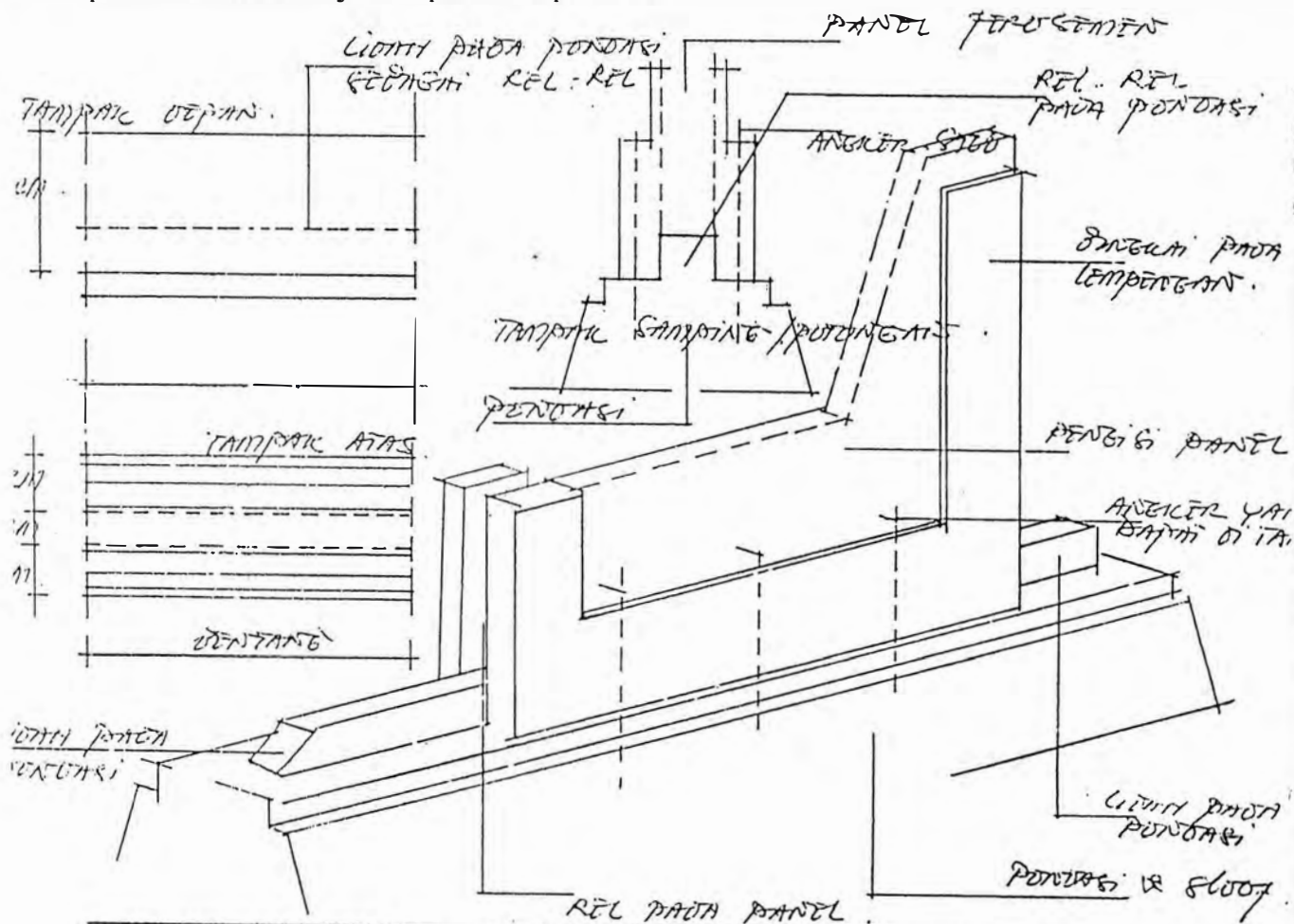


III.4. SISTEM PEMASANGAN PANEL / LEMPENGAN STEARAFOAM.

Pemasangan lempengan panel stearafoam ferosemen pada dinding hunian yang akan direncanakan dapat dilihat dari sistem pemasangannya yang menyangkut pada masalah perletakan lempengan panel stearafoam ferosemen pada :

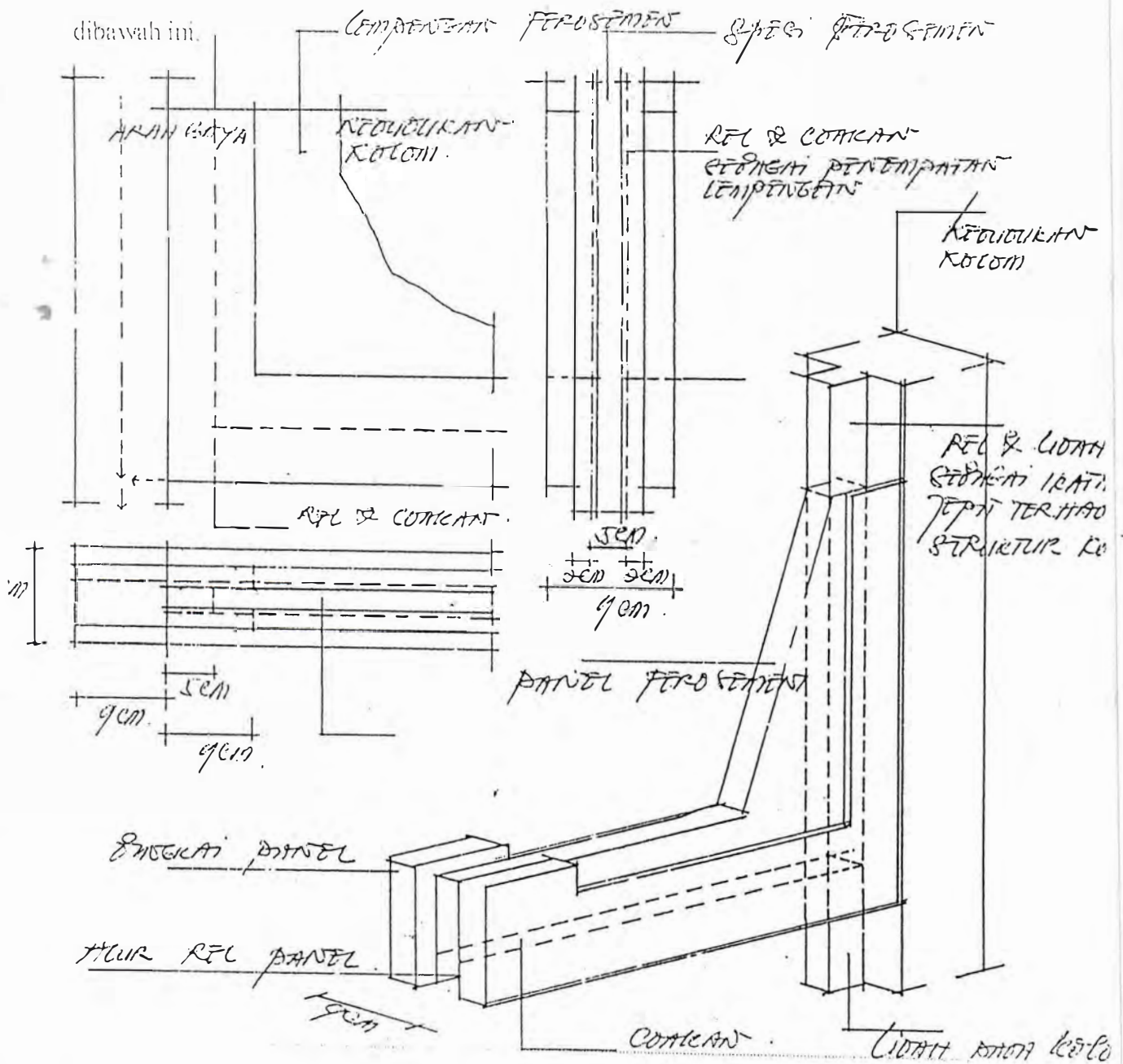
III.4.1. Ikatan Lempengan Terhadap Pondasi.

Untuk ikatan panel terhadap struktur pondasi, dapat dilakukan penanaman anker (stud logam) ke balok sloof ataupun pondasi. Hal ini difungsikan dalam upayanya meningkatkan ikatan struktur pada jepitan antara panel-panel dan pondasi. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada. Gambar 8



III.4.2. Ikatan Lempengan Terhadap Kolom.

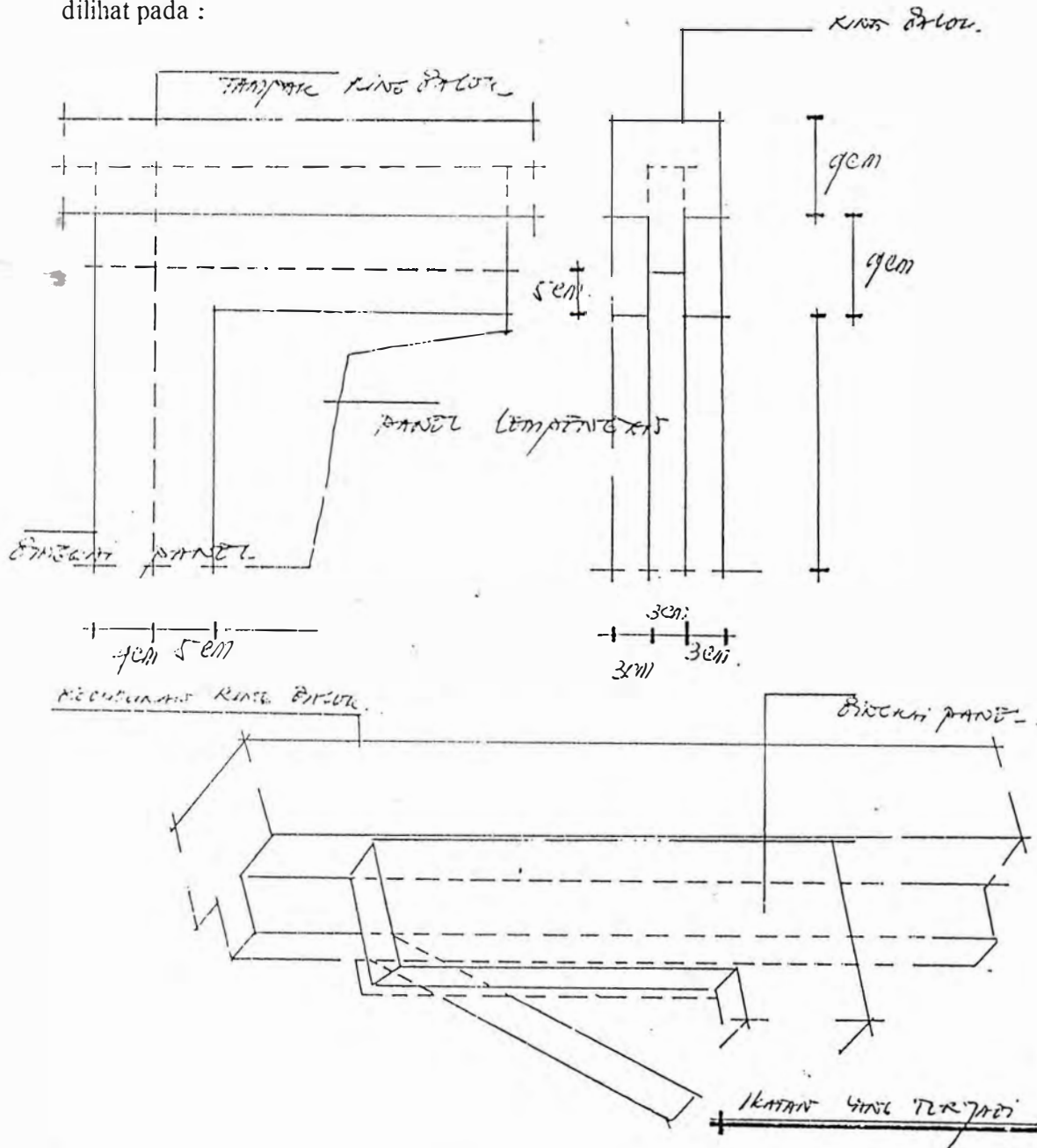
Tidak jauh beda dengan ikatan lempengan yang terjadi pada ikatan pondasi, dan yang diperkirakan adalah daya tarik lempengan terhadap kolom yang telah dibuat secara sistem (aliran gaya yang terjadi). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada:



