

# EFISIENSI PENGGUNAAN DINDING *PRECAST* DIBANDINGKAN DENGAN DINDING BATA MERAH DAN HEBEL

Siti Safiatu Riskijah

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Email: ririssafiatu@gmail.com

## Abstrak

Perkembangan teknologi pembangunan saat ini mengalami kemajuan yang cukup pesat. Konsep membangun secara konvensional berangsur-angsur mulai ditinggalkan dan berubah menjadi lebih modern. Pemakaian sistem modular merupakan salah satu teknologi yang layak dipertimbangkan, karena memungkinkan terjadinya penghematan biaya dan waktu. Salah satu material pembentuk komponen yang menggunakan sistem modular adalah beton *precast*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi waktu dan biaya penerapan dinding *precast* bila dibandingkan dinding bata merah dan dinding Hebel, serta menentukan faktor-faktor yang menambah tingkat ekonomis penerapan sistem modular pada proyek pembangunan gedung Apartemen X khususnya pada komponen dinding *precast*. Produktivitas tenaga kerja dan alat yang digunakan untuk analisis biaya dan waktu pekerjaan dinding *precast* berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, sedangkan faktor yang menambah aspek ekonomis dari sistem modular didapat dari hasil kuisioner yang dibagikan pada pelaksana proyek. Dari hasil analisis secara deskriptif, diperoleh efisiensi biaya penggunaan dinding *precast* dibanding bata merah sebesar 16,05 % dan efisiensi waktu sebesar 61,9%, efisiensi biaya dinding *precast* dibanding hebel sebesar 2,63% dan efisiensi waktu sebesar 30,43%. Faktor yang menambah aspek ekonomis penerapan sistem modular (dinding *precast*) adalah: 1) Waktu instalasi/*erection* dinding *precast*; 2) Waktu produksi; 3) Kualitas produk; dan 4) Ketidakpastian biaya.

**Kata-kata kunci:** Sistem modular, dinding *precast*, efisiensi, biaya, waktu.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pembangunan saat ini mengalami kemajuan yang cukup pesat. Konsep membangun secara konvensional berangsur-angsur mulai ditinggalkan dan berubah menjadi lebih modern. Pemakaian sistem modular merupakan salah satu teknologi yang layak dipertimbangkan, dimana produk yang dihasilkan dicapai dengan produksi massal dan sifatnya adalah pengulangan. Salah satu material pembentuk komponen yang menggunakan sistem modular adalah dinding *precast*. Produksi komponen dinding *precast* dapat dilaksanakan di pabrik kemudian dikirim ke lokasi proyek atau dapat dibuat dilokasi proyek. Dengan mengaplikasikan teknologi dinding *precast*, dengan sendirinya akan mengurangi pemakaian jumlah tenaga kerja di lokasi proyek sehingga dapat menekan biaya upah tenaga kerja. Hal lain yang menonjol dari penggunaan dinding *precast* adalah pengaruh sumberdaya manusia terhadap mutu pekerjaan menjadi lebih baik dan seragam.

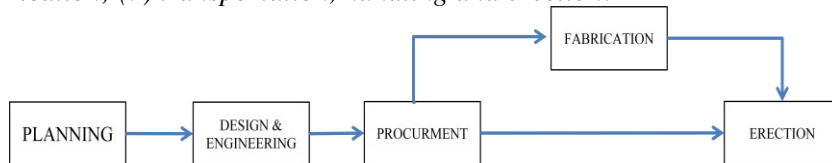
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi waktu dan biaya penerapan dinding *precast* bila dibandingkan dinding bata merah dan dinding Hebel, serta menentukan faktor-faktor yang menambah tingkat ekonomis penerapan sistem modular pada proyek pembangunan gedung Apartemen X. Kajian dalam penelitian ini dilakukan pada proses penerapan pelaksanaan dinding *precast* bagian luar pada lantai 3-15. Manfaat yang dapat diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan bagi pemilik dan pelaksana proyek konstruksi dalam menggunakan sistem modular pada proyek bangunan gedung.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

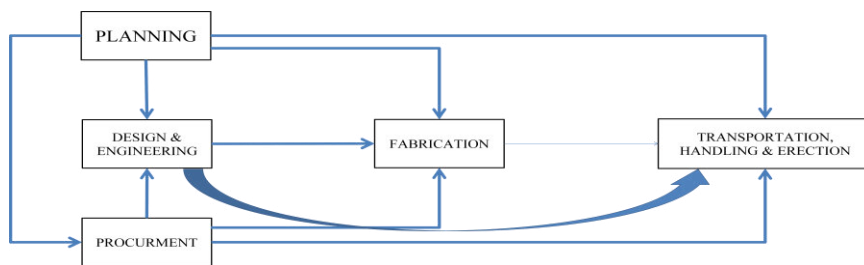
### 2.1 Sistem Modular

Biaya konstruksi cenderung terus meningkat bila dibandingkan dengan biaya pada industri manufaktur, penyebabnya adalah tingginya upah tenaga lapangan dan proses konstruksi yang dilakukan secara tradisional. Untuk menjawab tantangan tersebut maka dikembangkan sistem modular yang pengembangannya mengarah pada industrialisasi, dimana produk yang dihasilkan dicapai dengan produksi massal dan sifatnya adalah pengulangan (Winter & Nilson dalam Ervianto, 2008).

