

STUDI METODE KONSTRUKSI PREFABRIKASI UNTUK PEMBANGUNAN PERUMAHAN TAPAK MASSAL STUDI KASUS : PERUMAHAN DIAN SUKOLILO REGENCY, SURABAYA

Stefanie Susanto¹, Januar Budiman² dan I Gede Agus Widyadana³

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

^{2,3} Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

¹ stefanie.susanto@gmail.com, ² jbn2500@gmail.com, ³ gede@petra.ac.id

ABSTRAK: Makalah ini membahas tentang metode konstruksi prefabrikasi dengan mengambil studi kasus pembangunan perumahan Dian Sukolilo *Regency*, Surabaya. Metode konstruksi prefabrikasi mampu memberikan waktu konstruksi yang lebih cepat dan kualitas yang lebih baik. Tahapan penelitian akan dilakukan dengan mengolah data dengan pendekatan perhitungan simulasi untuk memperoleh perhitungan rencana anggaran biaya dan estimasi waktu konstruksi dengan metode prefabrikasi. Variabel utama yang mempengaruhi metode konstruksi prefabrikasi ini ada empat yaitu biaya, waktu, kualitas dan jumlah unit. Jumlah unit yang semakin banyak akan memberikan penurunan biaya konstruksi satuan unit pembangunan dengan metode prefabrikasi. Hasil dari perhitungan penelitian masing- masing akan menjadi pedoman wawancara untuk mengetahui respon dari pihak pengembang perumahan terhadap metode konstruksi prefabrikasi yang hasilnya akan menjadi kesimpulan penelitian.

Kata kunci: prefabrikasi, perumahan massal, pengembang perumahan massal

ABSTRACT: *This paper discusses the prefabricated construction method by taking a case study of Dian Sukolilo Regency housing construction, Surabaya. Prefabricated construction methods are able to provide faster construction time and better quality. Stages of research will be carried out by processing real data with a simulation calculation approach to obtain the calculation of the budget plan and estimated time of construction using the prefabrication method. The main variables that influence this prefabricated construction method are four, namely, cost, time, quality, and the number of units. The increasing number of units will reduce the cost of construction of the construction unit using the prefabrication method. The results of each calculation will guide the interview to find out the response of the housing developer to the prefabricated construction method, the results of which will be the conclusion of the study.*

Keywords: prefabrication, mass housing, mass housing developers

1. PENDAHULUAN

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia dan dianggap menjadi kota yang paling berpotensi dalam menghidupkan dunia properti. Dalam perkembangannya, pertumbuhan sektor properti di Surabaya diprediksi dapat meningkat 200% dalam beberapa tahun ke depan (Lamudi, 2018). Perkembangan pembangunan properti di Surabaya

ditunjukkan pula dengan munculnya banyak pengembang perumahan dan semakin banyaknya pembangunan hunian-hunian baru baik itu hunian bertingkat tinggi, seperti apartemen atau rumah susun, dan hunian bertingkat rendah atau rumah tapak. Berdasarkan survei yang pernah dilakukan, 64% masyarakat masih memilih rumah tapak sebagai hunian yang paling diminati dengan berbagai faktor pertimbangan daripada hunian yang bertingkat tinggi (Lamudi, 2018). Konstruksi pembangunan hunian bertingkat rendah atau rumah tapak masih didominasi oleh metode konstruksi konvensional. Metode konstruksi konvensional masih dirasa lebih murah dari segi biaya konstruksi, dikarenakan tenaga buruh yang masih murah di Indonesia. Namun dari segi waktu dan *quality control*, metode konvensional lebih membutuhkan jadwal konstruksi yang lebih panjang, serta kualitas hasil bangunan yang masih dipertanyakan.

