

ANALYSIS COMPARISON OF LIGHTWEIGHT CONCRETE WALL WITH M-SYSTEM WALL (Case Study Providentia Dei Dormitory Project)

Suzaeni

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

email: sipil@untag-sby.ac.id

Abstract

In construction project activity required innovation in order to achieve the main objectives and targets that the project quality, cost and time. On the selection of building materials to be used, will have a considerable impact on project cost and schedule planning. Lightweight Concrete (autoclaved Aerated Concrete) is a product of high-tech brick that can help to entered a new era in construction. Advantage Lightweight Concrete is high-quality raw materials and environmentally friendly. Simplicity, fastness and tidiness of the implementation is advantages of Lightweight Concrete. M-Systems is a technology in building materials using a modified polystyrene as a load resistant element. Polystyrene modification is done by providing high quality wire mesh frame and polystyrene coated with a relatively thin layer of coating. The advantages of the M-System 's technology is not only strength load resistant, but also environmentally friendly, lighter, fire resistant, sound-proofed and strength resistant. This research aims to compare the used of Lightweight Concrete wall with M - System wall by analyzing the difference of price.

The results has got from this research is M-System wall 2.63 times more expensive than the Lightweight Concrete.

Keywords: *Lightweight Concrete, M-System, Polystyrene, price analysis.*

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi di bidang konstruksi yang mengharuskan kita lebih memperhatikan standart mutu dan efektifitas kerja untuk dapat berperan serta dalam meningkatkan sebuah pembangunan. Diperlukan suatu bahan bangunan yang dapat memiliki keunggulan-keunggulan yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bangunan yang sudah ada selama ini. Selain itu bahan tersebut harus memiliki beberapa keuntungan seperti bentuk yang dapat menyesuaikan dengan keperluan, daya tahan yang kuat, kecepatan pelaksanaan konstruksi serta keuntungan dalam segi biaya. Selain dari pada itu bahan bangunan tersebut haruslah dapat digunakan pada segala jenis bangunan konstruksi termasuk bangunan tingkat tinggi. Jenis bahan bangunan pada bangunan konstruksi tersebut sangatlah bervariasi misalnya batu bata, pasir, kerikil, dll. Akan tetapi yang

akan dibahas adalah bahan bangunan yang masih relatif baru di Indonesia, yaitu Beton Ringan (*Autoclaved Aerated Concrete*) dan M-System.

Beton Ringan (*Autoclaved Aerated Concrete*) merupakan sebuah produk batu bata alternatif berteknologi tinggi yang dapat membantu untuk memasuki era baru di bidang konstruksi. Selain itu Beton Ringan adalah bahan alternatif yang terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi yang ramah terhadap lingkungan. Kemudahan, kecepatan, serta kerapuhan dalam membangun rumah tinggal, gedung komersial dan bangunan industri merupakan kelebihan dari Beton Ringan. Untuk pelaksanaan proyek konstruksi sangatlah mudah dan tidak memakan waktu lama, oleh karena dinding pelapis atau plesteran yang digunakan lebih tipis dibandingkan dengan plesteran yang digunakan untuk batu bata merah biasa. Keuntungan lainnya adalah penghematan dalam biaya struktur bangunan karena

beban Beton Ringan lebih ringan dibandingkan dengan batu bata konvensional.

Disamping munculnya teknologi Beton Ringan (*Autoclaved Aerated Concrete*), saat ini muncul suatu teknologi baru, yaitu material bangunan yang berbahan dasar *Polystyrene*. Bahan bangunan ini telah dikembangkan di negara Eropa dan turut berkontribusi dalam menjaga lingkungan karena proses fabrikasi *Polystyrene* tidak menggunakan *Chlorine* yang dapat merusak lapisan ozon, dan dalam aplikasinya bahan bangunan ini menggunakan beton dengan volume yang lebih sedikit dibanding dengan bahan bangunan lainnya. Bahan bangunan ini menggunakan beton dengan volume lebih sedikit karena beton hanya digunakan sebagai pelapis atau pengisi pada *Polystyrene* yang digunakan.

Salah satu teknologi yang menggunakan *polystyrene* yang cukup terkenal di Indonesia adalah M-System. Teknologi ini menggunakan bahan *polystyrene* yang di modifikasi sebagai elemen pemikul beban, modifikasi *polystyrene* ini dilakukan dengan memberi rangka wire mesh mutu tinggi dan melapisi *polystyrene* dengan lapisan plaster relatif tipis, menjadikannya sebagai elemen struktur yang hampir serupa dengan dinding pemikul beban seperti shear wall.