Gambar 9

III.4.3. Ikatan Lempengan Terhadap Ring Balok

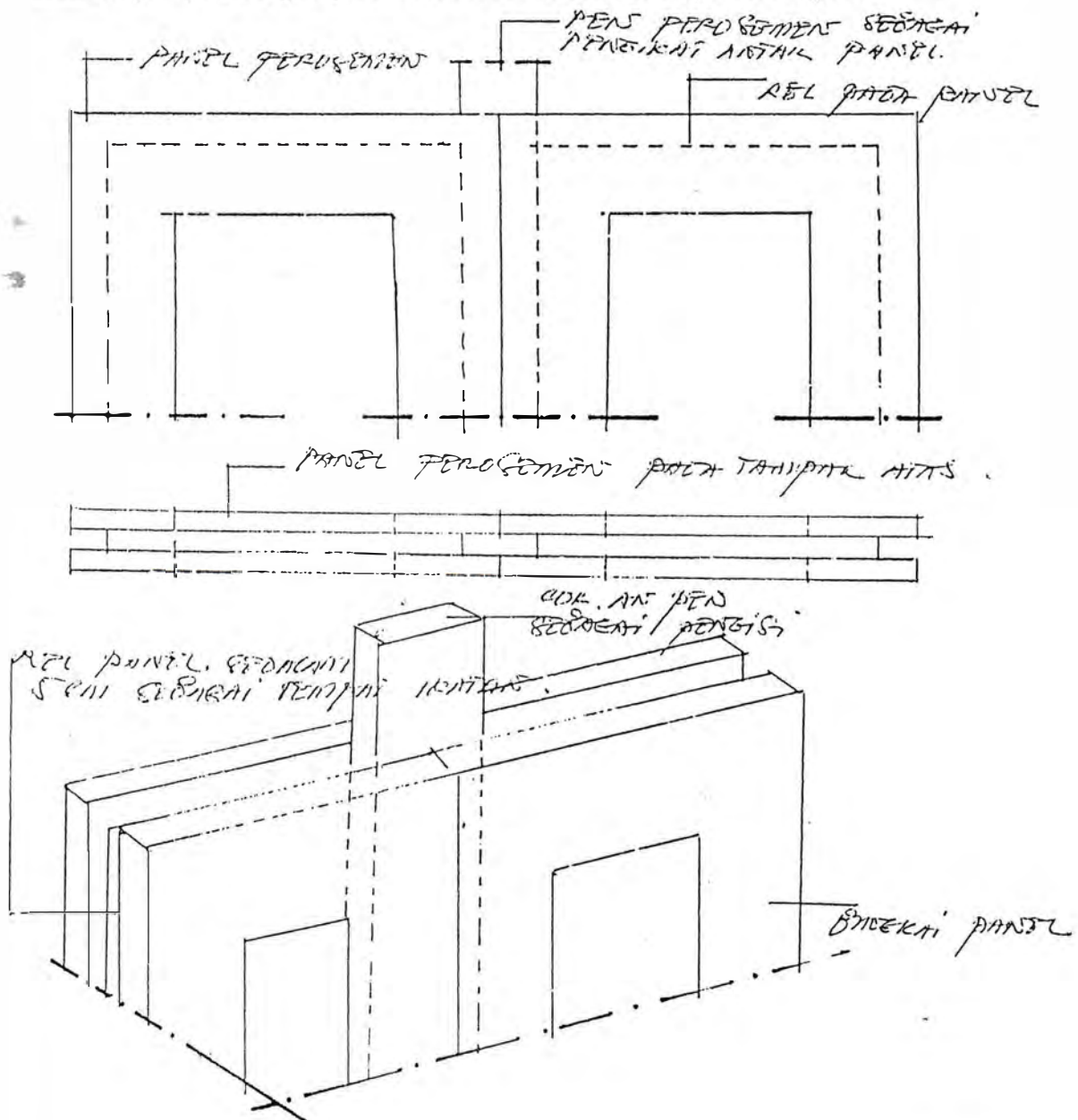
Dalam ikatan panel-panel lempengan terhadap ring balok tetap dipasang cetaqkan dan lidahnya serta stud logam sebagai anker untuk menambahkan ikatan jepit terhadap pondasi dengan mengurangi gaya tarik panel. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada :



Gambar 10

III.4.4. Ikatan Antar Lempengan Panel.

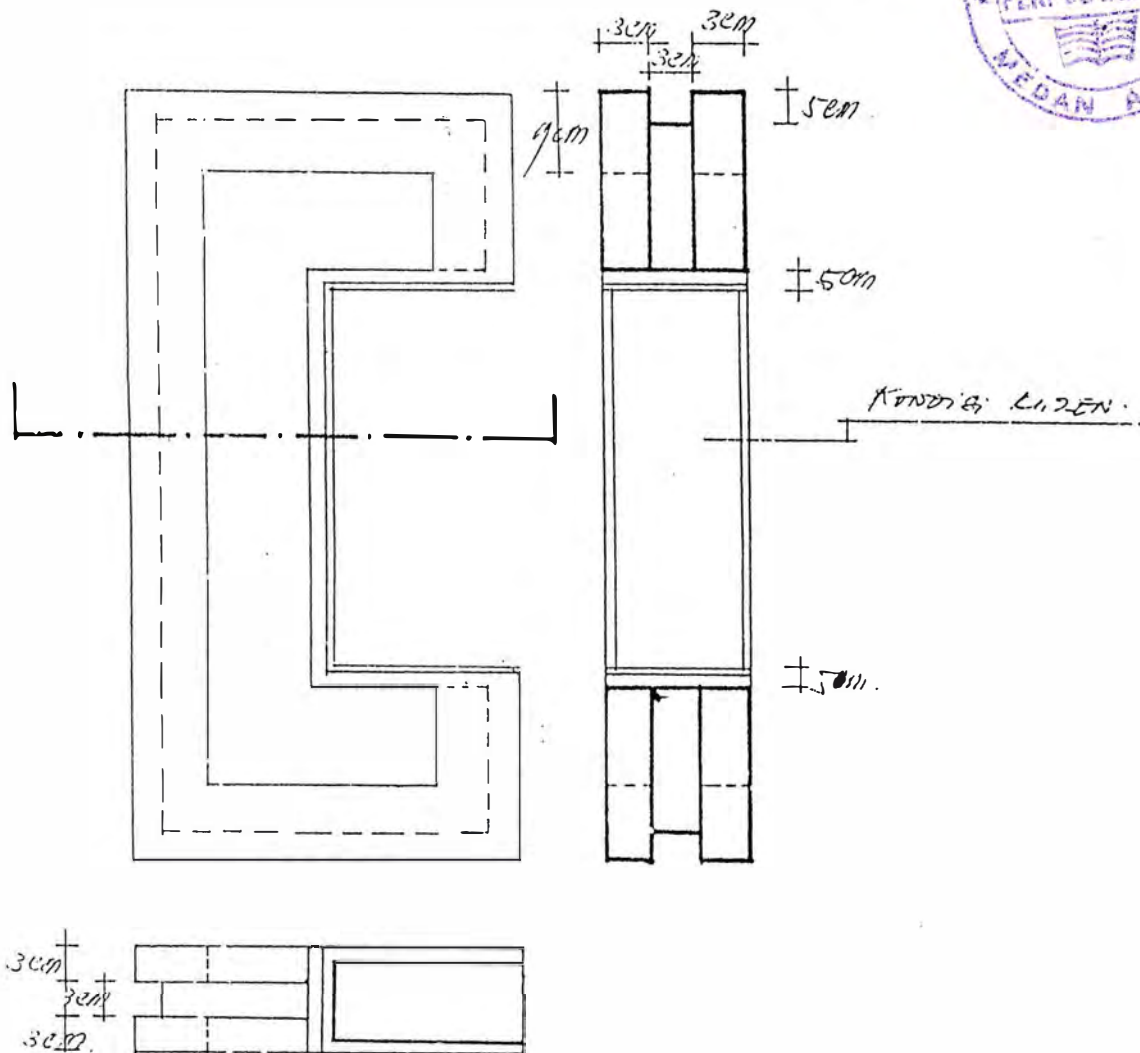
Sebagai lempengan panel dinding fero semen, ikatan panel dikaitkan pada tepian sisi dengan coakan sedalam 5 cm. Perpaduan tersebut dimaksudkan coran adukan spesi pada bingkai panel horizontal dan vertikal. Dapat dilihat pada:



Gambar 11

III.4.5. Ikatan Lempengan Terhadap Kuzen.

Khusus untuk ikatan lempengan terhadap kuzen, panel fero semen dipakai ukuran yang lebih kecil agar ada pemudahan dalam penempatan bukaan dinding dengan memberi rel-rel ikatan untuk kuzen. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada:



Ikatan Lempengan terhadap kuzen.

Gambar 13

III.5. PRAKIRAAN PERBANDINGAN HARGA DINDING PANEL STEARAFOAM FEROSEMEN DENGAN PASANGAN BATA.

Dari penggunaannya, lempengan panel stearafoam fero semen dalam industri perumahan lebih baik pengerjaan dari pasangan biasa. Hal ini dapat dilihat melalui :

III.5.1.Harga Stearafoam Fero semen per 2,5 meter Bujur Sangkar.

Dari perhitungan anggaran yang telah dilakukan, dalam 2,5 meter panel stearafoam fero semen dapat diketahui kebutuhan lempengan sebagai beton ringan, diambil analisa G.XII/10. Pekerjaan beton ringan (fero semen), maka :

0,25 meter kubik cor beton fero semen adukan 1:2:3, bahan dan upahnya :

8,75 sak	P.cemen	@ Rp 21.000	Rp 183.750;00
0,68 m	Pasir	@ Rp 30.000	Rp 20.400;00
0.36	Tukang	@ Rp 30.000	Rp 10.800;00
2,5 m	Kawat hexagon	@ Rp 5.000	Rp 12.500;00
0,525	Pekerja	@ Rp 20.000	Rp 10.500;00
			X 0,25 = Rp 237.950;00
			= 39.300;00

III.5.2. Harga Pasangan Bata Dalam 2,5 meter Bujur Sangkar.

Dalam perhitungan harga pasangan setengah bata, diambil dari analisa G.II.

Pasangan bata ukuran 21 x 9,5 x 4 cm, maka :

2,5 meter bujur sangkar untuk dinding adukan 1 : 4, harga dan upahnya :

85,-	0,525	Mandor	Rp 12.750;00
bt	0,0263	@ Rp 150	Rp 9.870;00
0,47	batu bata	@ Rp 21.000	Rp 690;00
sak	P. semen	@ Rp 30.000	Rp 5.250;00
0,075	Pasir	@ Rp 30.000	Rp 787;50
m ³	Tk. Batu	@ Rp 45.000	Rp 5.050;00
0,175	Kep. Tukang	@ Rp 20.000	Rp 1.315;00
0,0175	Pekerja	@ Rp 50.000	
			X 2,5 = Rp 35.712;50
			= Rp 88.300;00

III.5.3. Persentase perbandingan harga.

Setelah didapat dari hasil analisa yang dilakuka terhadap perhitungan pasangan bata dengan sistem ferosemen, maka diketahui selisih dari perhitungan tersebut :

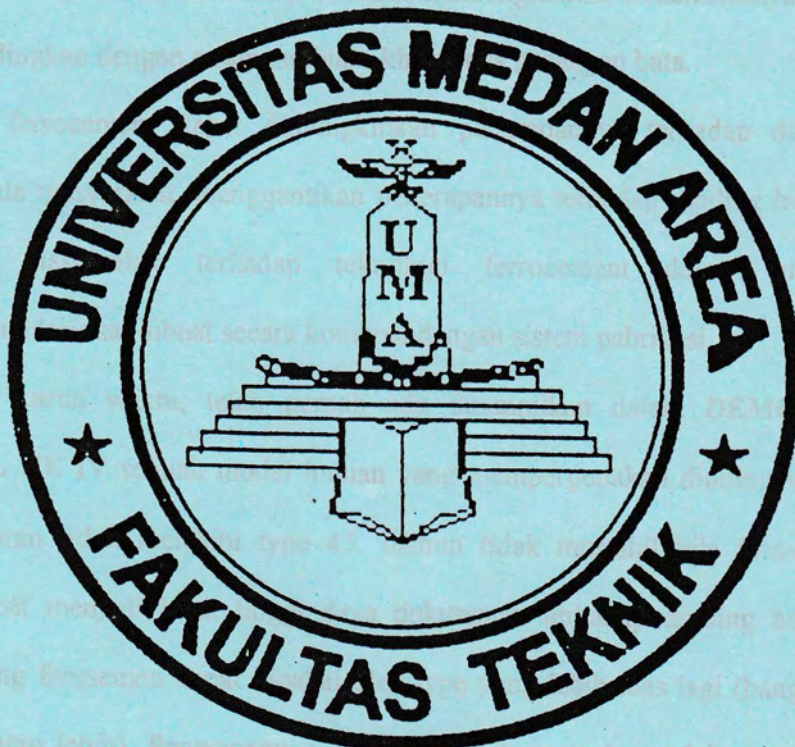
Hasil harga pasangan bata - Hasil harga ferosemen

$$\begin{aligned} &\text{Rp 88.300;00} \quad \text{dikurang} \quad \text{Rp 39.300;00} \\ &= \text{Rp 49.000;00} \end{aligned}$$

Maka, hasil persentase harga = $\text{Rp 49.000;00} \times 100 \%$

$$= \text{Rp 55} \%$$

sebelum dilapisi belahkasnya, styrofoam terpasang sebagai dinding isolasi tipis menjadi metode pembuatan yang telah banyak dipakai sejak kemuliahannya, dari segi pembuatan dan pemakaiannya untuk dinding pengisi. Kemurnian daya tegang, resan air, dan ketahanan yang terhadap benturan memungkinkan aplikasinya lebih tinggi dibandingkan dengan bahan lain.



berlantai 2 atau lebih). Pemasangannya dilakukan dengan menggunakan perantara yang modelnya yang akan
dibuat dari benda dari kapasitas berat badan.

BAB IV

DASAR PERENCANAAN

IV.1. PENERAPAN PADA HUNIAN

setelah didapati bahwasanya, stearfoam ferrocement sebagai dinding semen tipis menjadi metode pembuatan yang telah menunjukkan sifat kemudahannya, dari segi pembuatan dan pemasangannya untuk dinding pengisi. Dimana daya tegang, resap air, dan ketahanannya terhadap benturan memungkinkan efisiensitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan pasangan biasa khususnya pasangan bata.