Sistem modular adalah metoda pelaksanaan pembangunan dengan memanfaatkan material atau komponen pabrikasi yang dibuat di luar lokasi proyek atau di dalam lokasi proyek, namun perlu disatukan terlebih dahulu antar komponennya (*erection*) di tempat atau posisi seharusnya dari komponen tersebut. Tatum dkk. dalam Ervianto (2008) mendefinisikan tingkatan metoda pelaksanaan pemakaian sistem modular untuk suatu pembangunan, yaitu *prefabrication, preassembly, dan module*. Metoda pelaksanaan pembangunan sistem modular memungkinkan diterapkan pada berbagai jenis proyek konstruksi, yaitu : jembatan, bangunan industri, perumahan, pelabuhan dan lain sebagainya. Berbagai pihak yang terlibat dalam penerapan sistem ini adalah: pabrikan, pimpinan proyek, arsitek, konstruktor, instalator, kontraktor dan konsultan. Salah satu material pembentuk komponen yang menggunakan sistem modular adalah beton pracetak. Lokasi pembuatan komponen ini dapat dilaksanakan di lokasi proyek maupun di pabrik kemudian dikirim ke lokasi proyek. Urutan kegiatan pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi yang menerapkan sistem modular sebagai berikut: (1) *planning*; (2) *design and engineering*; (3) *procurement*; (4) *fabrication*; (5) *transportation, handling and erection*.



Gambar 1. Ketergantungan antar pihak pada penerapan sistem konvensional (Ervianto, 2008)



Gambar 2. Ketergantungan antar pihak pada penerapan sistem modular (Ervianto,2008)

Dibandingkan dengan metoda konvensional, penerapan sistem modular membutuhkan interaksi berbagai kegiatan. Sistem modular akan mengubah hubungan antar kegiatan yang semula tidak saling bergantung (seperti metoda konvensional) menjadi saling bergantung. Perbedaan ketergantungan ini ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

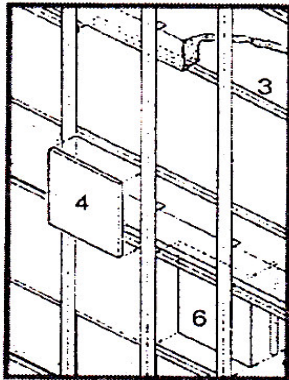
Untuk mencapai efisiensi dalam penggunaan sistem modular (pracetak) ini tentunya jumlah varian dan komponen pracetak tidak terlalu banyak ragamnya, karena menyangkut masalah cetakan yang biaya pembuatannya juga tidak murah. Oleh karena itu, untuk dapat menggunakan metode pracetak, volume pekerjaan menjadi salah satu pertimbangan utama agar sistem dapat dilakukan secara optimal.

Sistem modular mempunyai keunggulan dan kelemahan bila dibandingkan dengan metoda konvensional. Keunggulannya adalah: 1) Durasi proyek menjadi lebih singkat; 2) Mereduksi biaya konstruksi; 3) Kontinuitas Proses konstruksi Dapat Terjaga; 4) Produksi massal; 5) Mengurangi biaya pengawasan; 6) Mengurangi kebisingan; 7) Dihasilkan kualitas beton yang baik; dan 8) Pelaksanaan konstruksi hampir tidak terpengaruh oleh cuaca. Sedangkan kelemahannya adalah: 1) Tambahan Biaya Pada Transportasi elemen pracetak dari pabrik ke lokasi proyek; 2) Pelaksanaan *erection* memerlukan alat bantu; 3) Harus menentukan sambungan yang mampu mengantisipasi semua gaya yang terjadi sehingga perilaku struktur dapat menyerupai struktur beton bertulang (Ervianto, 2006).