Teknologi M-System ini tidak hanya kuat dalam memukul beban, tetapi juga ramah lingkungan, lebih ringan, tahan api, kedap suara, dan telah teruji kekuatannya dalam menahan beban gempa. Teknologi M-System juga menawarkan kemudahan dalam pelaksanaannya sehingga menguntungkan pihak-pihak yang menginginkan suatu proses konstruksi yang lebih cepat.

Penentuan keputusan pada sebuah proyek mengenai bahan mana yang akan dipakai, akan memiliki dampak yang cukup besar pada perencanaan jadwal dan biaya proyek. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan perbandingan harga, perbandingan produktivitas, perbandingan berat, serta perbandingan kekuatan antara

dinding Beton Ringan dinding M-System.

II. DASAR TEORI

2.1. Beton Ringan (*Autoclaved Aerated Concrete*)

Beton Ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan dari pada beton pada umumnya. Beton Ringan sering disebut sebagai Beton Ringan Aerasi (*Aerated Lightweight Concrete / ALC*) atau sering disebut juga *Autoclaved Aerated Concrete / AAC* yang mempunyai bahan baku utama terdiri dari pasir silika, kapur, semen, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang yang kemudian dirawat dengan tekanan uap air.

Tabel 2.1 Spesifikasi teknis Beton Ringan

Panjang, L (mm)	: 600						
Tinggi, H (mm)	: 200 ; 400						
Tebal, T (mm)	: 75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200						
Berat jenis kering, (ρ)	: 530 kg/m ³						
Berat jenis normal, (ρ)	: 600 kg/m ³						
Kuat tekan, (s)	: ≥ 4,0 N/mm ²						
Konduktifitas termis, (λ)	: 0.14 W/mK						
Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m ³	m ²	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m ³	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

Sumber: PT. Viccon Modern Industry (2013)

2.2. Kelebihan Beton Ringan (*Autoclaved Aerated Concrete*)

Ada beberapa kelebihan dari Beton ringan atau *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)*, yaitu :

- **Tahan Gempa** : karena mempunyai berat jenis yang ringan, Beton Ringan mempunyai ketahanan yang baik terhadap getaran hebat atau gempa.
- **Daya Serap Air Rendah** : Beton Ringan mempunyai daya serap air yang rendah sehingga terasa lebih nyaman karena resiko terjadinya flek pada dinding akan berkurang.
- **Kedap suara** : Karena Beton Ringan mampu menyerap gelombang suara dengan baik

- **Cepat dan Rapi** : Ukuran Beton Ringan yang presisi dan bersudut siku serta berat yang ringan dari bata konvensional membuat dinding lebih rapi dan dapat mempercepat pengerjaan konstruksi.
- **Hemat dan Akurat** : Dengan dimensi yang standard dan konsisten maka perhitungan dan estimasi biaya dalam pengerjaan konstruksi menjadi lebih murah.
- **Tahan api** : Sifat perambatan panas rendah yang dimiliki Beton Ringan membuat bangunan tahan terhadap api lebih dari 1000° Celcius.
- **Sejuk dan Hemat Energi** : Karena memiliki sifat insulasi panas yang baik, Beton Ringan membuat ruangan lebih sejuk sehingga dapat menghemat biaya listrik dan energi listrik untuk pendinginan ruangan.
- **Ramah Lingkungan** : Karena tidak mengandung bahan-bahan yang beracun maupun berbahaya. Material yang digunakan tidak dapat dijadikan tempat tinggal bagi kutu atau serangga dan hewan sejenis lainnya.
- **Mudah Pengerjaan** : Dengan bobotnya yang ringan dan kuat menjadikan Beton Ringan mudah digergaji, dibor, dibentuk dan dikerjakan hanya dengan menggunakan peralatan kayu biasa.

2.3. Kelemahan Beton Ringan (*Autoclaved Aerated Concrete*)

Selain kelebihan, Beton Ringan juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu :

- Karena ukurannya yang besar, untuk ukuran yang tanggung, akan memakan waste yang cukup besar. Diperlukan keahlian tambahan untuk tukang yang akan memasangnya, karena dampaknya berakibat pada waste dan mutu pemasangan.
- Perikat yang digunakan harus disesuaikan dengan ketentuan produsennya, umumnya adalah semen instan.
- Nilai kuat tekannya (*compressive strength*) terbatas, sehingga sangat

tidak dianjurkan penggunaan untuk perkuatan (structural).