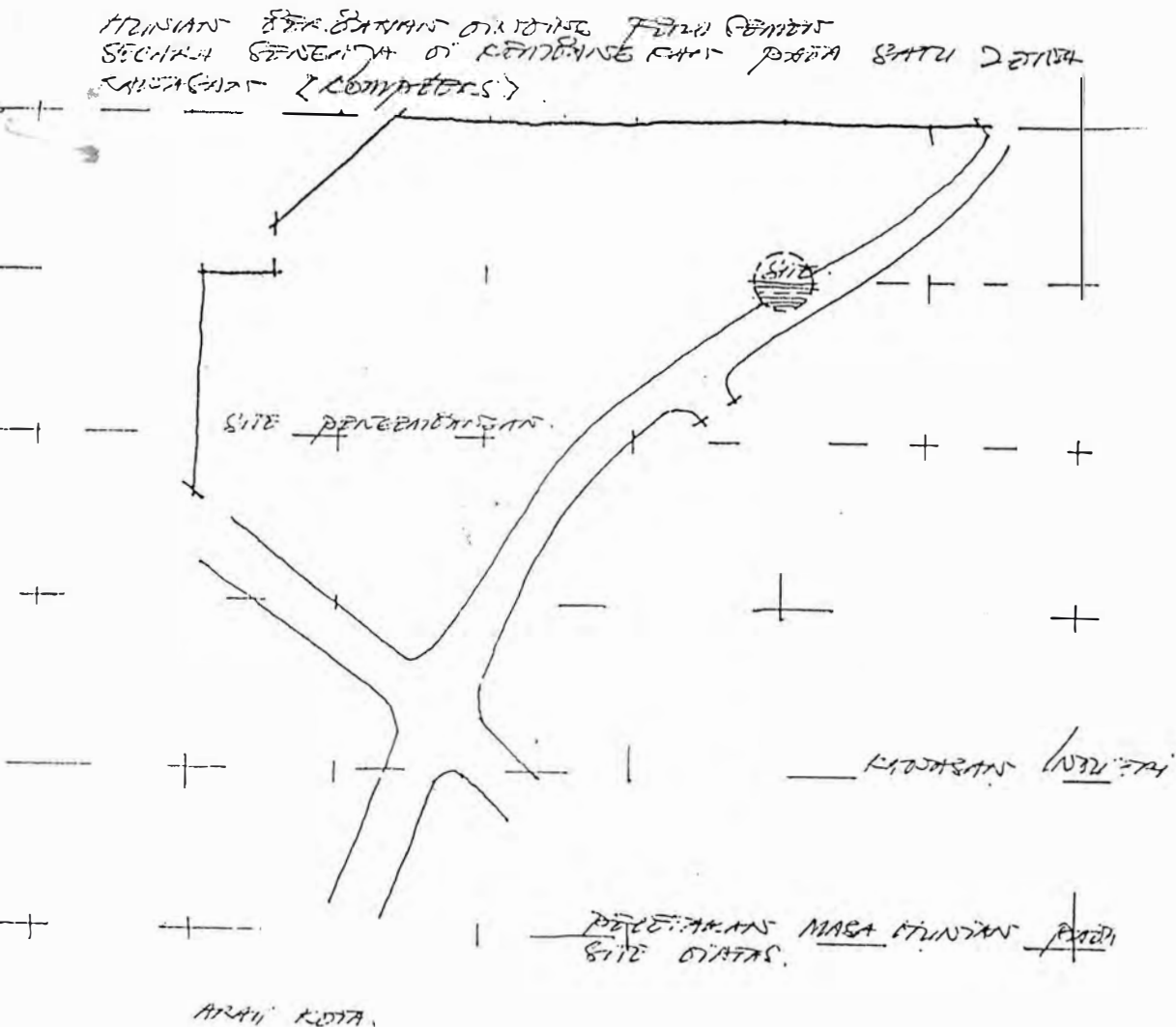
Bila ferrocement dapat dimungkinkan penerapannya terhadap dinding hunian kepada masyarakat, menggantikan penerapannya terhadap dinding hunian. Penerimaan masyarakat terhadap teknologi ferrocement dalam industri pembangunan Nasional dibuat secara komersil dengan sistem pabrikasi.

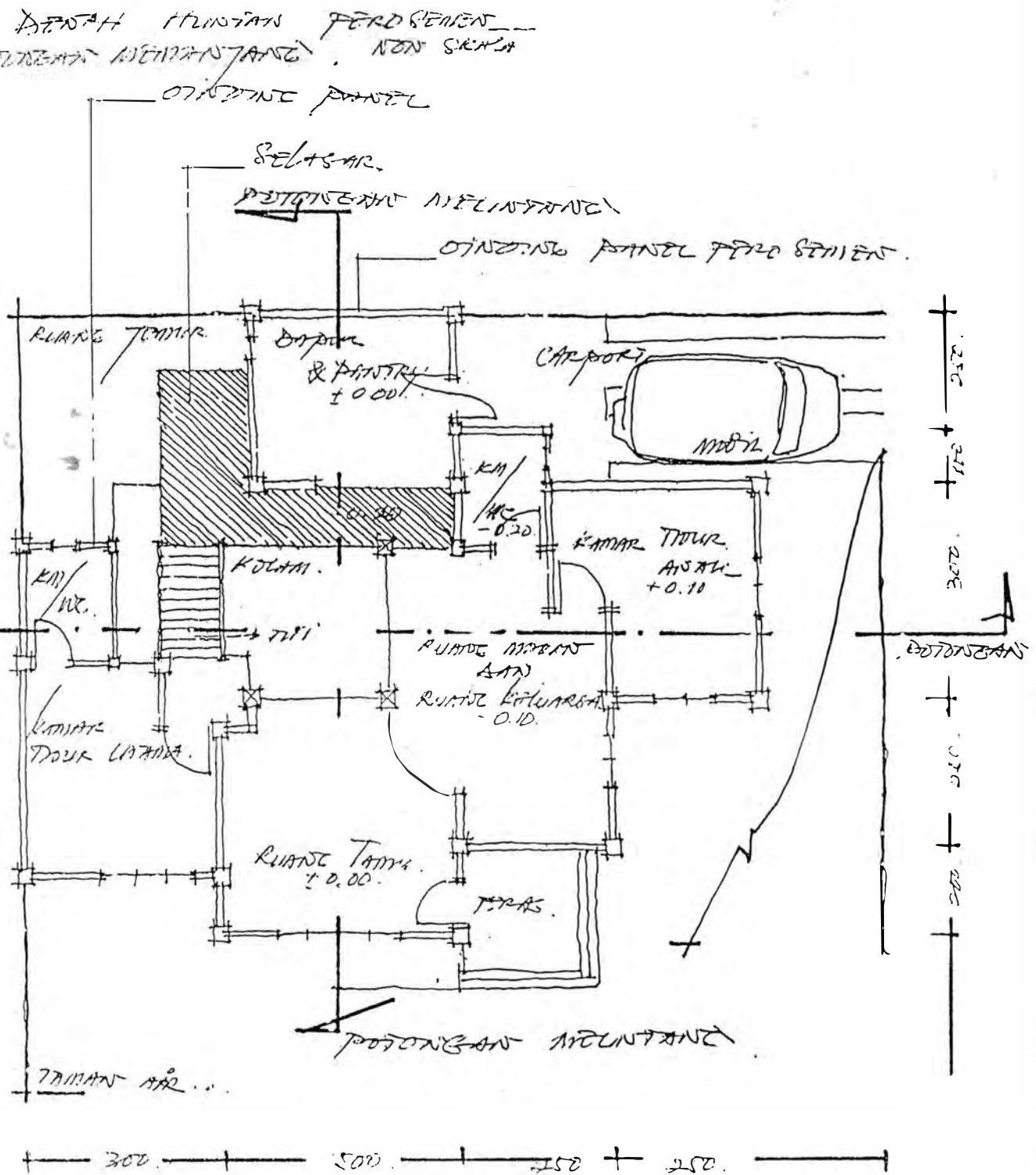
Pada kurun waktu, telah pernah ada ditampilkan dalam **DEMOTEK NASIONAL KE IV** sebuah model hunian yang mempergunakan dinding semen tipis, berukuran tidak melebihi type 45. namun tidak mustahil bila ferosemen nantinya dapat menjadi lebih tinggi daya dukungnya terhadap dinding hunian, bahwa dinding ferosemen dapat dipakai oleh type yang lebih luas lagi (bangunan berlantai 2 atau lebih). Penerapannya sendiri tergantung pada model yang telah dicetak dan direka dari kapasitas bentuk hunian.

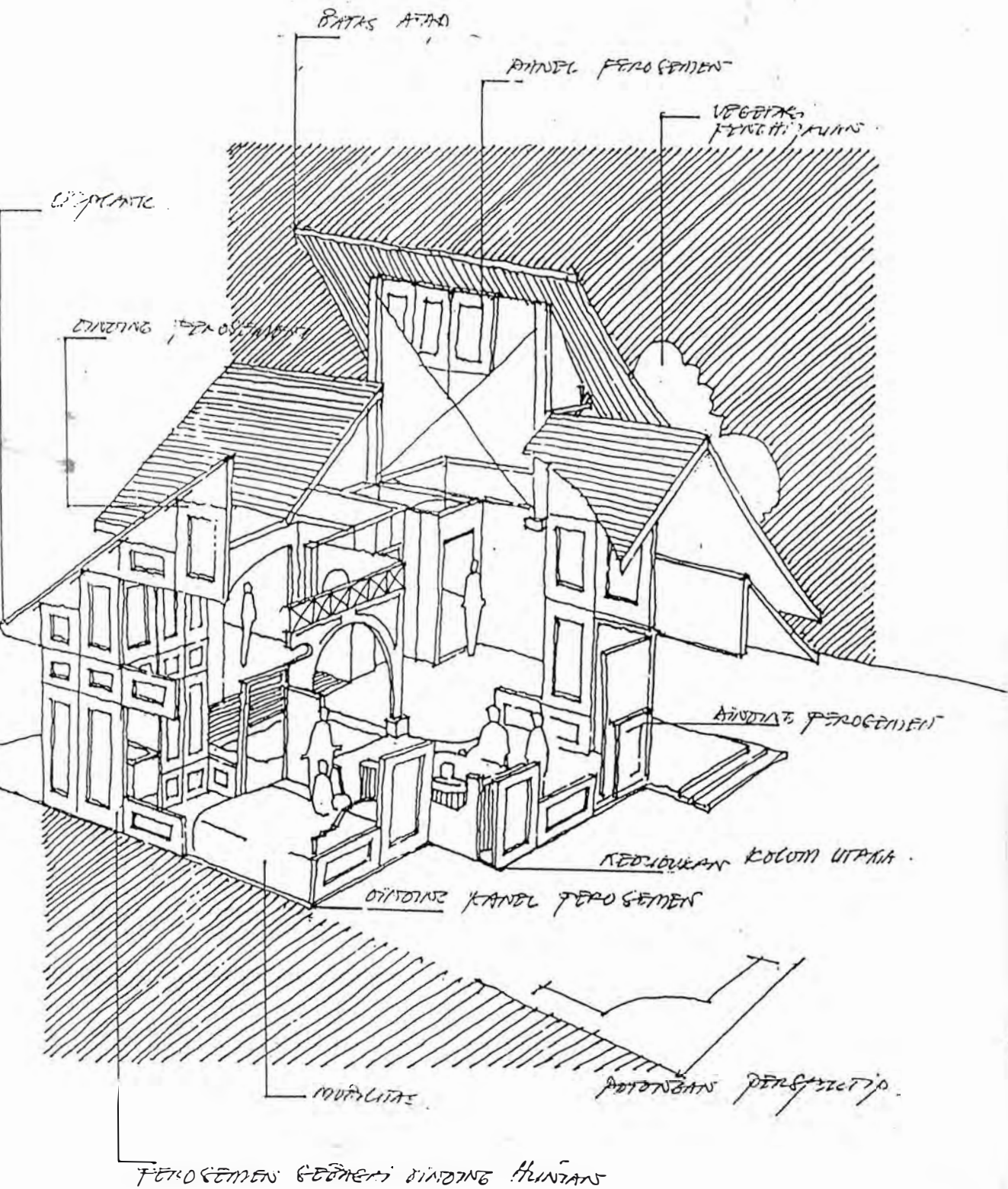
Dalam proyek penelitian ini, dihantarkan pula konsep penerapan dan perancangannya. Sebagai ajuan proposal, meliputi :