Menurut Sandewa (2015), prefabrikasi dalam dunia konstruksi adalah industrialisasi metode konstruksi di mana komponen-komponennya diproduksi secara massal dan dirakit dalam bangunan dengan bantuan *crane* dan alat-alat pengangkat dan penanganan yang lain. Metode prefabrikasi ini dianggap memiliki beberapa keuntungan di dalam bidang konstruksi, di antaranya kontrol biaya yang lebih efisien, kinerja dan kualitas material yang lebih baik, kecepatan dalam konstruksi, pendekatan skalabilitas dan fleksibilitas desain yang lebih mudah, dan manajemen proyek yang lebih mudah dalam eksekusi konstruksi. (Wibawa, 2016)

Perkembangan metode konstruksi prefabrikasi juga mulai banyak berkembang dan dipakai di Surabaya. Metode konstruksi prefabrikasi di Surabaya dapat terlihat pada penggunaan panel-panel beton pracetak sebagai pengganti dinding dan lantai. Namun, penggunaan metode konstruksi prefabrikasi ini masih terbatas penggunaannya pada aplikasi bangunan bertingkat tinggi saja seperti apartemen, gedung perkantoran, dan bangunan bertingkat lainnya. Hal itu dikarenakan modul bangunan bertingkat tinggi lebih tipikal dan jumlah lantai yang banyak sehingga kuantitas atau jumlah produksi minimum modul material dapat dipenuhi.

Penelitian akan mengambil studi kasus perumahan Dian Sukolilo *Regency*, Surabaya dan melibatkan dua produsen panel material beton pracetak di Surabaya, yaitu *Grand Elephant* sebagai produsen panel beton modular dan *Calvary Abadi* sebagai produsen panel kustom. Peneliti akan menggunakan model perumahan tipe 69 ukuran 5x12 Dian Sukolilo *Regency* untuk membuat perhitungan simulasi rencana anggaran biaya dan estimasi waktu pembangunan dengan metode konstruksi prefabrikasi. Variabel yang menjadi faktor utama penelitian adalah biaya, waktu, kualitas dan jumlah unit. Jumlah unit dalam konstruksi prefabrikasi akan mempengaruhi biaya konstruksi per satuan unit pembangunan perumahan. Semakin banyak jumlah unit yang dibangun, maka biaya konstruksi satuan unit dapat menurun.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan perhitungan simulasi tentang biaya dan waktu metode konstruksi prefabrikasi pada pembangunan perumahan massal 2 lantai di Surabaya dan hasil perhitungan tersebut akan dijadikan pedoman wawancara kepada pihak pengembang perumahan yang bersangkutan untuk mengetahui respon pihak pengembang perumahan Dian Sukolilo *Regency* terhadap metode konstruksi prefabrikasi pada pembangunan perumahan massal. Hasil dari wawancara tersebut akan menjadi kesimpulan

research question bagi penelitian tentang penerapan metode konstruksi prefabrikasi pada pembangunan perumahan massal 2 lantai di Surabaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Studi Metode Konstruksi Prefabrikasi pada Pembangunan Rumah Tapak

Metode pembangunan rumah tapak dengan konstruksi prefabrikasi sudah ada di Amerika sejak awal abad ke 20. Setelah Perang Dunia II, dengan banyaknya proyek rehabilitasi permukiman atau pembangunan massal, rumah prefabrikasi menjadi pilihan karena kecepatan konstruksi pembangunan dan biayanya yang murah. (Larson et al., 2004). Material kayu pada saat itu banyak digunakan sebagai pilihan utama material bangunan karena sifat fleksibilitasnya dan penguasaan teknologi pada saat itu. Pada abad ke-12 di Inggris, penggunaan metode prefabrikasi mulai ditinggalkan dengan alasan estetika. Rumah prefabrikasi hanya digunakan pada saat ada kebutuhan yang mendesak misalnya saat terjadi perang. Rumah prefabrikasi akhirnya mulai meningkat lagi penggunaannya pada abad ke-21, untuk menjawab tingkat kebutuhan perumahan yang tinggi. Dan kemudian berlanjut perkembangannya di pembangunan perumahan Australia yang didasarkan pada ketentuan penggunaan *resources* atau sumber daya yang seefisien mungkin. (Davies, 2005)

Banyak penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan rumah prefabrikasi di Indonesia antara lain yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Pengembangan Pemukiman berupa RISHA (Rumah Instan Sederhana Sehat) dan rumah *Smart Modula* yang dikembangkan oleh Akademi Teknik Mesin Industri Surakarta. RISHA merupakan inovasi sistem teknologi konstruksi prefabrikasi dari komponen-komponen bangunan. Sistem RISHA diarahkan pada sistem fabrikasi tiap komponen-komponen bangunan sehingga kontrol kualitas akan lebih mudah dilakukan. Berbeda dengan RISHA, rumah *Smart Modula* menitikberatkan pada pengembangan rumah tradisional yang tahan gempa (Larasati, Primasetra, Fadhly. 2016). Rumah tradisional tidak memiliki pondasi, tetapi didirikan di atas umpak. Dinding juga tidak menahan beban, sedangkan yang menahan beban adalah struktur kolom dan pilar. Dari konsep inilah lahir konstruksi *Smart Modula* yang mampu menahan guncangan gempa hingga 8,3 skala Richter seperti gempa yang terjadi di Nias. (Roychansyah, 2006). Model rumah RISHA dan Smart Modula ditunjukkan pada Gambar 1.