- Harganya cenderung lebih mahal dari bata konvensional.

2.4. M-System

M-System adalah bahan dan metode terbaru dan pertama yang ada di Indonesia. Material ini menganut sistem *sandwich panel*, yaitu panel yang kedua sisinya dilapisi oleh wiremesh dan kemudian di mortar atau plesteran semen.

M-System diadopsi di Indonesia dari sistem panel Emmedue, yang telah dikembangkan sejak 25 tahun silam di Italia, oleh PT. Duta Sarana Perkasa. Sistem ini merupakan solusi tepat untuk mengatasi kelangkaan bahan-bahan bangunan yang berasal dari alam dan memberikan solusi bahan bangunan yang berorientasi masa depan. Sistem ini mampu menggantikan penggunaan bahan-bahan baku tradisional seperti, batu, bata, beton, dan sejenisnya, dengan suatu jenis material yang secara struktural lebih solid, ringan, tahan gempa, dan memiliki keunggulan dalam hal karakteristik peredam panas dan kedap suara.

Pada M-System, elemen struktural seperti dinding dan pelat yang umumnya terbuat dari beton, digantikan dengan panel-panel yang terbentuk dari material polystyrene dan wire mesh yang nantinya akan dilapis dengan plaster beton di lapangan. Penjelasan lebih lanjut mengenai komponen-komponen penyusun M-System.

Nantinya kesatuan elemen-elemen M-System yang terdiri dari polystyrene, wire mesh dan plester beton akan membentuk suatu kesatuan struktur yang berkekuatan setara dengan beton bertulang. Di sini, polystyrene berperan sebagai pengisi yang mampu mengurangi berat struktur bangunan dan memiliki banyak kelebihan dalam penggunaannya seperti tahan api, tahan peluru, insulator suara yang baik dan insulator thermal yang baik pula. Sedangkan wire mesh dan plaster beton

akan menggantikan fungsi dari beton bertulang pada pracetak umumnya. Hal ini dapat terjadi karena mutu baja yang digunakan untuk *wire mesh* merupakan kawat baja mutu tinggi. Dengan M-System akan diperoleh suatu sistem struktural yang lebih kuat dan tahan lama namun lebih ringan.

Untuk mendesain suatu bangunan dengan M-System, sepenuhnya dilakukan oleh pihak fabrikator. Perencanaan dimulai dengan gambar perencanaan dari owner, yang nantinya diberikan kepada pihak fabrikator. Oleh pihak fabrikator, dari gambar perencanaan akan dihitung beban gempa dan beban-beban lainnya pada bangunan yang akan dibangun, menggunakan program yang bernama SISMICAD dan dari program yang digunakan akan diperoleh berapa tebal polystyrene yang dibutuhkan untuk panel dinding dan panel lantai. Setelah itu, digunakan program yang bernama M-CAD untuk menggambar model. Nantinya akan diperoleh jumlah panel yang dibutuhkan dan letaknya serta dapat diketahui berapa jumlah konektor yang dibutuhkan. Setelah didesain, baru kemudian panel-panel ini difabrikasi di pabrik.

Pada umumnya sistem pracetak, elemen-elemen struktural seperti kolom, balok, pelat dan tangga, tulangan-tulangannya dirangkai dipabrik dan di cor. Sedangkan pada M-System yang dibuat dipabrik adalah panel-panel yang hanya terdiri dari polystyrene dan wire mesh, sedangkan pemberian plaster dan pengecoran beton dilakukan dilapangan. Teknologi M-System ini dapat digolongkan sebagai suatu pracetak karena terdapat pembuatan elemen-elemen dari pracetak ini yang dilakukan di pabrik, diantaranya adalah pembuatan polystyrene, perangkaian kawat besi menjadi kesatuan wire mesh dan pembuatan panel yang terdiri dari polystyrene dan wire mesh tersebut.

Untuk M-System tidak jauh berbeda dengan pracetak pada umumnya. M-System ini masih membutuhkan pekerjaan di

lapangan seperti pemberian shotcrete, pengecoran untuk panel lantai dan perangkaian sambungan dengan mesh tambahan.