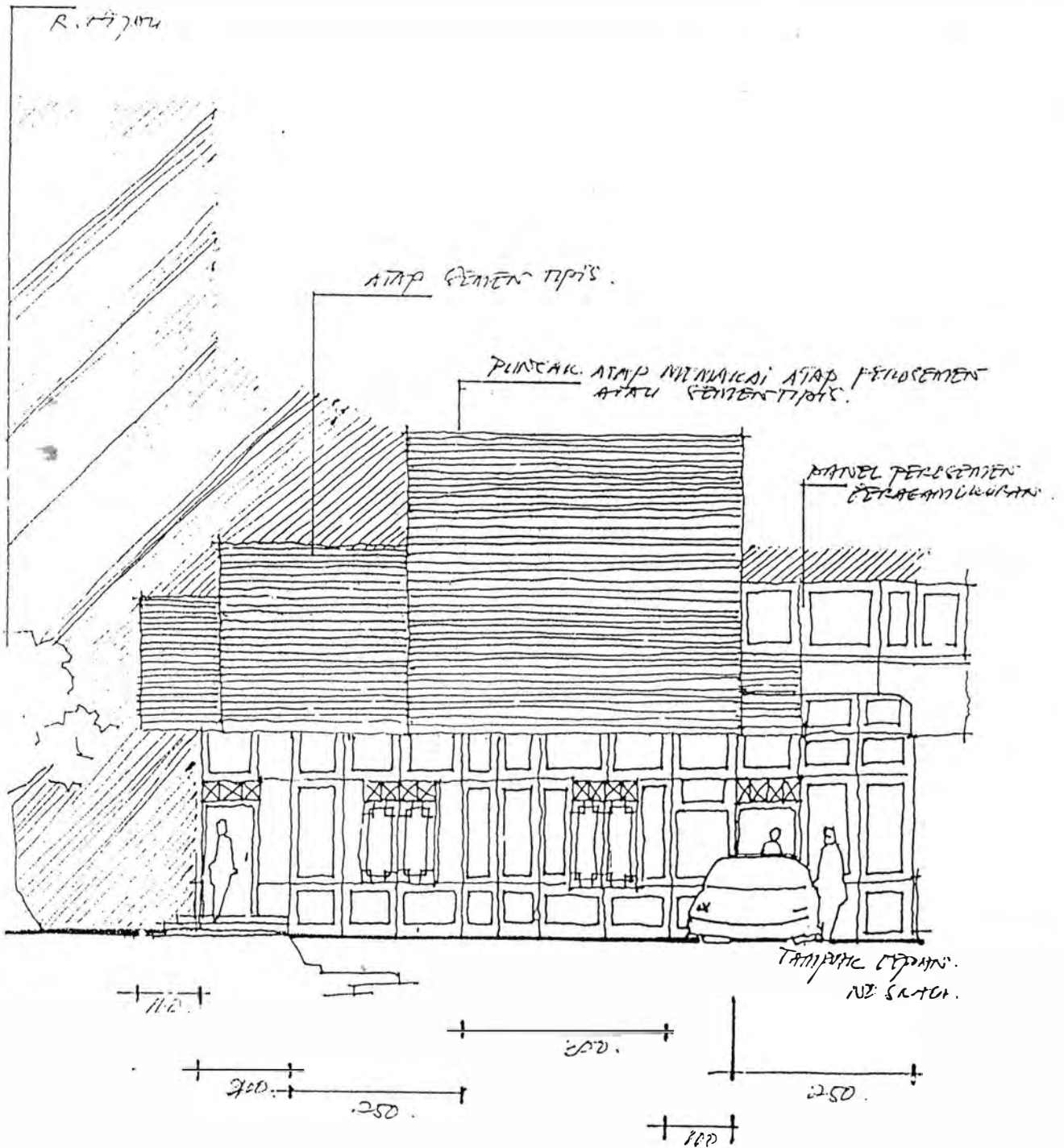
IV.2. Bentuk Hunian.

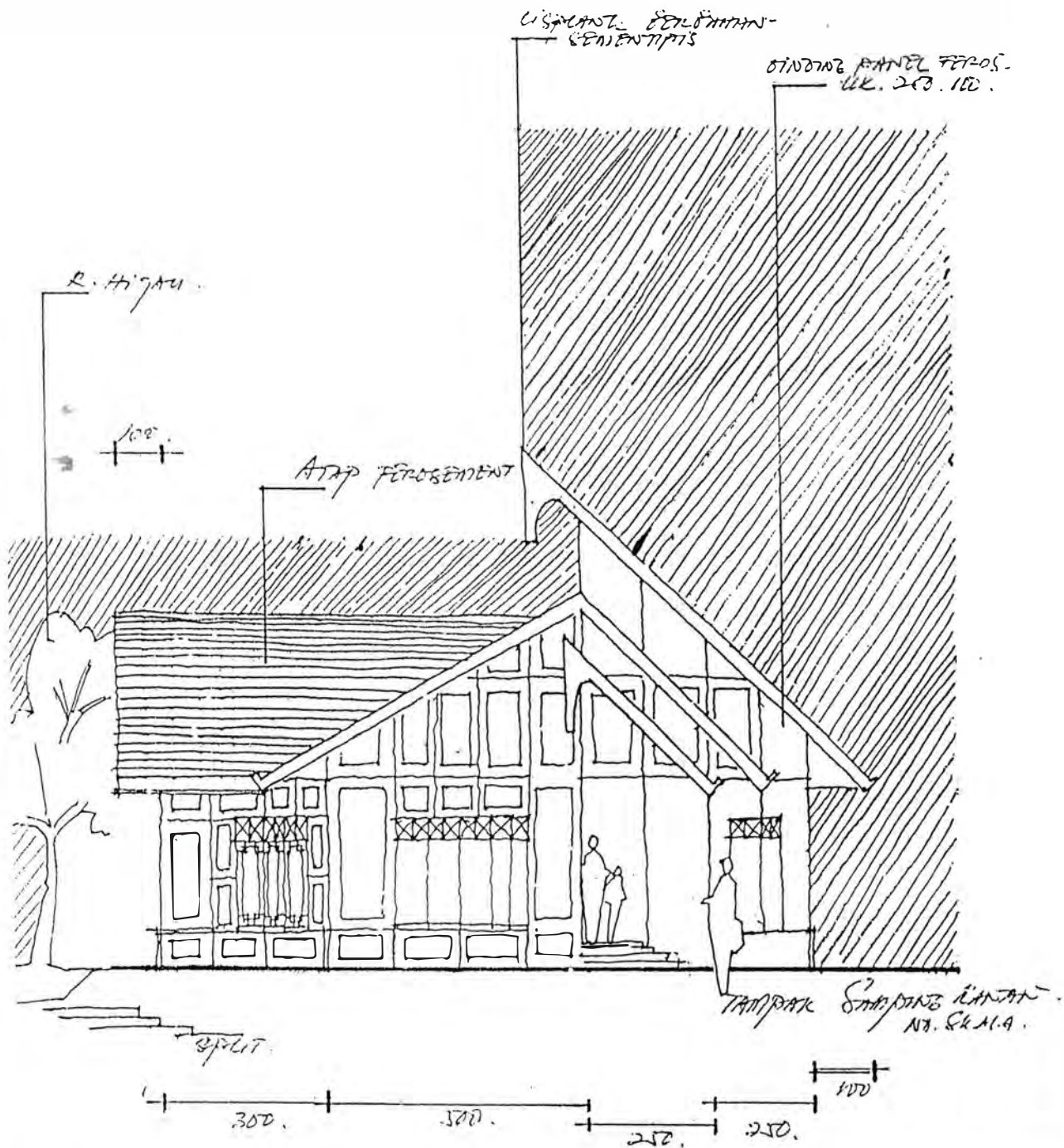
Pembuatan rumah berbiaya rendah pada saat ini masih dicari alternatifnya. Rumah instant yang diperkenalkan dalam demotek adalah salah satunya. Untuk itu, disini pula dibuat secara sketsa (gambar) model bentuk rumah ala fero semen, yakni