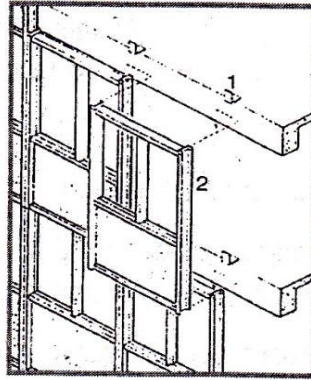
Jenis elemen beton pracetak yang dapat diproduksi di pabrik bermacam-macam, mulai dari balok, kolom, plat atap, plat lantai, konsol, *cladding* (penutup dinding), tiang pancang, dan lain lain. Masing-masing jenis elemen diproduksi dengan berbagai bentuk dan ukuran yang disesuaikan dengan desain yang telah direncanakan. Dalam memproduksi tiap jenis elemen, produsen menggunakan teknik produksi yang berbeda beda yang disesuaikan dengan keuntungan dan kerugian dari tiap metode. Jenis elemen sistem

modular yang diproduksi di pabrik adalah (Ervianto, 2006): Kansteen, Tiang Pancang, Pagar, U Ditch, GRC, Tangga Pracetak, Balok, Kolom, Plat Atap, Plat Lantai, dan *Cladding*.

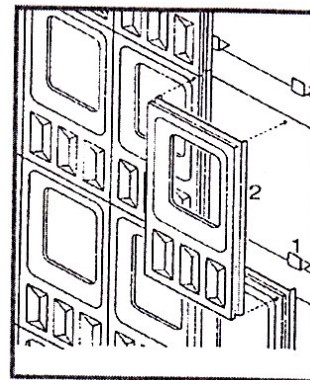
*Cladding* adalah penutup dinding luar pada bangunan gedung yang berfungsi untuk memisahkan dan melindungi dari pengaruh luar. Material dari *cladding* harus tahan terhadap air, tahan terhadap pengaruh lingkungan disekitarnya, serta memenuhi syarat estetika bangunan. Sistem instalasi *cladding* yang dapat diaplikasikan adalah *stick* sistem, unit sistem, unit and mullion sistem, panel sistem, column cover and spandrel sistem (Ervianto, 2006). Gambar 3 - 5 merupakan contoh sitem instalasi *cladding* yang dapat diaplikasikan.



Gambar 3. Stick Sistem



Gambar 4. Unit Sistem



Gambar 5. Panel Sistem

Dinding merupakan salah satu elemen pokok dalam bangunan. Dinding dapat didefinisikan sebagai kulit bangunan dan bidang yang membentuk sebuah ruang didalam bangunan. Fungsi dinding adalah melindungi isi bangunan dari gangguan luar seperti panas, hujan dan angin. Selain itu juga berfungsi sebagai pemisah antar ruang, sebagai pembatas, sebagai penahan struktur dan penahan bising. Dinding juga memberikan nilai privasi, nilai kenyamanan, nilai kesehatan, dan nilai keamanan. Pasangan dinding dapat tersusun dari bermacam macam material, seperti: bata merah, batako, hebel, roster, *concrete block*, dinding *precast*, partisi GRC, dan lain lain.

## 2.2 Dinding Bata Merah

Pasangan bata merah sebagai dinding pengisi antar kolom, pada tingkat pembebanan horisontal tertentu dapat menahan beban horisontal seperti dinding geser. Material bata yang digunakan mempunyai sifat kuat tekan yang dominan. Dinding bata di buat dengan memasang bata merah yang disusun satu diatas yang lain menurut aturan tertentu dan diikat dengan adukan/spesi. Tebal dinding ditentukan sesuai dengan fungsinya. Dinding yang memikul beban dibuat tebal satu bata atau lebih, yang tidak memikul beban dibuat dengan tebal 1/2 bata. Pembangunan masa sekarang dan secara modern banyak diterapkan konstruksi-konstruksi dengan tebal 1/2 bata yang diperkuat dengan kolom-kolom beton praktis, balok ring beton dan sloof. Pada bangunan-bangunan yang lebih besar atau bertingkat, konstruksi beton dibuat terlebih dahulu, baru kemudian dimulai dengan pemasangan kusen dan dinding bata. Dengan prinsip susunan bata adalah siar vertikal tidak boleh berimpit satu di atas yang lain tetapi harus melompat. Untuk pasangan setengah bata lompatan tersebut minimal harus 1/2 bata, sebab kalau lebih kecil dari pada itu kekuatannya jauh berkurang. Untuk pasangan 1 bata lompatannya minimal 1/4 bata. Tebal plesteran dinding rata-rata 1 - 1,5 cm, dan spesi rata-rata 1,5 - 2 cm. Berikut adalah campuran perbandingan adukan/spesi untuk pasangan dinding batu bata:

Adukan P.C (adukan biasa)	: 1 PC : 5 pasir atau 1 PC : 4 pasir
Adukan P.C (adukan kuat)	: 1 PC : 3 pasir
Adukan P.C (adukan trasram)	: 1 PC : 2 pasir
Adukan P.C (untuk konstruksi yang kedap)	: 1 PC : 1 pasir

### 2.3 Dinding Hebel

Hebel adalah beton ringan yang terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi, diproduksi dengan teknologi Jerman dan standar Deutch Industrie Norm (DIN). Hebel diproduksi oleh PT.Hebel Indonesia yang merupakan produsen beton ringan yang terbesar dan terlengkap di Indonesia. Hebel memberikan kemudahan, kecepatan, serta kerapihan dalam membangun rumah tinggal, gedung komersil, dan bangunan industri. Beberapa keunggulan dari penerapan dinding hebel yaitu: ukuran yang akurat, kuat tekan yang tinggi dan ringan, insulasi panas dan suara yang baik, tahan api, tahan gempa, mudah dibentuk dan dikerjakan, hemat energi, cepat dalam konstruksi, tidak beracun, sederhana, handal dan tahan cuaca, serbaguna dan rapi, rasional dan ekonomis dalam segala hal, tahan lama, dan memenuhi standar mutu internasional.