2.5. Komponen – Komponen M-System

Material utama M-System terbuat dari bahan superfoam / polystyrene dan terbuat dengan wiremesh, sehingga mampu menghasilkan sifat struktural yang lebih kuat dan tahan lama namun lebih ringan. Material-material ini dibuat dan dipasang di pabrik menjadi satu bagian berupa panel-panel yang nantinya akan disusun/dipasang di lapangan menjadi suatu struktur bangunan yang utuh (lihat gambar 2.1). Setelah dipasang di lapangan, panel-panel ini di plester dan ada yang dicor beton (“M-System, Membangun Sekali Untuk Selamanya”, 2013).

a. Polystyrene

Polystyrene adalah bahan yang terbuat dari carbon, hydrogen dan 98% udara. Polystyrene ini tidak beracun, tidak berbahaya dan mengandung bahan kimia yang tidak aktif. Uap air dan kelembaban tidak menyebabkan kerusakan permanen pada material ini.

Polystyrene merupakan material yang 100% dapat di daur ulang. Untuk mengembangkan butiran-butiran polystyrene digunakan CFC-Free Propellant yang dikenal sebagai Pentana.

Pentana adalah cairan yang mudah menguap yang merupakan bahan alam yang dapat diperbaharui, misalnya dari kotoran hewan atau selama penguraian sayuran oleh mickriorganisme. Karena tidak mengandung chlorine, pentane tidak merusak lapisan ozon. Sehubungan dengan pengurangan stabilitasnya, selama pembuatan polystyrene pentane cepat terkonversi menjadi karbon dioksida dan uap air di atmosfer sebagai reaksi photochemical.

Polystyrene pertama kali ditemukan pada tahun 1839 oleh Eduard Simon, seorang apoteker Jerman. Dia menyaring

suatu zat yang berminyak, suatu monomer yang dinamakan styrol, dari resin alami yang berasal dari pohon Turkish Sweetgum. Beberapa hari kemudian, Simon menemukan styrol tersebut mengental menjadi jelly, sepertinya dari proses oksidasi, dia menyebutnya Styloxyd (Wikipedia, 2012).

Pada tahun 1845, ahli kimia dari Inggris John Blyth dan ahli kimia dari Jerman August Wilhelm Von Hofmann menunjukkan transformasi yang sama dari styrol tersebut tanpa adanya oksigen. Mereka menyebut zat ini metastyrol. Analisa selanjutnya menunjukkan bahwa reaksi kimia pada metastyrol ini identik dengan reaksi kimia pada styloxyd (Wikipedia, 2013).

Pada tahun 1866, Marcellin Berthelot menunjukkan kebenaran bahwa pembentukan metastyrol dari styrol adalah proses polimerisasi. Kira-kira 80 tahun kemudian, seorang kimiawan organik Jerman lainnya, Herman Staudinger (1881–1965), menyadari bahwa pemanasan dari styrol ini berasal dari reaksi rantai yang menghasilkan macromolecules yang kemudian dikenal dengan nama polystyrene (Wikipedia, 2013).

Kira-kira tahun 1931, perusahaan I. G. Farben mulai membuat polystyrene di Ludwigshafen, Jerman, dengan harapan polystyrene ini dapat menggantikan kelangkaan zine dalam banyak aplikasinya. Kesuksesan tercapai ketika mereka menghasilkan tabung reactor yang menekan polystyrene melalui tabung dan pemotong yang dipanaskan dan menghasilkan polystyrene dalam bentuk butiran. Pada tahun 1959, perusahaan Koppers di Pittsburgh, Pennsylvania, menghasilkan Expanded Polystyrene (EPS) foam (Wikipedia, 2013).

Ada 3 bentuk polystyrene, yaitu Extruded Polystyrene, Expanded Polystyrene Foam, dan Extruded Polystyrene Foam, masing-masing dengan berbagai aplikasi. Polystyrene foam merupakan insulator panas yang baik, oleh

karena itu sering digunakan sebagai material insulator bangunan seperti panel insulator struktur bangunan. Polystyrene foam ini juga biasanya digunakan untuk beban struktur arsitektural yang tidak berat seperti ornament tiang (Wikipedia, 2013).

1. Extruded Polystyrene

Extruded Polystyrene (PS) ini ekonomis dan digunakan untuk memproduksi kotak perakitan model plastic, alat-alat pemotong seperti pisau, gunting dan sebagainya dan alat-alat seperti sendok, garpu yang terbuat dari plastic, tempat CD, detector asap untuk rumah, frame/bingkai pelat nomor, dan benda-benda plastic lainnya yang diinginkan (Wikipedia, 2013).