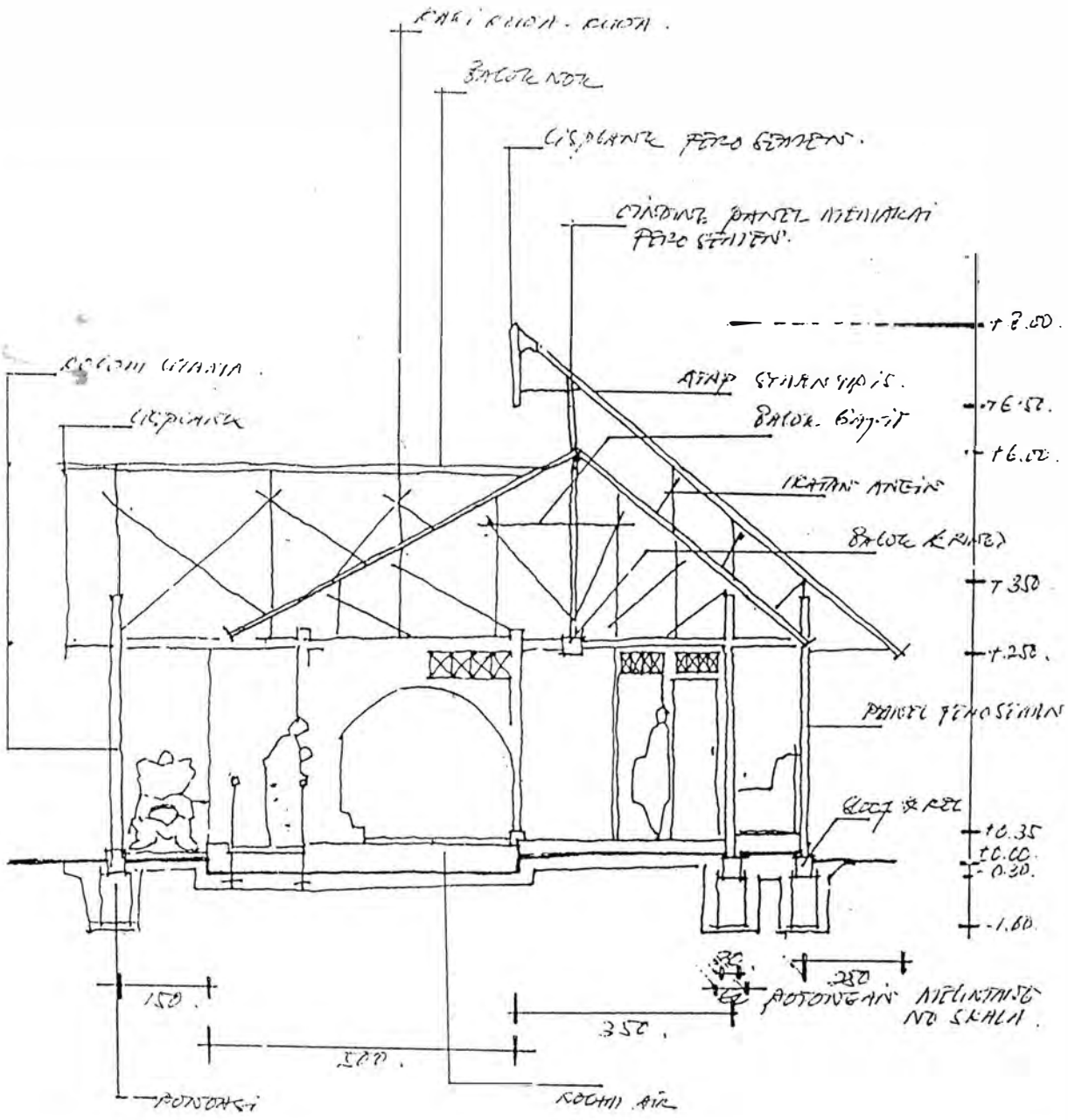


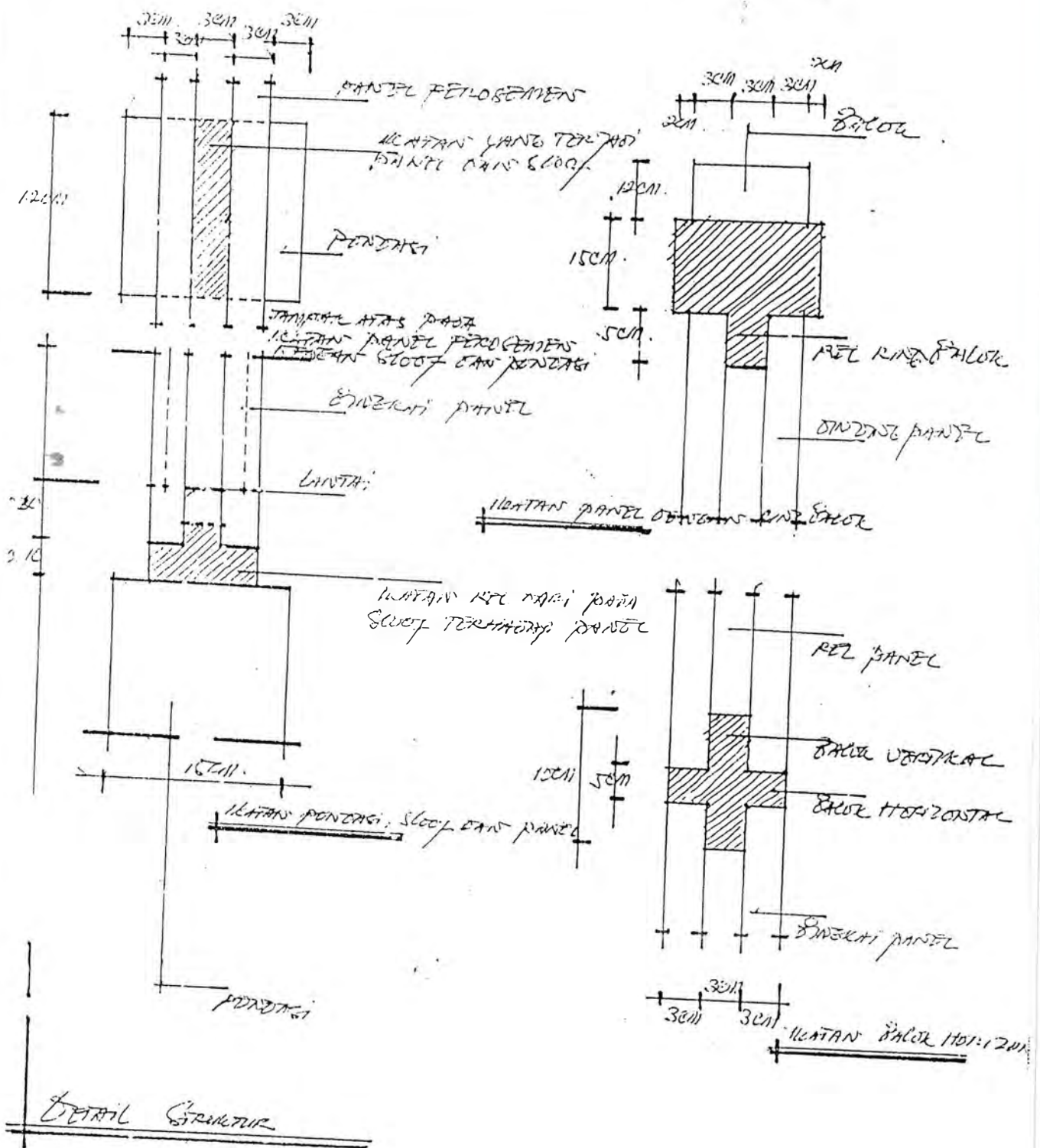


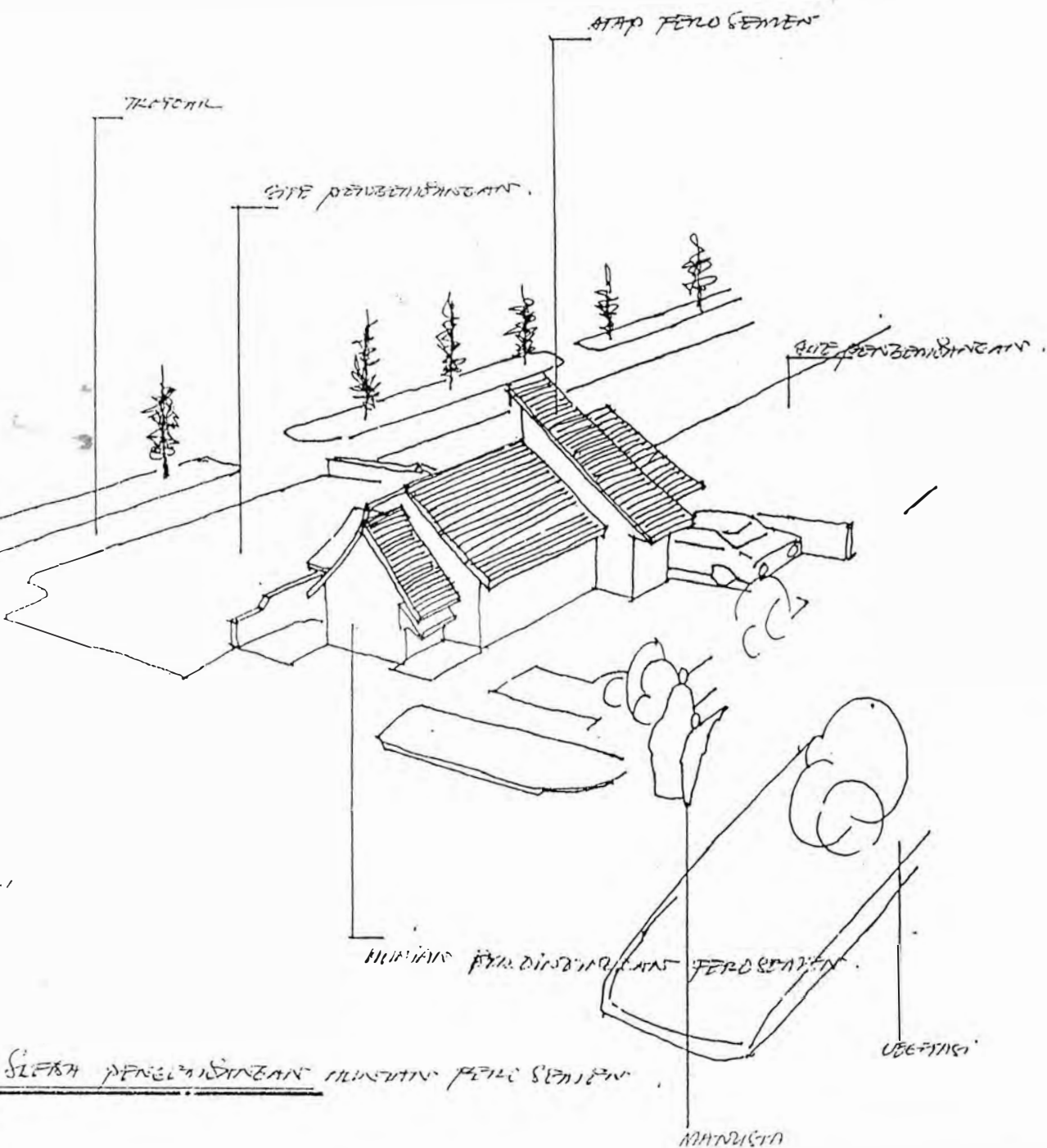


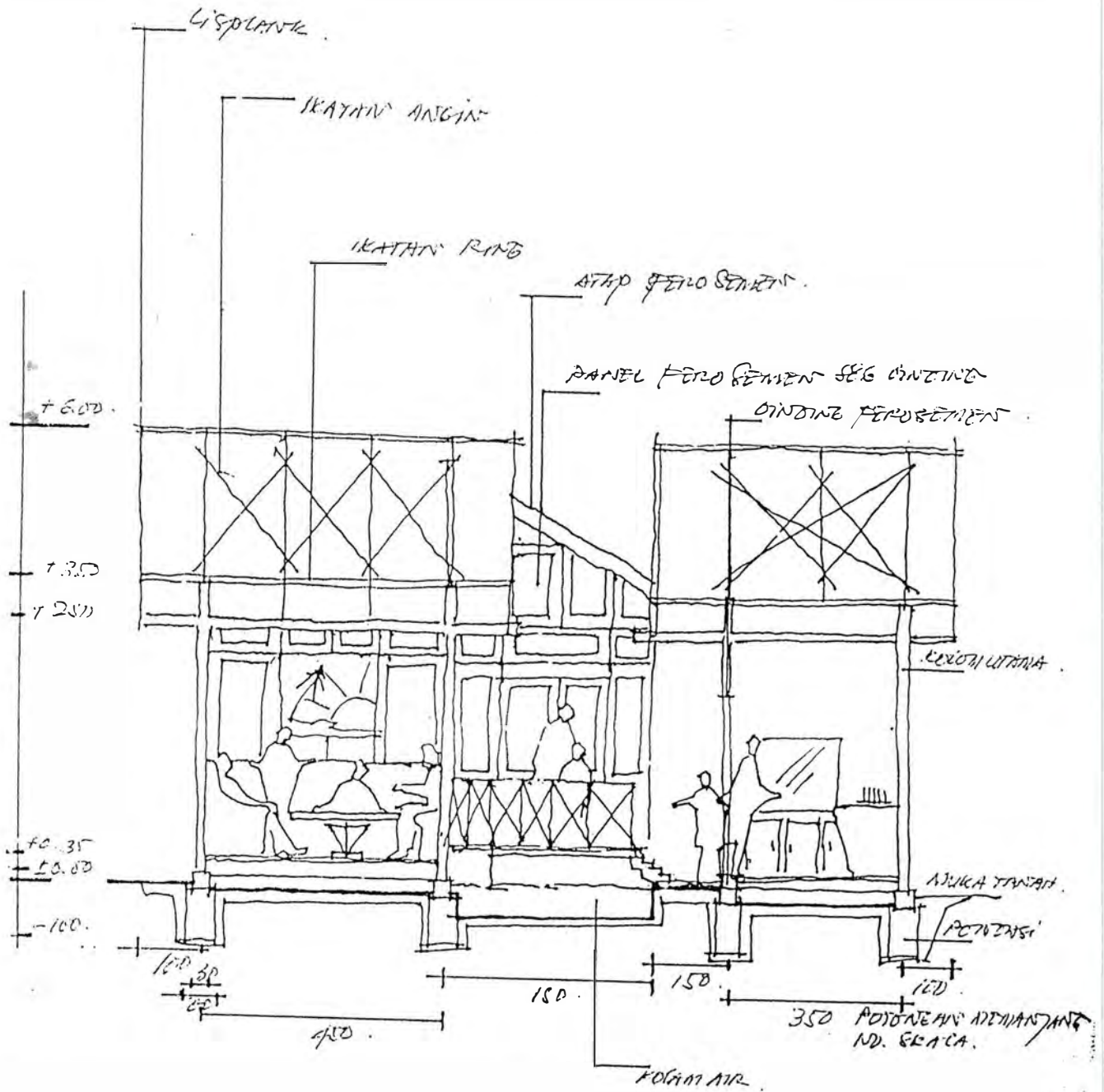












IV.3. MANFAAT PENERAPAN

Telah diketahui bahwasanya hunian sebagai konsumsi pokok masyarakat harus dicermati secara khusus menyangkut keinginan, model, gaya dan lainnya. Apabila keberdayaan dalam pemenuhan material tidak ada, yang terjadi adalah kelebihan pengguna dibandingkan tempat yang dibutuhkan. Dalam antisipasinya untuk menampung kelebihan tersebut, sistem diatas dapat diberlakukan.

Industri perumahan dan yang menyangkut tentang hunian baiknya memakai aturan-aturan agar masyarakat terfasilitasi. Banyak pihak-pihak belum mengetahui bahan-bahan lain dari dinding hunian, sehingga masih dipertahankannya pasangan bata dan batako. Efisiensi materi dan upah pemakaiannya dapat diminimalisir bila memakai dinding ferosemen. Hunian sederhana di Indonesia khususnya, masih berupa kelompok-kelompok hunian seperti perumnas atau lainnya. Harus ada yang berani mengaplikasikannya secara massal dengan mempertimbangkan hasil-hasil yang telah dilakukan oleh negara-negara lain yang khususnya telah menggunakan teknologi ferosemen.

Lazimnya dinding stearafoam ferosemen adalah alternatif pengganti pasangan bata yang memungkinkan perkembangannya semakin spektakuler. Potensi yang ditawarkan akan merangsang pertumbuhan daya beli masyarakat menyangkut pemenuhannya terhadap hunian.

Stearafoam Ferosemen juga dapat dipergunakan untuk melapisi cerukan tanah dengan kemiringan tertentu. Sistem yang bekerja sama pula, sehingga menambah fungsi ferosemen sebagai beton ringan.

IV.4. PIHAK-PIHAK YANG TERKAIT

Ada banyak persoalan dalam industri perumahan, khususnya dinding. Bahan baku yang selama ini dipakai akan mungkin sulit penyediaannya. Sehingga dapat dibangun pabrik untuk pembuatan dinding panel fero semen sebagai pusat rumah produksi dinding panel. Terutama pihak yang terkait dalam usaha industri perumahan (pemerintah), dalam hal ini Departemen Pekerjaan Umum, Kesejahteraan Rakyat, Real Estate Nasional, pihak swasta lainnya. Pihak pemerintah kota juga harus ikut serta mensukseskan sistem dinding fero semen, untuk saling bekerja sama untuk memformat proses hunian massal, dalam hal ini mengadakan rumah-rumah hunian yang asri memakai bahan pengisi dinding fero semen.

Perusahaan Umum Perumahan Nasional, akan tidak kesulitan atas ketidakmampuan daya beli masyarakat dan keterpurukan industri perumahan akibat dari mahalnya harga material bangunan sebagai latar belakang masalah hunian tersebut dapat diselesaikan.

BAB V PENUTUP

Secara umum bahwa diketahui masalah utama mengenai material dinding adalah bergantung harga pada pasaran bila memang ada kemungkinan bahan penyusunnya terbatas. Panel cretastone keramik sebagai dinding lantai dapat dijadikan alternatif lain menggunakan pasangan bata. Hal ini menyokong efisiensi biaya terhadap harga material pekerjaannya, dan sifat-sifat strukturnya sebagai dinding yang daya beli masyarakat terhadap perumahan semakin meningkat.



V.1. Kesimpulan
 Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, bahwa penggunaan cretastone keramik sebagai dinding lantai dapat dijadikan alternatif lain menggunakan pasangan bata. Hal ini menyokong efisiensi biaya terhadap harga material pekerjaannya, dan sifat-sifat strukturnya sebagai dinding yang daya beli masyarakat terhadap perumahan semakin meningkat.

Keterbatasan data yang diperoleh dari penelitian terhadap struktur dan sebagai dinding lantai, tidak kalah oleh pasangan dinding pada umumnya.

Perbandingan yang dapat diambil dari penelitian keramik keramik menyokong pasangan dinding lebih ekonomis, mudah, sampai masa perbaikan dan pemeliharaannya.

BAB V

PENUTUP

Secara umum bahwa diketahui masalah hunian menyangkut material dinding sangatlah bergantung hanya pada pasangan bata dimana ada kemungkinan bahan penyediaannya terbatas. Panel stearafoam ferrocement sebagai dinding hunian dapat dijadikan alternatif lain menggantikan pasangan bata. Hal ini menyangkut efisiensinya terhadap harga material, pekerjaannya, dan sifat-sifat strukturnya sebagai dinding dengan menaikkan daya beli masyarakat terhadap perumahan serta industrinya.