Hebel yang banyak dipakai berdimensi 60cm x 20cm x 7,5cm dan 60cm x 20cm x 10cm. Selain itu ketebalannya bisa dipesan khusus, misalnya 12,5cm, 15cm, atau 20cm. Beton ringan atau *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) adalah pasangan ideal semen instan. Peralnya, keduanya muncul secara bersamaan, memiliki bahan baku serupa, dan diproduksi secara computerized. Karena itu permukaan beton ringan halus dan presisi, dengan kualitas homogen atau terstandar. Karena permukaannya halus dan presisi, beton ringan butuh mortar berdaya rekat tinggi. Dan itu hanya bisa didapat dari semen instan yang memiliki daya rekat kuat. Spesi pemasangan beton ringan dengan semen instan cukup 0,5 - 1 cm sehingga pemakaian semen lebih irit.

### 2.4 Dinding Precast

Industri konstruksi semakin bergairah dengan adanya produk *precast concrete* yang dapat dipasang cepat dan kualitasnya sangat baik. Tidak hanya dari sisi struktur, yaitu kekuatan dan kekakuannya saja, tetapi juga dari sisi arsitekturnya yaitu penampakan luar (keindahan). Oleh karena itu, arsitek yang berorientasi maju pasti akan memikirkan alternatif pemakaian produk *precast* untuk bangunan rancangannya. Sebagai salah satu contoh adalah penggunaan dinding precast seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

Dengan menggunakan *precast* maka semua komponen yang seharusnya dikerjakan di atas bangunan susah untuk diawasi maka dapat dilakukan di bawah sehingga si arsitek dengan leluasa mengawasi kualitas produk yang akan dipasangnya. Umumnya produk *precast* adalah untuk komponen-komponen yang repetitif sehingga prosesnya seperti halnya industri pada umumnya, dibuat satu dulu sebagai contoh, jika memuaskan akan dikerjakan lainnya dengan kualitas yang sama.



Gambar 6. Dinding *precast*

Beberapa hal yang sangat berperan dalam beton *precast* adalah teknologi yang digunakannya, cara pembuatannya, perencanaan dan pelaksanaannya. *Precast* untuk finishing, yang diperuntukkan untuk keindahan/yang terlihat dari luar untuk ditampilkan, jelas lebih sulit dibanding produk *precast* yang sekedar untuk komponen struktur saja. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan, misalnya ketahanan terhadap cuaca, kebocoran terhadap air hujan, presisi yang tinggi, juga detail yang benar dari takikan-takikan yang dibuat agar air yang menyimpannya selama bertahun-tahun tidak meninggalkan jejak yang terlihat dari luar, juga detail sambungan dengan bangunan utamanya, bagaimana mengantisipasi deformasi bangunan yang timbul ketika ada gempa dan lainnya tanpa mengalami degradasi kinerja, dan lainnya.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan dan interview dengan berbagai pihak yang terkait, seperti data tentang kondisi fisik lapangan, data-data penting proyek (penjadwalan, volume pekerjaan, sumberdaya proyek), dan melalui kuesioner. Penyebaran kuesioner bertujuan untuk mengetahui tingkat ekonomis dari penggunaan sistem modular pada proyek Apartemen X. Kuesioner diberikan pada pihak pelaksana/engineer yang memahami pekerjaan dinding *precast* pada proyek tersebut dengan mengisi pernyataan positif tentang faktor yang mempengaruhi aspek ekonomis penerapan sistem modular. Data Sekunder diperoleh secara tidak langsung, seperti hasil penelitian terdahulu, dari buku-buku yang relevan, dan data-data penting tentang proyek seperti daftar harga upah, alat, dan bahan. Selain itu, wawancara juga dilakukan dengan pihak pelaksana proyek mengenai tahapan pelaksanaan pekerjaan dinding *precast*, jenis peralatan dan kendala di lapangan.

#### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah berupa faktor-faktor yang mempengaruhi aspek ekonomis penerapan sistem modular dibandingkan sistem konvensional (bata merah), yaitu variabel biaya, waktu, mutu, dan kemudahan pengendalian. Konsep dan item rancangan variabel penelitian didapat dari kajian teoritis menurut Ervianto (2006). Variabel tersebut dijabarkan ke dalam indikator. Berdasarkan indikator-indikator tersebut, selanjutnya akan dijabarkan dalam bentuk kuisisioner. Secara rinci, variabel dan indikator maupun itemnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsep, Variabel dan Indikator Penelitian

Konsep	Variabel	Indikator
Faktor Yang Mempengaruhi Aspek Ekonomis Penerapan Sistem Modular	1. Faktor Biaya	1. Kebutuhan material untuk komponen dinding <i>precast</i> .
		2. Biaya produksi, yang ditentukan oleh waktu pelaksanaan serta investasi peralatan yang diperlukan.
		3. Biaya yang dibutuhkan untuk transportasi dinding <i>precast</i> .
		4. Biaya yang dibutuhkan untuk pemasangan dinding <i>precast</i> .
		5. Biaya untuk penyelesaian (finishing).
		6. Jumlah pekerja yang diperlukan mulai produksi, <i>erection</i> dan finishing.
		7. Biaya yang dibutuhkan untuk konstruksi.
	2. Faktor Waktu	1. Kebutuhan waktu produksi dinding <i>precast</i> .
		2. Waktu instalasi, dan <i>erection</i> dinding <i>precast</i> .
	3. Faktor Mutu	1. Produk yang dihasilkan mempunyai akurasi dimensi yang tinggi sehingga pelaksanaan relatif lebih mudah.
		2. Kualitas produk dapat sesuai dengan standar yang disyaratkan.
	4. Kemudahan pengendalian	1. Tingkat kepastian produksi, biaya, mutu dan waktu pemakaian komponen pracetak relatif besar.
		2. Pengendalian/ kordinasi relatif lebih mudah karena dapat disederhanakan menjadi beberapa paket kecil pekerjaan
		3. Dengan mensubkan item pekerjaan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan dan pemasangan, faktor ketidak pastian biaya menjadi berkurang.

#### 3.3 Skala Pengukuran

Untuk mendapatkan data kuantitatif pada pengisian interpretasi persoalan dalam instrumen penelitian, maka dibuatlah skala pengukuran variabel dengan rentang angka 1 sampai dengan 5, untuk mengukur hasil penilaian terhadap faktor-faktor penentu nilai ekonomis sistem modular sebagai berikut: Sangat tidak setuju (STS) = 1; Tidak Setuju (TS) = 2; Kurang Setuju (KS) = 3; Setuju(S) = 4; Sangat Setuju (SS) = 5.

### 3.4 Penentuan Interpretasi Aspek Ekonomis

Untuk menginterpretasikan hasil penilaian responden terhadap faktor yang mempengaruhi aspek ekonomis penerapan sistem modular, dilakukan dengan cara interpretasi dari rata-rata nilai faktor yang mempengaruhi aspek ekonomisnya. Interpretasi ini ditentukan berdasarkan kelas interval dari data hasil kuesioner, sebagai berikut:

Nilai minimum yang mungkin adalah 1, dan nilai maksimum yang mungkin adalah 5. Sehingga: panjang interval = rentang / banyak kategori =  $4 : 5 = 0,8$   
 Dengan panjang interval 0,8, maka dapat dibuat kategori untuk menginterpretasikan rata-rata frekuensi faktor yang mempengaruhi aspek ekonomis penerapan sistem modular seperti Tabel 2.

Tabel 2. Pedoman Interpretasi Aspek ekonomis

Interval	Interpretasi
1,0 - 1,79	Sangat tidak ekonomis
1,80 - 2,59	Tidak ekonomis
2,60 - 3,39	Kurang ekonomis
3,40 - 4,19	Ekonomis
4,20 – 5,00	Sangat ekonomis