2. Expanded Polystyrene Foam

Expanded Polystyrene Foam (EPS) biasanya berwarna putih dan terbuat dari butiran polystyrene yang dikembangkan. Penggunaannya yang sudah sering kita ketahui yaitu pelindung benda-benda yang mudah pecah yang ada didalam kardus, EPS ini biasanya dikemas seperti rigid panel, biasanya dikenal sebagai "bead-board". Ketahanannya terhadap panas biasanya sekitar 28 m.K/W. Beberapa papan EPS dapat digunakan tanpa penghalang api (tahan api). Dalam perkembangannya di bidang konstruksi EPS digunakan sebagai penyekat beton (Wikipedia, 2013).

3. Extruded Polystyrene Foam

Extruded Polystyrene Foam (XPS) memiliki rongga-rongga udara yang membuatnya lentur, berat jenisnya rendah, dan daya konduksinya terhadap panas rendah. Biasanya digunakan untuk model bangunan dan maket arsitek. Foam diantara dua lembar kertas dapat digunakan sebagai pengganti kertas karton. Ketahanannya terhadap panas umumnya sekitar 35 m.Kelvin/W. Di pasaran XPS dikenal dengan Styrofoam dan foamcore (Wikipedia, 2013).

Polystyrene yang digunakan pada pracetak M-System yaitu Expanded Polystyrene Foam.

Berat jenis yang digunakan bervariasi tergantung penggunaannya.

b. Wire mesh

Wire mesh adalah besi fabrikasi bertegangan leleh tinggi yang terdiri dari dua jenis kawat baja yang saling bersilang tegak lurus. Setiap titik persilangan dilas secara otomatis menjadi satu, menghasilkan penampang yang homogeny, tanpa kehilangan kekuatan dan luas penampang yang konsisten (Jakarta Stock Exchange, 2007).

Wire mesh dapat digunakan untuk berbagai keperluan, baik untuk keperluan struktur maupun non struktur. Untuk keperluan struktur wire mesh biasanya digunakan pada (Jakarta Stock Exchange, 2007) :

- Plat di atas tanah
- Plat lantai gedung
- Concrete Drain
- Kolom praktis
- Pondasi

Sedangkan untuk keperluan non struktur wire mesh biasanya digunakan untuk.

- Wire Mesh Partition
- Wire Mesh Fencing
- Fishing Net
- Spare Parts Container
- Animal cage
- Roofing mesh
- Supermarket trolley

Wire mesh yang digunakan pada pracetak M-System yaitu Galvanized Steel Wire. Diameternya yang digunakan antara 2,5 - 3,5mm dengan Tensile strength > 680N/mm² dan galvanizing (zinc coating) = 60gram/m².

c. Plaster dan Beton

Plaster yang digunakan adalah special blend dengan mutu K350 dan tebal minimum 2 cm. Plaster diaplikasikan dengan cara disemprot (*shotcrete*) menggunakan alat semprot khusus dengan tekanan 3 bar. Selain itu, plaster dapat juga diaplikasikan dengan cara manual seperti plasteran pada umumnya.

Ada beberapa panel yang membutuhkan kekuatan beton bertulang

(cast in situ) sehingga dibutuhkan tulangan tambahan yang dipasang di lapangan dan kemudian dicor beton. Cara pengaplikasiannya sama seperti cara konvensional.

Shotcrete adalah suatu proses dimana beton diproyeksikan atau disemprot di bawah tekanan dengan menggunakan suatu alat bantu atau alat semprot kesuatu permukaan untuk membentuk bentuk structural seperti dinding, lantai dan atap. Permukaan yang disemprot dapat berupa kayu, baja, polystyrene, atau permukaan lain dimana beton dapat diproyeksikan pada permukaannya (Portland Cement Association, n.d.).

Keuntungan dari shotcrete yaitu memiliki kekuatan dan daya tahan yang besar, permeability-nya rendah, ikatannya sempurna dan dapat diaplikasikan pada bentuk apapun. Keuntungan-keuntungan ini membuat shotcrete banyak digunakan sebagai material structural (Portland Cement Association, n.d.).

Ada dua metode untuk mengaplikasikan shotcrete, yaitu dry-mix dan wet-mix.