V.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji dan kajian yang telah dilakukan bahwasanya stearafoam fero semen sebagai alternatif pengganti dinding hunian pasangan bata dapat ditarik berupa kesimpulan yaitu :

- a. Masih lemahnya pengetahuan masyarakat menyangkut stearafoam fero semen ataupun dinding tipis (beton ringan), sehingga perlu adanya usaha mensosialisasikan terhadap masyarakat.
- b. Kemampuan daya dukung stearafoam fero semen terhadap struktur dan sebagainya dinding hunian, tidak kalah oleh pasangan dinding pada umumnya.
- c. Perbandingan yang dapat diambil dari stearafoam fero semen menyangkut pasangan dinding lebih ekonomis, mudah, sampai masa perbaikan dan pemeliharaannya.

- d. Kemudahan pembuatan model panel lempengan ferosemen melalui manualisasi dan pabrikannya, khusus bagi industri perumahan.
- e. Menciptakan proses reproduksi tersendiri dengan pekerjaan pembangunan hunian melalui industri perumahan.
- f. Mengusahakan stearafoam ferosemen digunakan secara massal, sehingga laju pertumbuhan industri perumahan akan meninggi.
- g. Pengaktualisasian sistem struktur stearafoam ferosemen dalam pembelajarannya kepada masyarakat.

V.2. PENUTUP

Walaupun di dunia sudah banyak bangunan gedung yang mempergunakan bahan ferrocement, namun penggunaannya di Indonesia masih belum sepopuler bahan beton bertulang atau baja. Ternyata masalah penggunaan bahan bangunan baru, sangat ditentukan selain oleh aspek psikologis, juga aspek institusi pemakai. Organisasi yang ada dalam industri konstruksi dapat merupakan kendala dalam pengembangan teknologi dan pemilihan suatu bahan bangunan.

Peranan pemerintah dalam negara berkembang sangat kuat, terutama dalam kaitan pembuatan standard, peraturandan masalah sumber dana yang berkaitan dengan penggunaan bahan. Dorongan dan pemerintah merupakan upaya yang diharapkan untuk mengembangkan suatu bahan bangunan yang dapat memberikan keuntungan lebih dari aspek ekonomis dan juga ketahannya terutama dalam penggunaan dinding stearafoam sebagai alternative pengganti batu bata.

Visi dan misi yang menyangkut usaha pemakaian stearafoam ferosemen secara mayoritas kepada masyarakat, dengan strategi melalui pengurangan proses

pembelian material dan pemenuhannya. Yakni tidak terlalu membebankan kuantitas namun menambahkan kualitas. Dalam upayanya memakmurkan rakyat dibidang pemnuhan akan hunian.

V.3. DAFTAR PUSTAKA

1. Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Berdasarkan SKSN 1-15-1991 oleh Ir. W.C. Via Penerbit Erlangga 1991
2. Beton Bertulang, Prof. D. R. Rooseno, Jakarta 1 Januari 1974.
3. Laporan Praktikum Beton, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FISU, Tahun 1992
4. Ilustrasi Desain Interior Oleh Francis D.K. Chong, Penerbit Erlangga
5. Perencanaan Beton, Mahyuddin Rami, Penerbit Erlangga
6. Beton, Oleh A.Z. Purnomo, Penerbit Pustaka
7. Beton, Oleh A.Z. Purnomo, Penerbit Pustaka
8. Beton, Oleh A.Z. Purnomo, Penerbit Pustaka
9. Beton, Oleh A.Z. Purnomo, Penerbit Pustaka
10. Beton, Oleh A.Z. Purnomo, Penerbit Pustaka
11. ACI Committee 549, State-of-the-Art Report on Ferrocement, 1973
12. Oxford Dictionary, New Webster Dictionary, 1989
13. Hassan Shadiq, Ensiklopedi Indonesia, Jilid 10, Van Hoeve, 1989
14. ACI Committee 549, State-of-the-Art Report on Ferrocement, 1973
15. G.S. Ramaswami, Ferrocement, A New Material, Scientific Research, 1974
16. R.R. Walker, Behavior of Ferrocement, New York, Mc Graw Hill, 1973

V.3. DAFTAR PUSTAKA.

1. Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang. Berdasarkan SKSNI T-15-1991 oleh Ir. W.C. Vis Penerbit Erlangga 1994.
2. Beton Bertulang, Prof. Ir. R. Roosseno. Jakarta 1 Januari 1954.
3. Laporan Praktikum Beton. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil UISU. Tahun 1992.
4. Ilustrasi Desain Interior. Oleh Francis D.K. Ching. Penerbit Erlangga
5. Ferosemen Dalam Teknologi Binaan. Oleh Mahyuddin Ramli. Penerbit Dewan Badan Pustaka Kuala Lumpur 1998.
6. Analisa Bangunan. Oleh Zainal A.Z. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1997.
7. Mekatronika. Teknologi Konstruksi Ferrocement. Pusat Teknologi Pembangunan ITB. 1979
8. United Nation. Boats From Ferrocement. 1972
9. IFIC. Journal of Ferrocement. Vol.25, no.2, April, 1995.
10. Austriaco Robles. "Historical Ferrocement". Journal of Ferrocement. Vol.25, no.1, January 1995
11. ACI Committee 549. State-of-the-art Report on Ferrocement. 1977
12. Grolier Incorporation. New Webster Dictionary. 1989
13. Hassan Shadily. Ensiklopedi Indonesia. Ichtiar Baru-Van Houve. 1989
14. ACI Cimmittee 549. State-of-the-Art Report on Ferrocement 1977
15. GS. Ramaswami. Ferrocement A New Material. Scientific Research. 1974
16. BR. Walkus. Behaviour of Ferrocement. New York : Mc. Graw Hill. 1975

17. Anshori Djausal. Pengembangan Terapan Teknologi. ITB.1989
18. Naaman Sabnis. Recent Development of Ferrocement. John Wiley. 1978
19. IFIC. "Shear Reinforcement for Beams Ferrocement". Journal of Ferrocement. Vol.27. no.1. 1977
20. IFIC. Journal of Ferrocement. Vol.11. no. 1, January. 1981
21. Georg Lippsmeier. Tropenbau (Building in the Tropics). Jakarta
22. Donald Watson, Kenneth Labs. Climatic Building Design. McGraw Hill. 1983
23. Nobert Lechner. Heating, Cooling, Lighting, Design Methods for Architec. John Wiley. 1991
24. Ir. Anshori Djausal, MT. Wawancara tanggal 18 Maret 1999. Bandar Lampung
25. Nucolorvue Prod. Sidney Opera House. Australia. 1987
26. Pier L Nervi. Structures. FW Lodge Corp. 1963
27. IFIC. Journal of Ferrocement. Vol.26, no.4, October 1996
28. IFIC. Journal of Ferrocement. Vol.28, no.2, April 1998
29. IFIC. Journal of Ferrocement. Vol.26, no.4, October 1986
30. IFIC. Journal of Ferrocement. Vol.26, no.4, October1986
31. Ada Louise Huxtable. Pier Luigi Nervi. The George Braziler Inc. 1960
32. Badan Sinfar IAI. Gedung MPR/DPR RI, Sejarah dan Perkembangannya. 1995
33. R. Sutrisno. Bentuk Struktur Bangunan dalam Arsitektur Modern. Jakarta

34. PT. Titian Rekacipta.

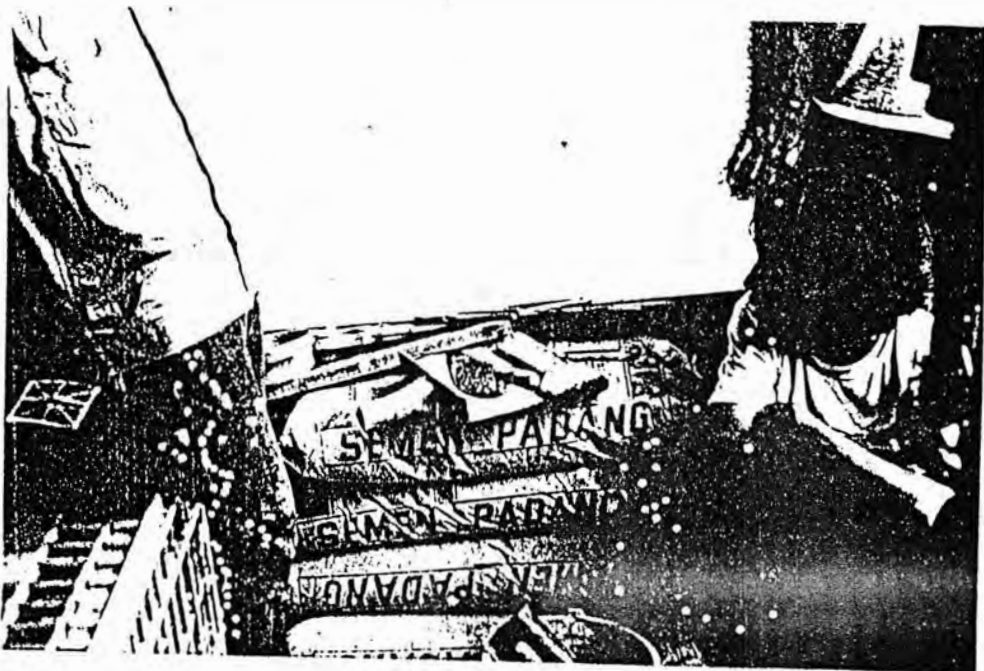
35. Pengkajian Teknis Bangunan Gedung YTKI. 1997



1. Foto sistem pembuatan panel



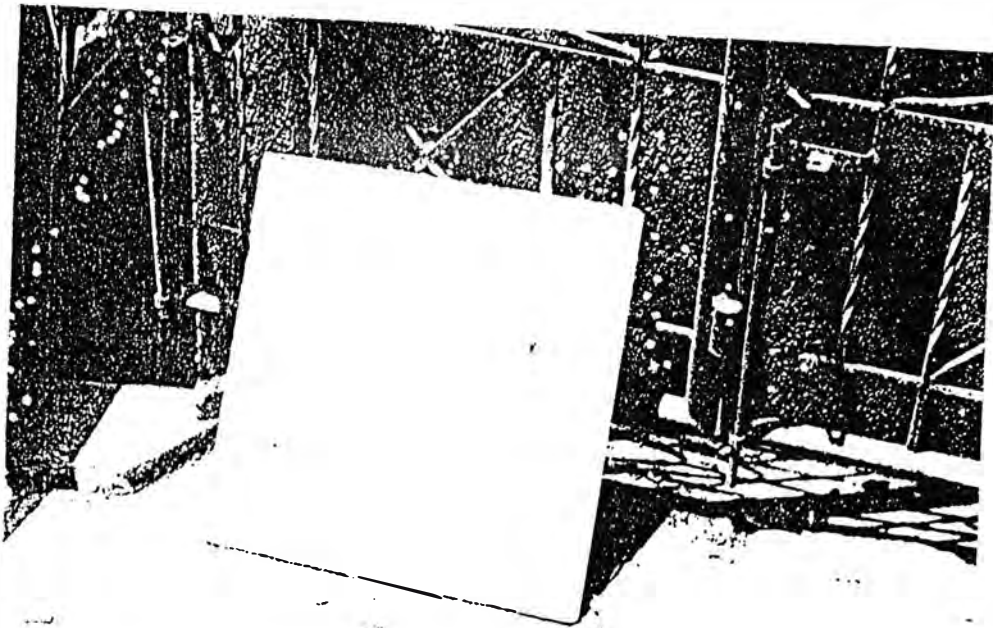
2. Foto pengikatan jaring hexagon terhadap sterafoam



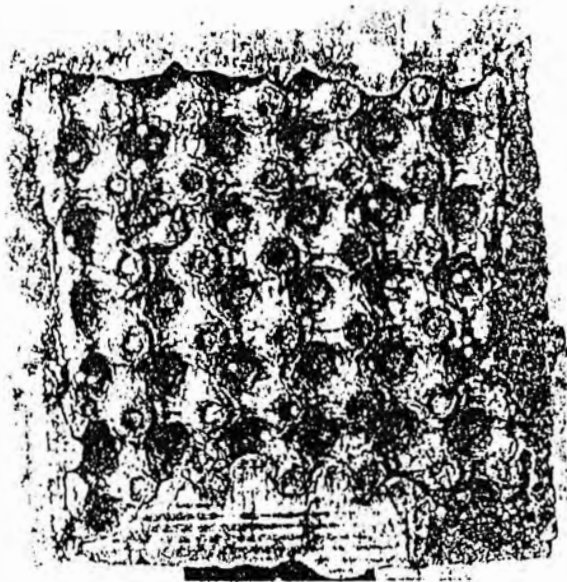
3. Foto kebutuhan pekerjaan fero semen



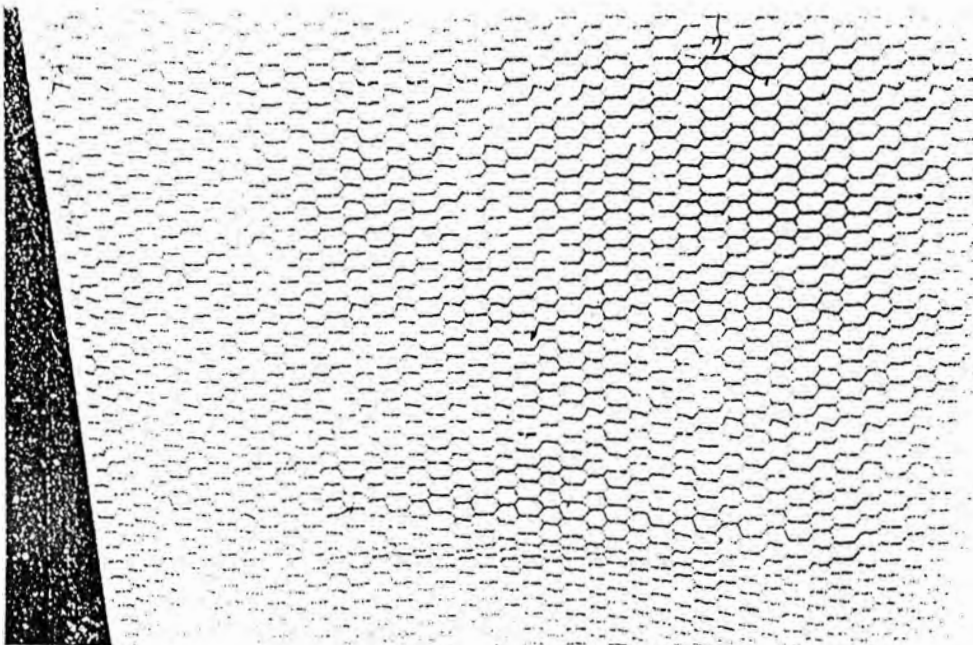
4. Foto pengukuran bentang pengisi sterafoam