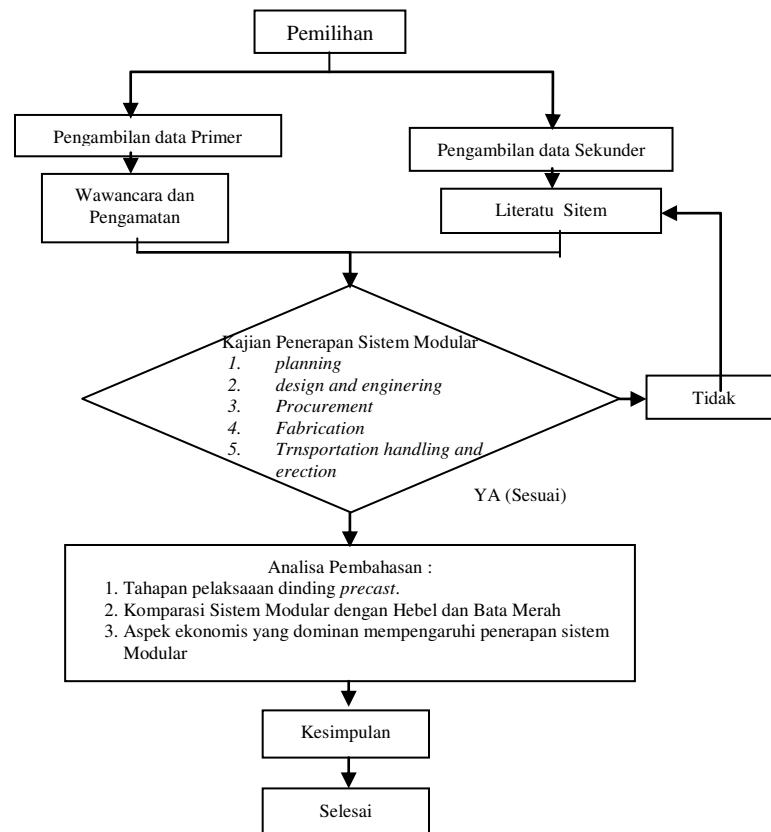
### 3.5 Validitas dan Reliabilitas

Data yang dipakai dalam penelitian haruslah memenuhi dua persyaratan penting yaitu Validitas dan Realibilitas. Pengujian validitas dari sebuah instrumen dapat menggunakan rumus korelasi product moment atau korelasi Pearson. Untuk menguji signifikan hasil korelasi digunakan uji-t. Pengujian reliabilitas instrument menggunakan rumus Cronbath Alpha. Perhitungan validitas dan reliabilitas menggunakan program SPSS.

### 3.6 Analisa Data

Dari hasil pengamatan di lapangan dan wawancara disusun urutan pelaksanaan pekerjaan dinding precast yang dilakukan dilapangan. Tahapan pelaksanaan ini meliputi proses produksi, mobilisasi komponen, penyimpanan di area kerja, pemasangan komponen, serta alat yang digunakan. Data produktivitas tenaga kerja digunakan dalam perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan dinding *precast*. Analisis pekerjaan bata menggunakan SNI biaya tahun 2008, sedangkan untuk pekerjaan hebel berdasarkan hasil penelitian terdahulu (Chandra dan Chandra, 2010) yang dilakukan pada gedung berlantai 16 dengan ukuran hebel 600x20x7,5 cm. Sedangkan analisis pekerjaan dinding *precast* berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada proyek Apartemen X. Sedangkan data hasil kuesioner dari responden dianalisis secara deskriptif dengan cara memberikan skor dengan menggunakan skala 1-5 sehingga diperoleh faktor-faktor yang menambah nilai ekonomis penerapan system modular.

### 3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan sistem modular pada proyek Apartemen X khususnya pada pekerjaan dinding *precast* memiliki beberapa tahapan diantaranya: perencanaan (*planning*), desain teknik (*design engineering*), pengadaan (*procurement*), pabrikasi (*fabrication*), transportasi, pengangkutan dan pemasangan (*transportation, handling and erection*).

### 4.1 Analisa Biaya dan Waktu

Untuk menghitung biaya pelaksanaan dinding *precast* digunakan harga satuan upah tenaga kerja, alat dan material berdasarkan standart harga di wilayah Kota Malang dan beberapa harga yang didapat dari kontraktor pada proyek pembangunan Apartemen X, dan koefisien tenaga kerja didapat dari hasil pengamatan di lapangan. Sedangkan untuk analisa biaya pekerjaan dinding *bata* berdasarkan SNI 2008, dan analisa biaya pekerjaan Hebel didapat dari studi literatur (Chandra & Chandra, 2010). Dari analisis biaya yang telah dilakukan diperoleh biaya per m<sup>2</sup> untuk pekerjaan dinding *precast* sebesar Rp 268.803,00, dinding bata merah sebesar Rp 387.322,00, dan dinding Hebel Rp 333.932,00.

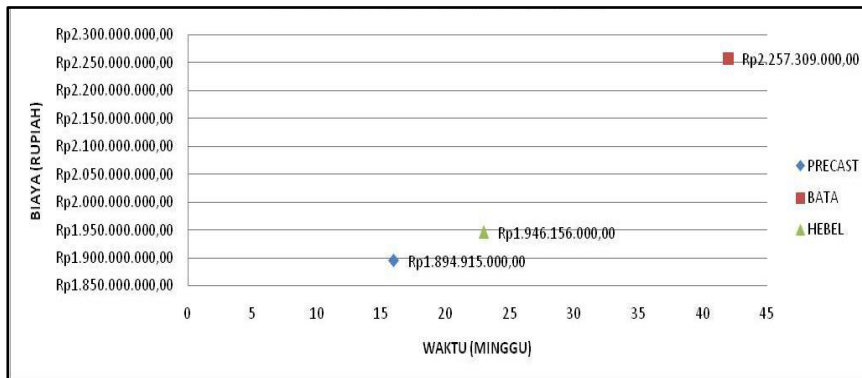
Waktu dari setiap item pekerjaan didapatkan dengan cara membagi kebutuhan tenaga total dengan kebutuhan tenaga per hari. Berdasarkan hasil analisis jadwal dengan metode Barchart untuk kegiatan pelaksanaan pekerjaan dinding *precast*, dinding bata merah, dan dinding hebel diperoleh waktu penyelesaian masing-masing 16 minggu, 42 minggu, dan 23 minggu.