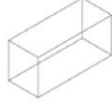

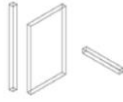



Gambar 1. Rumah RISHA dan *Smart Modula*

Rumah prefabrikasi adalah rumah yang konstruksi pembangunannya cepat karena menggunakan modul hasil fabrikasi industri (Akhmad, Abd. Gani dan Fachruddin, Pudji A, 2008). Dengan demikian, beberapa manfaat berupa waktu konstruksi yang cepat,

lingkungan pembangunan yang lebih bersih, dan biaya yang lebih murah dapat dicapai. Namun dikarenakan metode prefabrikasi sangat terikat dengan modul, maka pemilihan desain pun menjadi terbatas hanya pada produk yang sudah tersedia saja. Seiring perkembangannya ada beberapa jenis sistem perumahan prefabrikasi (Huang J.C, Krawczyk R.J, 2006), seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sistem perumahan prefabrikasi

	Deskripsi	Modul dasar
Sistem Modular	Semua komponen dari satu unit perumahan seluruhnya dibuat, dirakit dan diproduksi di pabrik sebagai modul tiga dimensi (seperti bentukan kotak). Sistem ini hanya membutuhkan koneksi sederhana ke pondasi dan struktur utama. Ukuran unit modular dibatasi oleh hukum jalan raya atau kendala pengiriman	 Fully Modular
Sistem Perpotongan	Sistem ini ditujukan untuk memudahkan pengangkutan modul perpotongan tetapi tidak menyeluruh, sistem sederhana ini membutuhkan komponen atau proses pelengkap setelah mereka mencapai lokasi.	 Sectional
Sistem Per Komponen	Sistem fabrikasi rumah yang berupa komponen- komponen bangunan yang dirancang sebelumnya serta direncanakan untuk dapat dirangkai dalam berbagai cara.	 Component
Sistem Hybrid	Sistem ini merupakan kombinasi dari kolom dan balok prefabrikasi untuk membentuk sistem struktur yang fundamental di bangunan. Sistem ini memberi kemungkinan untuk membagi bangunan menjadi dua elemen abstrak.	 Hybrid

2.2 Material Konstruksi Rumah Prefabrikasi di Indonesia: Panel Beton Pracetak

Menurut (Sandewa, 2015) material beton pracetak merupakan salah satu dari material prefabrikasi dan digunakan sebagai struktur suatu bangunan. Material ini terbuat dari berbagai macam campuran agregat sehingga membuat bangunan menjadi kokoh dan dapat menahan beban yang berat. Beton pracetak merupakan salah satu bahan bangunan yang sangat mudah dalam pengerjaannya. Selain itu, beton pracetak memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut;

1. Bentuk panel yang variatif, bisa dikustomisasi sesuai dengan kebutuhan serta tersedia pula dengan ukuran yang modular.
2. Pemasangan panel mudah dan cepat
3. Setiap panel beton memiliki kekuatan yang sama
4. Tidak bergantung pada cuaca dalam proses produksinya
5. Hemat waktu dan mengurangi polusi
6. Dapat diberikan bahan tambahan

Selain dengan kelebihan yang disebutkan, material beton pracetak juga memiliki kekurangan, di antaranya:

1. Tidak menjangkau semua tempat
Volume panel yang besar membutuhkan tidak dapat didistribusikan apabila jalan atau area lokasi terlalu sempit.
2. Harga relatif lebih mahal daripada material konvensional.

Dari kelebihan dan kekurangan material beton pracetak ini, dapat disimpulkan bahwa perkembangan material ini dipengaruhi oleh empat variabel utama, yaitu : biaya, waktu, kualitas dan kuantitas sebagai pertimbangan bagi pihak pengguna dalam pengambilan keputusan penggunaan material.