1. Dry-Mix

Campuran yang dimasukkan dalam mesin berupa campuran kering, dan akan tercampur dengan air diujung selang. Sehingga mutu dari beton yang ditembakkan sangat tergantung pada keahlian tenaga yang memegang selang, yang mengatur jumlah air. Metode ini sangat mudah dalam perawatan mesin shotcrete-nya, karena tidak pernah terjadi "blocking".

2. Wet-Mix

Campuran yang dimasukkan dalam mesin berupa campuran basah, sehingga mutu beton yang ditembakkan lebih seragam. Tapi metode ini memerlukan perawatan mesin yang tinggi, apalagi bila sampai terjadi "blocking".

Pada campuran shotcrete, umumnya digunakan additive untuk mempercepat pengeringan (accelerator), dengan tujuan mempercepat pengerasan dan mengurangi

terjadinya rebound atau banyaknya bahan yang terpantul dan jatuh.

2.6. Kelebihan Panel M-System

a. Mudah dikerjakan

Panel M-System berbobot ringan ini memberikan banyak keuntungan pada saat pelaksanaan konstruksi, cukup diperlukan satu-dua orang pekerja untuk memindahkan dan memasangnya bahkan untuk ukuran panel diatas 4m². Pemasangan dilakukan secara manual oleh cukup seorang pekerja tanpa penggunaan alat bantu angkat. Hal ini membuat pekerjaan instalasi menjadi lebih mudah dan cepat dalam situasi apapun tanpa memerlukan tenaga kerja khusus. Namun, tenaga kerja trampil akan meningkatkan produktifitas pelaksanaan menjadi lebih tinggi (M-System Indonesia, n.d.).

b. Mudah dalam instalasi

Panel-panel M-System dapat dipasang dengan tangan dan dapat dihubungkan satu sama lain dengan menggunakan alat klip (penjepi) atau kawat ikat / konstruksi biasa (M-System Indonesia, n.d.).

c. Mudah dalam pengecoran

Beton dapat dituang langsung tanpa membutuhkan bekisting untuk kasus panel ganda dan disemprot langsung (shotcreting) untuk kasus panel standar panel tangga (M-System Indonesia, n. d.).

d. Praktis dan Sempel

Fungsi ganda panel yang dapat digunakan baik untuk atap maupun lantai (M-System Indonesia, n. d.).

e. Mudah dalam pembuatan coakan

Coakan dapat dibentuk dengan mudah dengan cara melelehkan super foam pada lokasi yang diperlukan dengan menggunakan hot-air gun atau alat pemanas lainnya (M-System Indonesia,n. d.).

f. Mudah dalam instalasi jaringan utilitas

Instalasi berbagai system jaringan utilitas (pipa air, pemanas, listrik, telepon dan lain-lain) pada panel M-System adalah sangat mudah dan praktis, dapat dilakukan tanpa bantuan tenaga khusus sementara area kerja tetap terjaga kebersihannya. Diawali dengan penentuan jalur-jalur system jaringan pada dinding panel, lalu pembuatan coakan dengan melelehkan super foam dengan hot-air gun atau alat pemanas lain, selanjutnya jaringan utilitas siap untuk diposisikan pada coakan yang telah dibuat di belakang jaringan kawat baja sebelum shotcrete dilaksanakan. Berbagai jenis pipa (kaku atau lentur) untuk keperluan jaringan utilitas (listrik, telepon, air, gas, dan lainnya) dapat dipasang dengan mudah didalam struktur panel M-System (M-System Indonesia, n.d.).

g. Strukturnya Kuat

Ketika selesai terpasang pada posisinya, maka panel siap untuk dicor pada bagian tengahnya (dalam kasus panel ganda). Kemudian, panel dapat dilapisi segera dengan beton (shotcrete) pada sisi luar dan dalamnya, yang mana merupakan salah satu keunggulan yang dimiliki M-System karena dapat menggunakan beton pelapis jenis apa saja. Beton pelapis yang diaplikasikan dengan cara ini menghasilkan struktur komposit yang monolitik, terdiri dari beton yang diperkuat dengan tulangan baja (mesh). Struktur ini tahan terhadap beban mekanis maupun thermal yang dapat mengakibatkan retak-retak pada konstruksi beton (M-System Indonesia, n.d.).

h. Pekerjaan lebih sederhana, efisien, dan efektif.