Dari hasil analisa biaya dan waktu didapat bahwa pekerjaan dinding *precast* dengan volume 7049,458 m<sup>2</sup> memerlukan biaya Rp 1.894.915.000 dengan durasi selama 16 minggu, penggunaan dinding bata merah dengan volume 5827,988 m<sup>2</sup> memerlukan biaya Rp 2.257.309.000,00 dengan durasi pengerjaan selama 42 minggu, dan penggunaan dinding hebel dengan volume 5827,988 m<sup>2</sup> memerlukan

biaya Rp 1.946.156.000,00 dengan durasi pengerjaan selama 23 minggu. Biaya dan waktu dari penggunaan dinding tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik 11.

Tabel 3. Biaya dan Waktu Pekerjaan Dinding

Jenis Dinding	Biaya	Durasi (Minggu)
Precast	1.894.915.000,00	16
Bata	2.257.309.000,00	42
Hebel	1.946.156.000,00	23



Gambar 8. Grafik Biaya dan Waktu Pekerjaan Dinding

Berdasarkan Gambar 8 penggunaan dinding precast menjadi alternatif yang murah dan cepat jika dibandingkan dengan penggunaan dinding hebel dan bata. Berikut prosentase efisiensi biaya dan waktu:

- Efisiensi penggunaan biaya dinding precast terhadap bata merah = 16,05%
- Efisiensi penggunaan waktu dinding precast terhadap bata merah = 61,90%
- Efisiensi penggunaan biaya dinding precast terhadap hebel = 2,63%
- Efisiensi penggunaan waktu dinding precast terhadap hebel = 30,43%

#### 4.2 Analisa Aspek Ekonomis Yang Mempengaruhi Penerapan Dinding Precast

Dalam penelitian ini, uji validitas menggunakan rumus korelasi product moment atau korelasi pearson. Hasil uji validitas dari seluruh item pertanyaan menyatakan bahwa item pertanyaan dalam kuesioner diijinkan untuk dijadikan instrument penelitian. Demikian juga dengan hasil uji reliabilitas diperoleh nilai Cronbath Alpha sebesar 0,967 dengan kategori korelasi tinggi sehingga instrumen penelitian dinyatakan reliabel.

Tabel 4 merupakan hasil analisis deskripsi penilaian responden terhadap faktor ekonomis yang mempengaruhi penerapan sistem modular. Setelah dilakukan perhitungan rata-rata dari faktor yang menentukan tingkat ekonomis penerapan system modular selanjutnya dapat ditentukan interpretasi nilai aspek ekonomisnya. Dari Tabel 4 diperoleh faktor yang menambah aspek ekonomis penerapan sistem modular, sebagai berikut:

1. Waktu instalasi, *erection* dinding *precast*

Pada proses instalasi dinding *precast* ini menggunakan sistem sambungan kering yaitu sambungan las. Kemudahan pada sistem sambungan ini berdampak pada durasi pekerjaan menjadi lebih cepat. Reduksi waktu inilah yang menyebabkan penggunaan sistem ini menjadi lebih ekonomis.

2. Kebutuhan waktu produksi dinding *precast*.

Pada proses produksi waktu yang dibutuhkan cukup singkat karena mutu beton yang digunakan cukup tinggi yaitu K300. Dengan menggunakan beton mutu tinggi ini dinding *precast* dapat diangkat pada umur 2 hari dan langsung dapat dilakukan finishing di tempat produksi. Pekerjaan finishing yang dilakukan di lokasi produksi ini membutuhkan waktu yang lebih cepat jika dibandingkan dilakukan dilokasi gedung yang tinggi.



- Kualitas produk dapat sesuai dengan standar yang disyaratkan.  
Dengan menggunakan sistem modular pengendalian kualitas produk yang dihasilkan dapat terpantau dengan jelas. Jika terjadi penyimpangan kualitas dari produk maka manajemen dengan segera dapat melakukan tindakan tertentu sehingga produk dapat sesuai dengan standar yang didisyaratkan.

- Faktor ketidakpastian biaya untuk pengadaan dan pemasangan menjadi berkurang dengan mensubkan item pekerjaan.

Salah satu karakteristik proyek konstruksi adalah penuh ketidak pastian, sehingga dengan mensubkan pekerjaan kepada pihak lain yang memiliki kemampuan yang meyakinkan maka faktor ketidak pastian biaya dapat dikurangi.