5. Foto sterafoam sebagai bahan pengisi



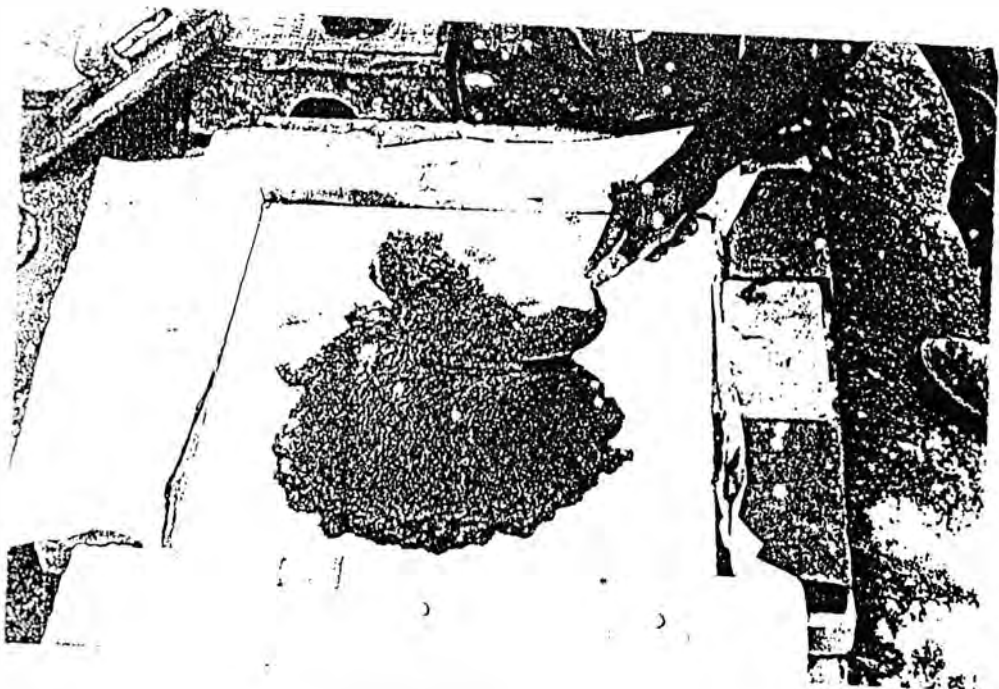
6. Foto ikatan rangka ruang pada isian panel



7. Foto detail jaring hexagon sebagai tulangan



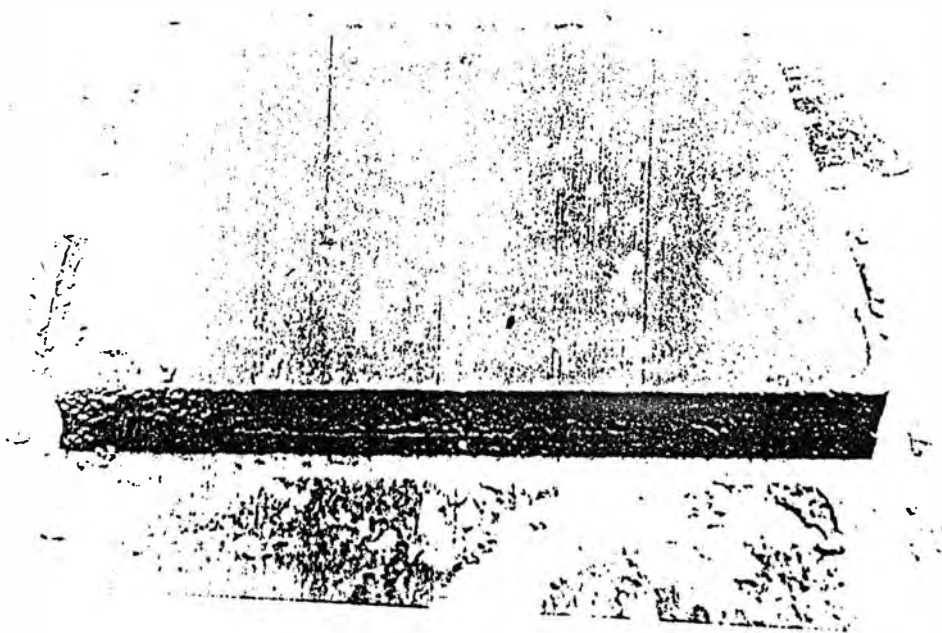
8. Foto jaring hexagon menjepit sterafoam



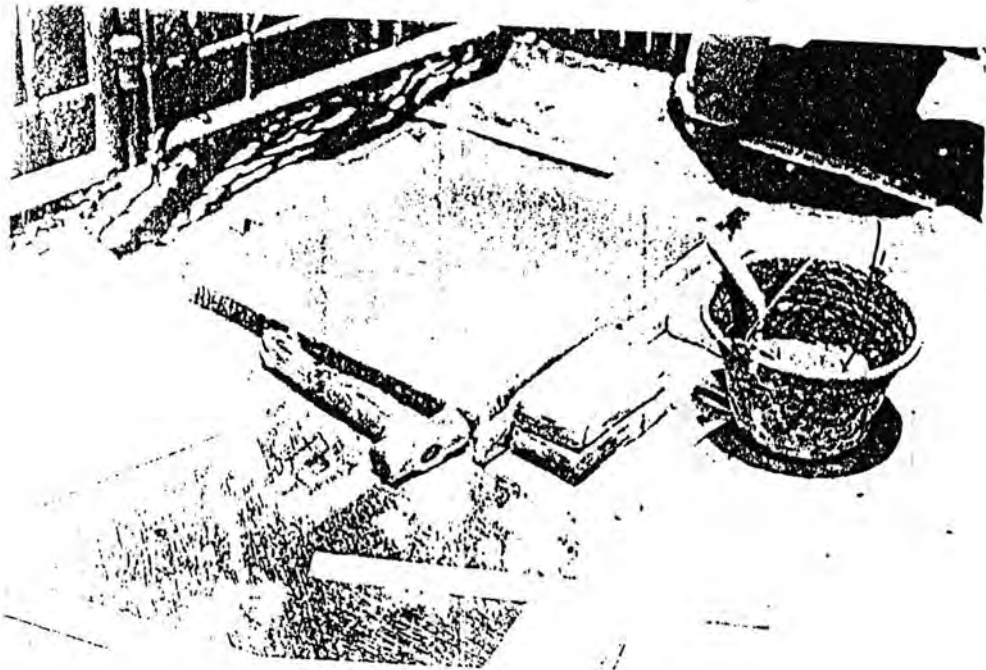
9. Foto pelapisan spesi pada sterafoam



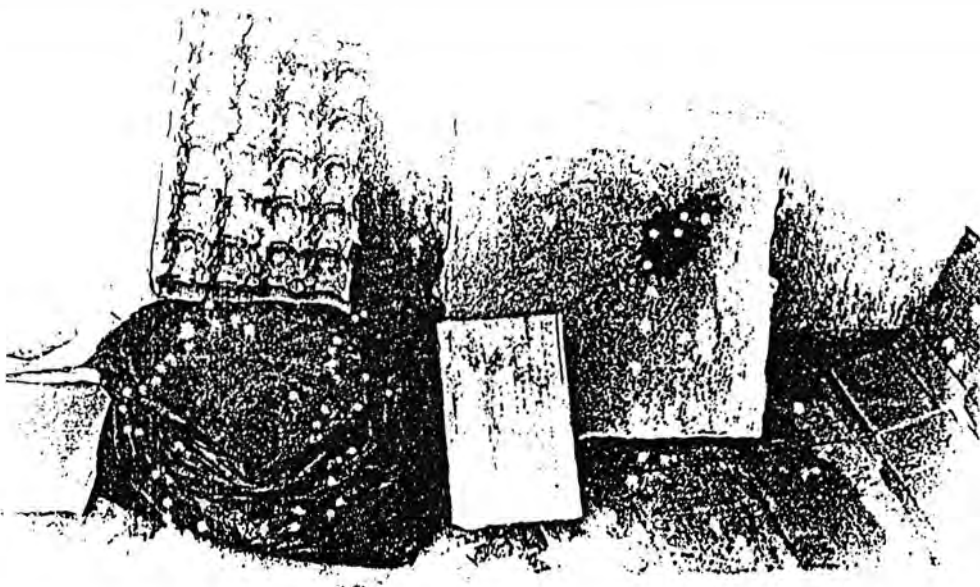
10. Foto penghalusan lapisan sterafoam



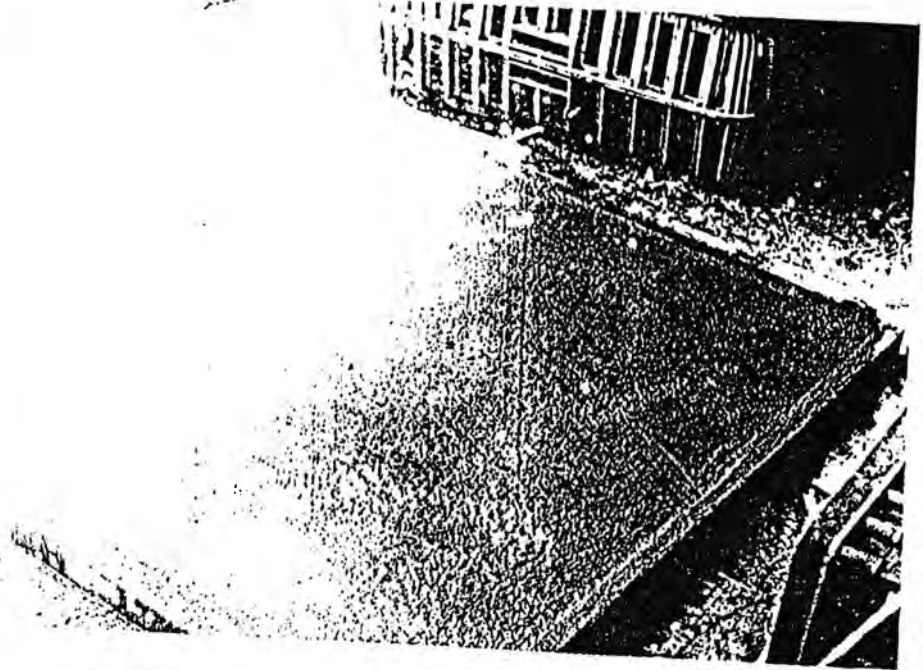
11. Foto panel ferosemen sterafoam



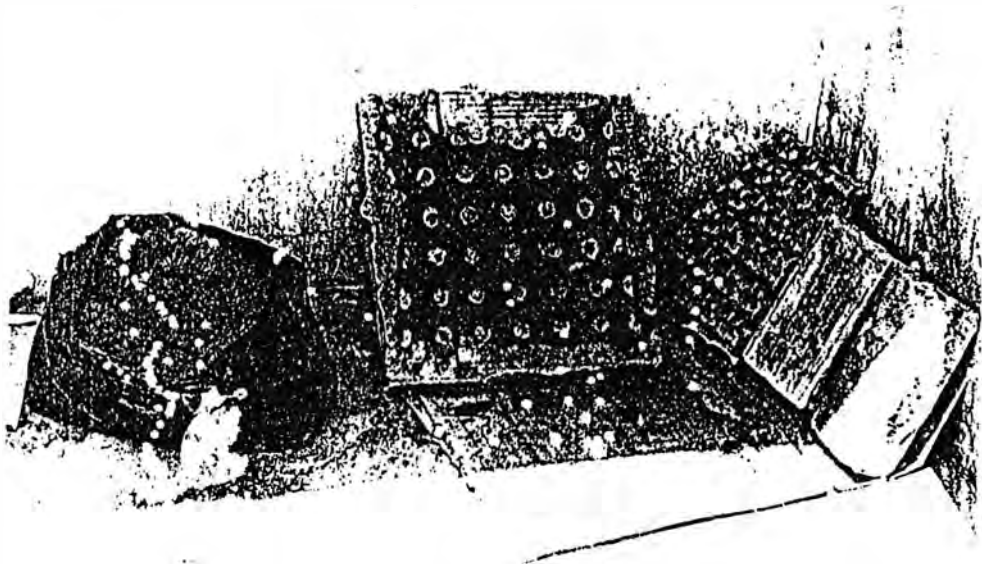
12. Foto panel ferosemen yang telah siap