Panel tidak lagi memerlukan perapihan pada lokasi dimana jaringan utilitas ditempatkan : lain halnya pada pelaksanaan konstruksi konvensional dan pracetak lainnya, sehingga

pekerjaan jauh lebih sederhana serta efisien dan efektif (M-System Indonesia, n.d.).

III. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan dua macam metode, yaitu studi literatur dan pengamatan lapangan. Kedua metode tersebut saling terkait satu sama lain karena dari studi literatur dapat diperoleh landasan teori yang nantinya menjadi acuan dalam menganalisa perbandingan harga dinding Beton Ringan dengan dinding M-System . Dalam bab ini juga akan diuraikan mengenai jenis penelitian, lokasi penelitian, sumber data yang diperoleh serta proses pengolahan data.

3.1. Obyek Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

3.1.1. Studi Literatur

Studi literatur ini bertujuan mempelajari landasan teori yang akan menunjang proses pembuatan tesis. Teori mengenai Beton Ringan meliputi sejarah Beton Ringan, pembuatan Beton Ringan, kelebihan Beton Ringan, kelemahan Beton Ringan, mortar, dan pemasangan Beton Ringan. Teori mengenai M-System yang meliputi komponen-komponen dari M-System, jenis-jenis panel M-System, kelebihan-kelebihannya, peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan, sambungan, dan pelaksanaan pemasangan panel M-System.

3.1.2. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan bertujuan untuk mengetahui tahapan-tahapan pelaksanaan di lapangan, untuk mengetahui cara kerja dan alat- alat kerja yang dipakai di lapangan.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian yang berupa studi literatur dilakukan dengan membaca beberapa

literatur dari perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, mencari literatur dari internet dan mencari referensi dari pihak fabrikator panel M-System yaitu PT. Lisa Concrete, yang berlokasi di Jalan Kupang Jaya, Surabaya. Sedangkan pengamatan lapangan dilakukan pada Proyek Asrama Providentia Dei Pakuwon City Surabaya.

3.4. Sumber Data

Data yang dipakai adalah data yang diperoleh dari pihak fabrikator berupa pengenalan produk Beton Ringan Citicon dan data pengenalan produk M-System, Bill of Quantity dari proyek Asrama Providentia Dei , foto-foto lapangan dan gambar-gambar struktural / arsitektural proyek Asrama Providentia Dei yang akan diamati, Selain itu, juga dilakukan pengamatan di lapangan serta wawancara dengan pihak fabrikator untuk penjelasan lebih detail .

3.5. Prosedur Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan dengan mempelajari literatur-literatur yang ada, menyimpulkan hasil pengamatan di lapangan dan menyimpulkan hasil wawancara.

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisa perbandingan harga dinding Beton Ringan dengan dinding M-System.

Hasil analisa perbandingan tersebut kemudian ditampilkan dalam sebuah Tabel untuk mempermudah pembacaan.

IV. ANALISIS DATA

4.1. Analisis harga Pasangan dinding Beton Ringan

Untuk Perhitungan biaya pemasangan dinding Beton Ringan digunakan analisa SNI 6897:2008 yang di konversi berdasarkan pengalaman pelaksanaan di lapangan. Sedangkan perhitungan biaya pekerjaan plesteran dan acian di gunakan analisa SNI 2837:2008.

Tabel. 4.1. Indeks harga satuan 1 m² Pekerjaan pasangan Beton Ringan

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan	Beton Ringan t = 75 mm	M2	8.75	7,790.00	68,162.50
	Mortar	Kg	4.00	2,375.00	9,500.00
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0.4	45,000.00	18,000.00
	Tukang Batu	OH	0.2	60,000.00	12,000.00
	Kepala tukang	OH	0.02	100,000.00	2,000.00
	Mandor	OH	0.02	100,000.00	2,000.00
					111,662.50

Tabel. 4.2. Indeks harga satuan 1 m² Pekerjaan Plesteran + Acian

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan	Semen Instan MU-200	M2	9.524	1,900.00	18,095.60
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0.200	45,000.00	9,000.00
	Tukang Batu	OH	0.100	60,000.00	6,000.00
	Kepala tukang	OH	0.010	100,000.00	1,000.00
	Mandor	OH	0.010	100,000.00	1,000.00
					35,095.60

Plesteran + Acian 2 Sisi = 70,191.20

Total harga satuan per-m² untuk pekerjaan pemasangan dinding Beton Ringan, berikut plesteran dan acian, adalah sebagai berikut : Rp. 111,662.50 + Rp. 70,191.20 = **Rp. 181,853.70**

4.2. Analisis harga Pasangan dinding M-System

Untuk menghitung biaya pemasangan dinding M-System digunakan analisa SNI 6897:2008 yang di konversi berdasarkan pengalaman pelaksanaan di lapangan. Sedangkan perhitungan biaya pekerjaan plesteran dan acian di gunakan analisa SNI 2837:2008.