Dengan demikian maka dapat di interpretasikan bahwa penerapan sistem modular pada proyek Apartemen X memiliki rata-rata tingkat ekonomis sebesar 4,12, dengan kategori ekonomis bila dibandingkan dengan sistem konvensional (menggunakan bata merah) . Hal ini didukung dengan hasil analisa biaya dan waktu yang menunjukkan biaya *precast* lebih efisien sebesar 16,05% dari biaya penggunaan bata merah dan penghematan waktu sebesar 61,09% dari waktu penggunaan bata merah. Jika dibandingkan dengan hebel, maka penggunaan *precast* memiliki efisiensi biaya sebesar 2,63% dan efisiensi waktu sebesar 30,43%.

Tabel 4. Interpretasi tingkat ekonomis penerapan sistem modular.

A	Faktor Biaya	Rata- rata	Interpretasi
1	Kebutuhan material untuk komponen dinding <i>precast</i>	3,88	Ekonomis
2	Biaya produksi, yang ditentukan oleh waktu pelaksanaan serta investasi peralatan yang diperlukan	3,75	Ekonomis
3	Biaya yang dibutuhkan untuk transportasi dinding <i>precast</i>	3,63	Ekonomis
4	Biaya yang dibutuhkan untuk pemasangan dinding <i>precast</i>	3,88	Ekonomis
5	Biaya untuk penyelesaian ( <i>finishing</i> )	4,13	Ekonomis
6	Jumlah pekerja yang diperlukan mulai produksi, <i>erection</i> dan <i>finishing</i>	4,13	Ekonomis
7	Biaya yang dibutuhkan untuk konstruksi	4,13	Ekonomis
<b>B</b>	<b>Faktor Waktu</b>		
1	Kebutuhan waktu produksi dinding <i>precast</i>	4,38	Sangat ekenomis
2	Waktu instalasi, <i>erection</i> dinding <i>precast</i>	4,50	Sangat ekenomis
<b>C</b>	<b>Faktor Mutu</b>		
	Produk yang dihasilkan mempunyai akurasi dimensi yang tinggi sehingga pelaksanaan relatif lebih mudah	4,13	Ekonomis
	Kualitas produk dapat sesuai dengan standar yang disyaratkan	4,38	Sangat ekenomis
<b>D</b>	<b>Kemudahan Pengendalian</b>		
1	Pengendalian/ koordinasi relatif lebih mudah karena dapat disederhanakan menjadi beberapa paket kecil pekerjaan	4,25	Ekonomis
2	Dengan mensubkan item pekerjaan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan dan pemasangan, faktor ketidak pastian biaya menjadi berkurang	4,38	Sangat ekenomis
<b>Rata- rata Total</b>		<b>4,12</b>	<b>Ekonomis</b>

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Biaya penggunaan dinding *precast* dibanding bata merah lebih efisien sebesar 16,05 % dan efisiensi waktu sebesar 61,9%, biaya *precast* dibanding hebel lebih efiseien sebesar 2,63% dan efisiensi waktu sebesar 30,43%.

2. Faktor yang menambah aspek ekonomis penerapan system modular sebagai berikut:
  - a. Waktu instalasi, erection dinding *precast*.
  - b. Kebutuhan waktu produksi dinding *precast*.
  - c. Kualitas produk dapat sesuai dengan standar yang diisyaratkan.
  - d. Dengan mensubkan item pekerjaan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan dan pemasangan, faktor ketidak pastian biaya menjadi berkurang.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk langkah selanjutnya adalah:

1. Hendaknya kepada peneliti lain dapat melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui faktor yang menambah tingkat ekonomis penerapan system modular pada jenis penggunaan material selain dinding *precast*.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai produktivitas komponen dinding pada gedung bertingkat banyak sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Allen E. 1985. *The Professional Handbook of Building Construction*, John Wiley & Sons; New York.
- Chandra, Stevanus Cris and Chandra, Wijaya, Lius. 2010 *Pengukuran produktivitas pekerjaan dinding hebel studi kasus pada proyek apartemen x*. Bachelor thesis, Petra Christian University.
- Ervianto, I Wulfram. 2006. *Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi*. Andi : Yogyakarta.
- Ervianto, I Wulfram. 2008. *Jurnal Teknik Sipil Potensi penggunaan Sistem Modular pada Proyek Konstruksi*. (ervianto@mail.uajy.ac.id).
- Juwana, Jimmy S. 2004. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi* :Erlangga : Jakarta.
- McCromac. JackC. 2000. *Desain Beton Bertulang Jilid 2*. Erlangga : Jakarta.
- Tatum, CB., 1987. *Improving Constructibility During Conceptual Planning, Journal of Construction Engineering and Management, Vol.113, No.2, June, pp. 191-207.*