Aplikasi material beton pracetak di Surabaya berkembang dan banyak dipakai pada konstruksi dinding bangunan bertingkat tinggi sebagai pengganti material batu bata atau batu ringan dengan pertimbangan waktu konstruksi yang lebih cepat dan kualitas yang lebih baik. Material beton pracetak pada rumah tapak masih dianggap mahal dalam segi biaya konstruksinya. Produsen material beton pracetak yang mengawali produksi *U- Ditch* kustom, *paving stone*, dll semakin berkembang pula dalam memproduksi panel material beton pracetak dengan model kustom sesuai dengan permintaan konsumen yang bersangkutan. Selain dengan produsen panel kustom beton pracetak, pihak produsen lain juga mulai banyak memproduksi panel- panel beton sebagai pengembangan dari material bata ringan yang sifatnya lebih modular dan ditentukan oleh pabrik dengan dilengkapi konstruksi besi yang kuat di dalamnya serta pertimbangan dalam penyesuaian kondisi yang diinginkan. Namun pada produsen material beton pracetak modular ini, produk hanya terbatas pada panel lantai dan panel dinding. Produsen panel *Calvary Abadi* dan *Grand Elephant* merupakan salah satu dari produsen panel dinding kustom dan panel dinding modular yang cukup berkembang dan berpengalaman di Surabaya. Sistem konstruksi yang banyak digunakan dalam pemasangan panel beton pracetak baik panel kustom adalah sistem konstruksi modular penuh dimana seluruh panel diproduksi di pabrik yang kemudian diinstalasi di lokasi yang ditentukan.

2.3 Tinjauan Studi Perumahan Tapak Massal di Surabaya

Yudhohusodo (1991) menjelaskan perumahan dapat diartikan sebagai suatu cerminan dari diri pribadi manusia, baik secara perorangan maupun dalam suatu kesatuan dan kebersamaan dengan lingkungan alamnya dan dapat juga mencerminkan taraf hidup, kesejahteraan, kepribadian, dan peradaban manusia penghuninya, masyarakat ataupun suatu bangsa. Berawal dari sejarah pembangunan rumah- rumah untuk rakyat, semakin berkembang pula pembangunan perumahan bagi seluruh kelas masyarakat. Perumahan- perumahan tersebut mulai dikembangkan dari konstruksi 1 lantai hingga 2 lantai dengan model yang lebih baik dan berestetika dan dibangun dalam jumlah unit yang banyak atau massal untuk menciptakan suatu kompleks perumahan dengan standar kenyamanan yang baik bagi penghuninya.

Semakin pesatnya perkembangan infrastruktur di Surabaya mendorong kota ini semakin berkembang dalam bidang properti. Sama halnya dengan Jakarta, kota Surabaya terbagi menjadi empat teritorial yaitu Surabaya Barat, Surabaya Timur, Surabaya Tengah, dan Surabaya Selatan. Berdasarkan pengamatan (Lamudi, 2018) mengatakan 47 persen penyumbang properti terbanyak adalah teritori Surabaya Timur. Potensi di Surabaya Timur

dianggap masih kondusif dibandingkan dengan Surabaya Barat dengan didukung dengan pembangunan infrastruktur jalan menghubungkan akses ke bandara dan *Outer Ring Road*. Selain itu kondisi jalan di daerah timur ini dirasa masih lenggang dan tidak sepadat Surabaya Barat sehingga menjadi potensi tambahan bagi para pengembang atau investor untuk mengembangkan sektor properti di Surabaya. Uniknyanya pula, hunian di Surabaya Timur ini cukup bervariasi dan berbeda dengan hunian Surabaya Barat yang lebih didominasi hunian kalangan menengah atas. Hunian di Surabaya Timur cukup lengkap dalam memenuhi hunian masyarakat baik dari kalangan menengah bawah, menengah dan menengah atas. Salah satu pengembang properti terbesar di Surabaya Timur adalah PT. Diparunu Rucitra atau DR *Property*. DR *Property* berkembang sejak tahun 2003 dan telah mengembangkan mega proyek di daerah Surabaya Timur. Proyek pengembang DR *Property* sudah diawali dengan pembangunan apartemen DR, perumahan *The Sukolilo Residence* dan saat ini mengembangkan Dian Sukolilo *Regency 2* dengan pembangunan unit perumahan- perumahan baru yang lebih baik.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut;