Tabel. 4.3. Indeks harga satuan 1 m² Pekerjaan Pasang M-System

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan	Panel PS-06.40	M2	1.00	251,500.00	251,500.00
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1.000	45,000.00	45,000.00
	Tukang Batu	OH	0.600	60,000.00	36,000.00
	Kepala tukang	OH	0.060	100,000.00	6,000.00
	Mandor	OH	0.005	100,000.00	500.00
					339,000.00

Tabel. 4.4. Indeks harga satuan 1 m² Pekerjaan Plesteran 1 PC: 5 PP, tebal 20 mm

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan	PC	Kg	6.912	1,250.00	8,640.00
	PP	m ³	0.035	170,000.00	5,950.00
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0.400	45,000.00	18,000.00
	Tukang Batu	OH	0.200	60,000.00	12,000.00
	Kepala tukang	OH	0.020	100,000.00	2,000.00
	Mandor	OH	0.022	100,000.00	2,200.00
					48,790.00

Plesteran 2 Sisi = 97,580.00

Tabel. 4.5 Indeks harga satuan 1 m² Pekerjaan Acian

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan	PC	Kg	3.25	1,250.00	4,062.50
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0.200	45,000.00	9,000.00
	Tukang Batu	OH	0.100	60,000.00	6,000.00
	Kepala tukang	OH	0.010	100,000.00	1,000.00
	Mandor	OH	0.010	100,000.00	1,000.00
					21,062.50

Plesteran 2 Sisi = 42,125.00

Total harga satuan per-m² untuk pekerjaan pemasangan dinding M-System, berikut plesteran dan acian, adalah sebagai berikut : Rp. 339,000.00 + Rp. 97,580.00 + Rp. 42,125.00 = **Rp.478,705.00**

Dari hasil perbandingan total harga satuan per-m² untuk pekerjaan pemasangan dinding Beton Ringan dengan total harga satuan per-m² untuk pekerjaan pemasangan dinding M-System dapat dilihat bahwa harga pasangan dinding M-System lebih mahal dibandingkan dengan harga pasangan dinding beton ringan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil Penelitian dan Pembahasan maka dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Hasil dari analisis Perbedaan harga per m², Pasangan dinding M- System lebih mahal **2,63** kali dibandingkan dengan pasangan dinding Beton Ringan. Dimana harga per m² pasangan dinding M-System = **Rp.478,705.00** sedangkan pasangan dinding Beton Ringan = **Rp. 181,853.70**

Perbedaan harga satuan untuk pekerjaan plesteran dan acian pada pasangan dinding Beton Ringan karena plesteran yang digunakan untuk pasangan dinding Beton Ringan relatif tipis ± 1cm, sedangkan plesteran pada pasangan dinding M-System adalah ± 3 cm.

Mahalnya dinding M-System ini dikarenakan bahan yang di pakai (*Superfoam tipe fire retardant*) masih di import dari Italia serta produsen M-System PT. Duta Sarana Perkasa masih membeli lisensi dari EMMEDUE, Italia.

DAFTAR PUSTAKA

- Lisa Concrete, PT. (2013). *Emmdue Panels, Accessories and Tools*. Surabaya : PT. Lisa Concrete.
- Lisa Concrete, PT. (2013). *Emmdue Building System Panel's Cords*. Surabaya : PT. Lisa Concrete.
- Lisa Concrete, PT. (2013). *M-System, Innovative Building Technology*. Surabaya : PT. Lisa Concrete.
- M2 Dominicana, (n.d.). Tools. Retrieved March 5, 2013 from <http://m2dominicana.com>
- Hebel Indonesia, P.T. (n.d). Autoclaved Aerated Concrete. Brosur.
- Viccon Modern Industry, PT. (n.d). Autoclaved Aerated Concrete. Brosur.
- Sentosa Limanto, Yuda Endro Witjaksono, Sumarlin W.A, dan Indra P.W. (2010) “ *Produktivitas material Beton Ringan dalam pemakaian sebagai konstruksi dinding*” makalah Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UK. Petra Surabaya.