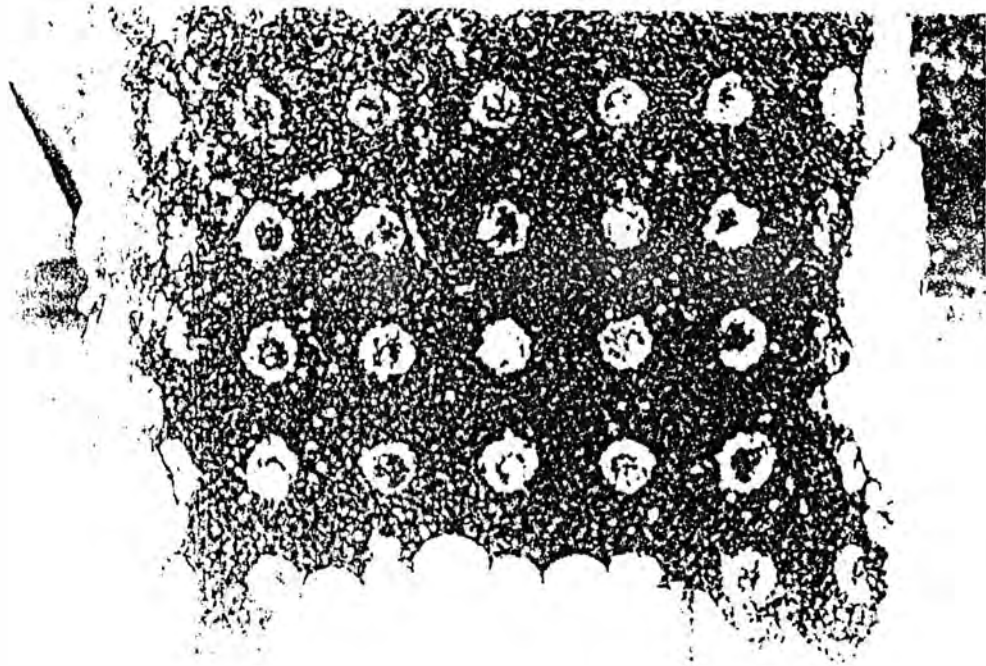
13. Foto panel ferosemen dengan pengisinya



14. Foto panel feyosemen dalam pengeringan



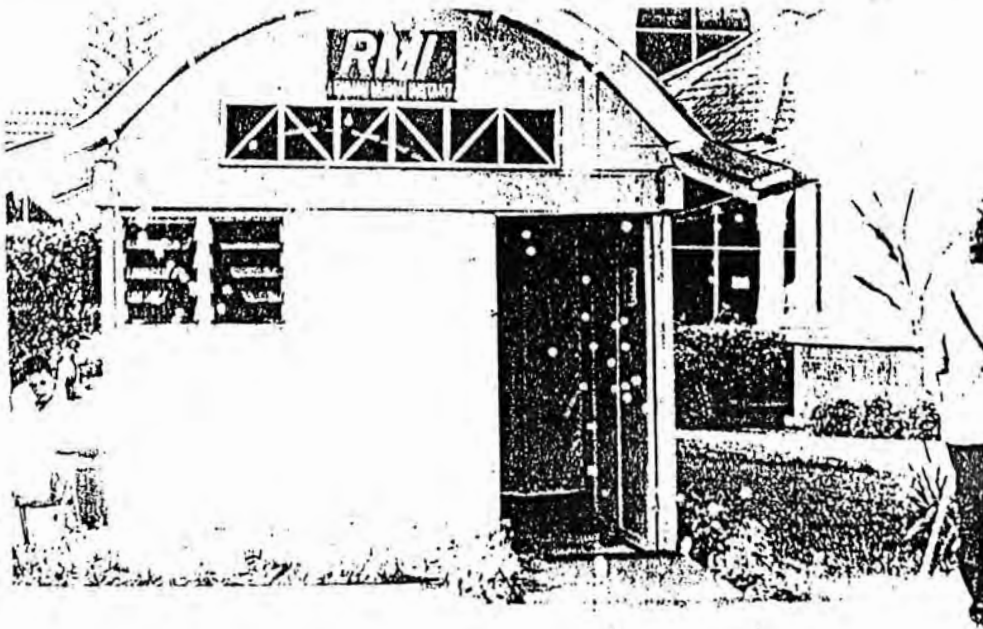
15. Foto bahan-bahan alternatif pengisi



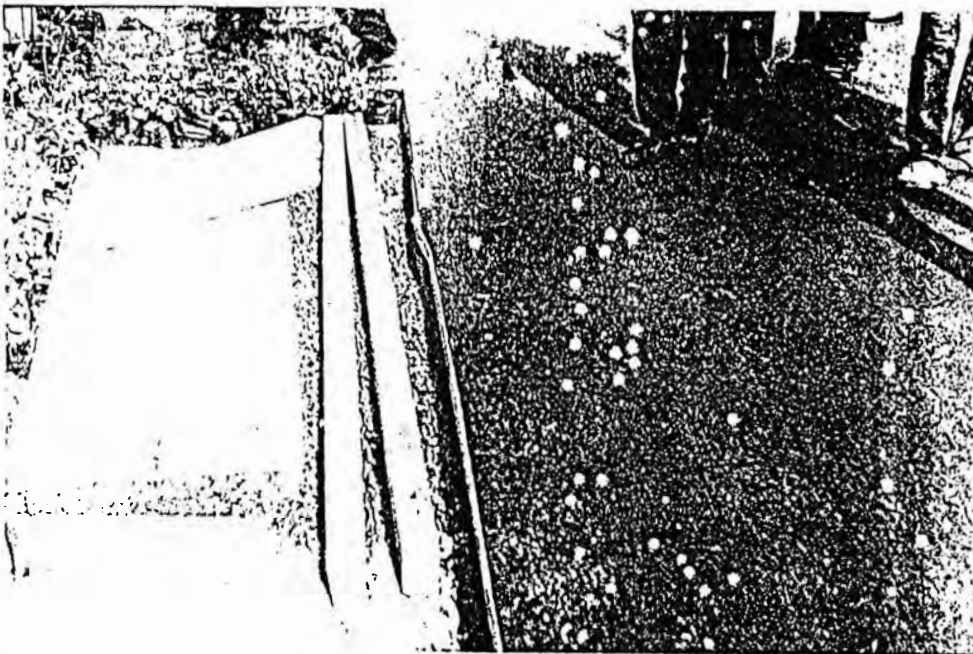
16. Foto detail bahan pengisi



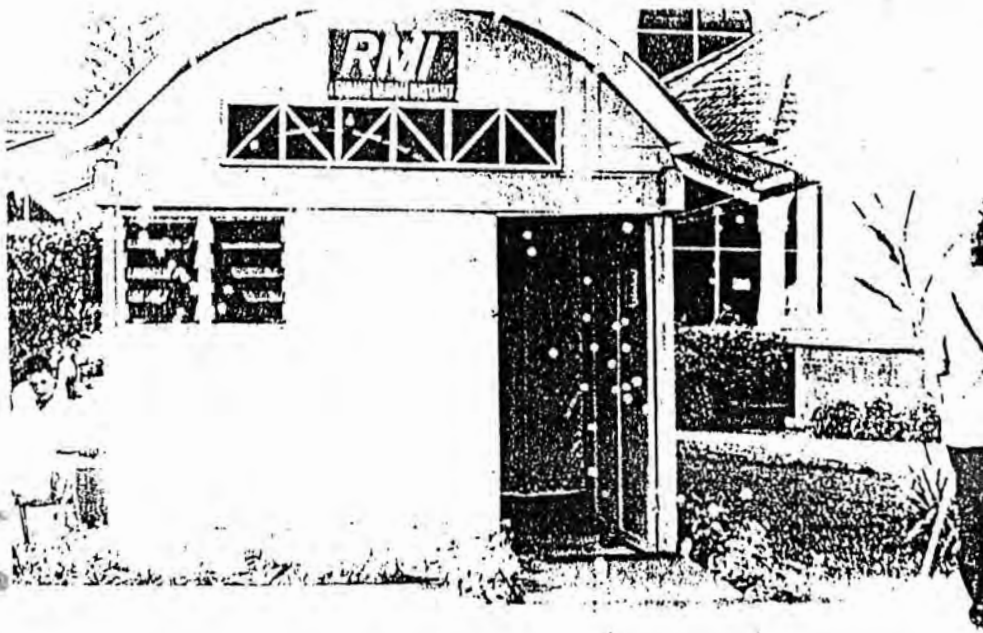
17. Foto panel ferosemen dalam keikut sertaanya di Demotek Nasional KE IV



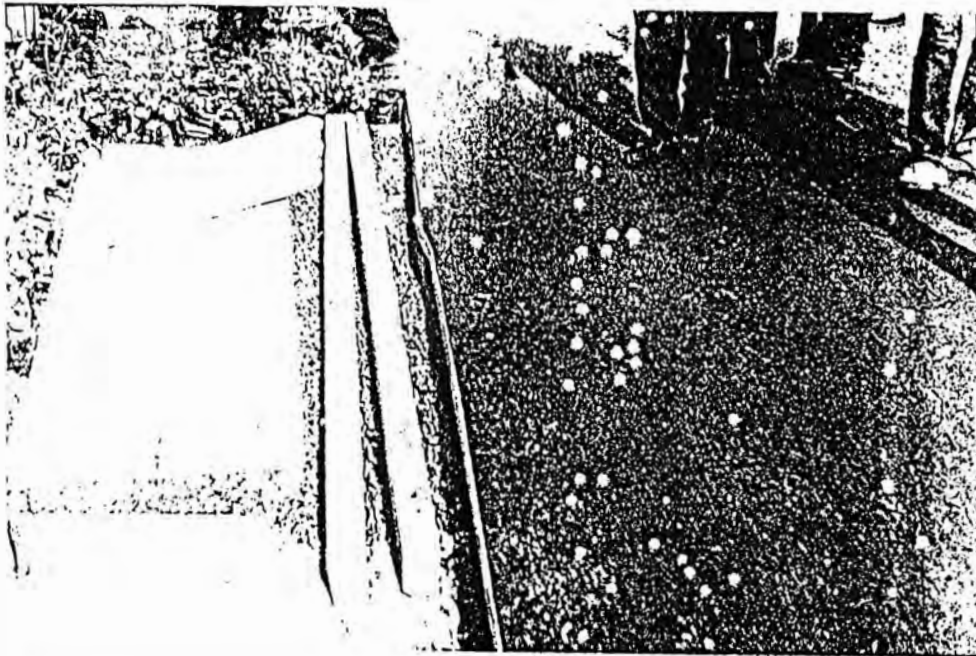
18. Foto rumah Instant dalam Demotek Nasional KE IV



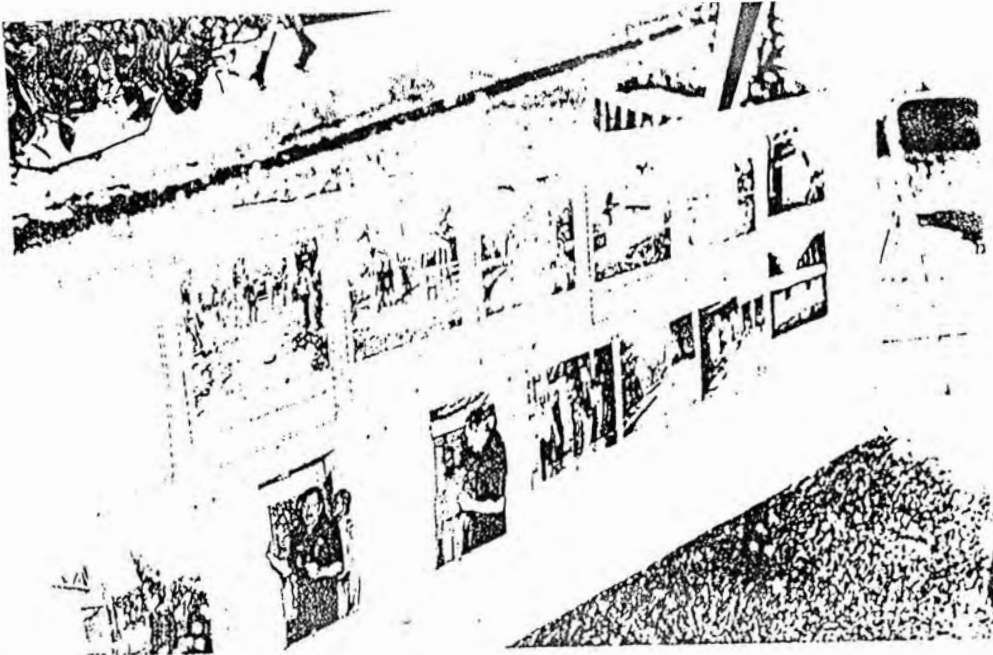
19. Foto kolom-kolom pengikat panel pada Demotek Nasional KE IV



18. Foto rumah Instant dalam Demotek Nasional KE IV



19. Foto kolom-kolom pengikat panel pada Demotek Nasional KE IV



20. Foto Gubsu Bapak T. Rizal Nurdin dalam pembangunan rumah instant