1. Pengumpulan data, dengan metode studi dokumen dan wawancara. Peneliti akan mengumpulkan data- data gambar kerja, rencana anggaran biaya, time schedule proyek pembangunan perumahan Dian Sukolilo *Regency* dari pihak pengembang serta data dari pihak produsen panel material beton pracetak tentang harga produk, spesifikasi produk material panel beton pracetak baik itu secara tertulis maupun lisan dengan wawancara.
2. Pengolahan data, dengan melakukan perhitungan dengan pendekatan simulasi. Peneliti akan membuat daftar rencana anggaran biaya dan ilustrasi estimasi waktu konstruksi perumahan Dian Sukolilo *Regency* menggunakan metode konstruksi prefabrikasi.
3. Analisis data, peneliti akan menganalisis hasil pengolahan data dengan membandingkan hasil dari masing- masing metode konstruksi prefabrikasi.
4. Melakukan wawancara hasil pengolahan dan analisis data kepada pihak pengembang perumahan Dian Sukolilo *Regency* untuk mengetahui respon dari pihak pengembang terhadap hasil perhitungan simulasi metode konstruksi prefabrikasi. Hasil dari wawancara akan disimpulkan melalui research question untuk menjadi kesimpulan akhir dari penelitian.

4. HASIL PENELITIAN

Dari kedua produsen panel material prefabrikasi, penelitian metode konstruksi prefabrikasi pada perumahan Dian Sukolilo *Regency* menghasilkan tiga alternatif metode konstruksi pembangunan. Metode konstruksi tersebut dijabarkan sebagai berikut:

1. Metode konstruksi prefabrikasi panel modular *Grand Elephant* dan konvensional
2. Metode konstruksi prefabrikasi total dengan produk panel custom *Calvary Abadi*
3. Metode konstruksi prefabrikasi gabungan panel modular *Grand Elephant* dan panel custom *Calvary Abadi*

Oleh karena itu dalam pengolahan data, peneliti mendapatkan tiga model perhitungan simulasi rencana anggaran biaya dan estimasi waktu konstruksi metode prefabrikasi.

4.1 Hasil Perhitungan Simulasi Rencana Anggaran Biaya Metode Konstruksi Prefabrikasi Perumahan Dian Sukolilo Regency, Surabaya

Perhitungan simulasi rencana anggaran biaya metode konstruksi prefabrikasi dilakukan dengan tahapan menghitung biaya konstruksi untuk satu unit pembangunan rumah dengan model perumahan Dian Sukolilo Regency, dan per satuan unit pembangunan dalam jumlah 123 unit rumah untuk mengetahui perbedaan biaya konstruksi metode prefabrikasi. Hasil perhitungan simulasi rencana anggaran biaya metode konstruksi prefabrikasi dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan simulasi rencana anggaran biaya metode konstruksi prefabrikasi

		RAB Pembangunan 1 unit rumah	RAB Pembangunan satuan unit rumah dari jumlah 123 unit	Selisih biaya dan presentase	Keterangan
1. Metode konstruksi prefabrikasi modular Elephant konvensional	konstruksi panel Grand dan	Rp. 273.488.116	Rp. 254.196.130	Rp. 19.291.986 (6.22%)	selisih harga dari potongan produk material beton pracetak senilai 5% dan biaya sewa alat menjadi 4 bulan
2. Metode konstruksi prefabrikasi kustom Calvary Abadi	konstruksi panel	Rp. 281.196.285	Rp. 253.268.483	Rp. 27.927.802 (10.88%)	selisih harga dari potongan produk material beton pracetak senilai 10% dan biaya sewa alat menjadi 3 bulan
3. Metode konstruksi prefabrikasi panel modular Elephant kustom Calvary Abadi	konstruksi gabungan panel Grand dan panel	Rp. 281.213.657	Rp. 249.667.584	Rp. 31.546.073 (11.2%)	selisih harga dari potongan produk panel 5% dan 10% serta biaya sewa alat menjadi 5 bulan

Pada hasil perhitungannya, hasil biaya konstruksi satu unit rumah dengan menggunakan metode prefabrikasi akan menghasilkan harga yang jauh lebih tinggi daripada biaya konstruksi metode konvensional biasa. (Kieran and Timberlake, 2004) Hal tersebut dikarenakan dari harga per m³ produk panel yang lebih tinggi daripada bata ringan dan ditambahkan dengan kebutuhan biaya sewa alat berat harian untuk instalasi. Jumlah unit yang semakin banyak dapat memberikan potongan harga maksimal untuk per m³ panel prefabrikasinya dan pembiayaan sewa alat berat untuk instalasi dengan jumlah unit yang banyak juga dapat mengalami penurunan yang signifikan dikarenakan perbedaan biaya waktu sewa alat bulanan dan harian.

Pada konstruksi metode prefabrikasi, jenis pekerjaan plesteran dan acian juga mengalami perubahan dan penyesuaian. Material plesteran dan acian untuk panel material beton

pracetak membutuhkan campuran khusus lebih sederhana dan tipis secara teknis pelaksanaannya, berbeda dengan material plesteran dan acian dengan konstruksi bata merah atau bata ringan. Namun biaya untuk material plesteran dan acian untuk panel prefabrikasi lebih tinggi daripada material plesteran dan acian biasa.

4.2 Ilustrasi Estimasi Waktu Pekerjaan Konstruksi Metode Prefabrikasi Perumahan Sukolilo Dian *Regency*, Surabaya

Estimasi waktu pekerjaan konstruksi dengan menggunakan metode prefabrikasi harus terhitung dari waktu proses pemesanan, produksi, pengiriman hingga instalasi produk. Penelitian estimasi waktu perumahan Sukolilo Dian *Regency* pada 3 (tiga) metode prefabrikasi ini tidak hanya menghitung waktu produk prefabrikasi saja melainkan digabungkan dengan jenis pekerjaan lainnya sehingga menjadi satu unit bangunan perumahan. Pembuatan ilustrasi estimasi waktu konstruksi langsung dihitung dengan menggunakan pembangunan jumlah 123 unit rumah. Masing- masing jenis pekerjaan memiliki durasi dan bisa overlap dengan jenis pekerjaan lainnya. Ilustrasi estimasi waktu pekerjaan konstruksi dengan metode prefabrikasi ini dapat memberikan waktu yang lebih efektif dalam hal penggunaan sewa alat berat. Penjelasan ilustrasi estimasi waktu pekerjaan konstruksi digambarkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Ilustrasi estimasi waktu pekerjaan metode konstruksi prefabrikasi

	Estimasi Waktu Konstruksi	Keterangan
1. Metode konstruksi prefabrikasi panel modular Grand Elephant dan konvensional	22 bulan	<ul style="list-style-type: none"> - Suplai produksi panel 26 hari kerja - Estimasi waktu pengiriman yang bertahap - Sewa alat berat untuk instalasi selama 4 bulan kerja
2. Metode konstruksi prefabrikasi panel kustom Calvary Abadi	16 bulan	<ul style="list-style-type: none"> - Estimasi waktu produksi panel <i>custom</i> kuota pembangunan 123 unit rumah adalah 60 hari - Waktu pengiriman bisa berkisar antara 15- 20 hari - Sewa alat berat instalasi sekitar 3 bulan
3. Metode konstruksi prefabrikasi gabungan panel modular Grand Elephant dan panel kustom Calvary Abadi	18 bulan	<ul style="list-style-type: none"> - Estimasi waktu persiapan produksi kedua produsen apabila digabungkan membutuhkan waktu 60 hari. - Jadwal pengiriman ke lokasi disesuaikan dan diatur sesuai dengan masing- masing jenis pekerjaan - Sewa alat berat untuk instalasi sekitar 5 bulan

4.3 Kualitas Produk Material Panel Prefabrikasi Beton Pracetak *Grand Elephant* dan *Calvary Abadi*

Dari segi kualitas bangunan dengan material prefabrikasi dalam hal ini material beton pracetak ternilai lebih baik dan presisi apabila dibandingkan dengan produk konstruksi metode konvensional. Produk panel material prefabrikasi beton pracetak baik dari produsen *Grand Elephant* dan *Calvary Abadi* merupakan produk buatan pabrik. Produk panel beton pracetak yang dihasilkan tersebut diproduksi dengan menggunakan mesin- mesin dan cetakan yang sudah disiapkan sebelumnya serta menjalani proses *quality control* dari masing- masing produsen. Tingkat presisi, kekuatan, serta struktur sudah terhitung dan menjadi standart bagi masing- masing produsen untuk menghasilkan produk yang terbaik. Proses produksi panel prefabrikasi ditunjukkan pada Gambar 2.



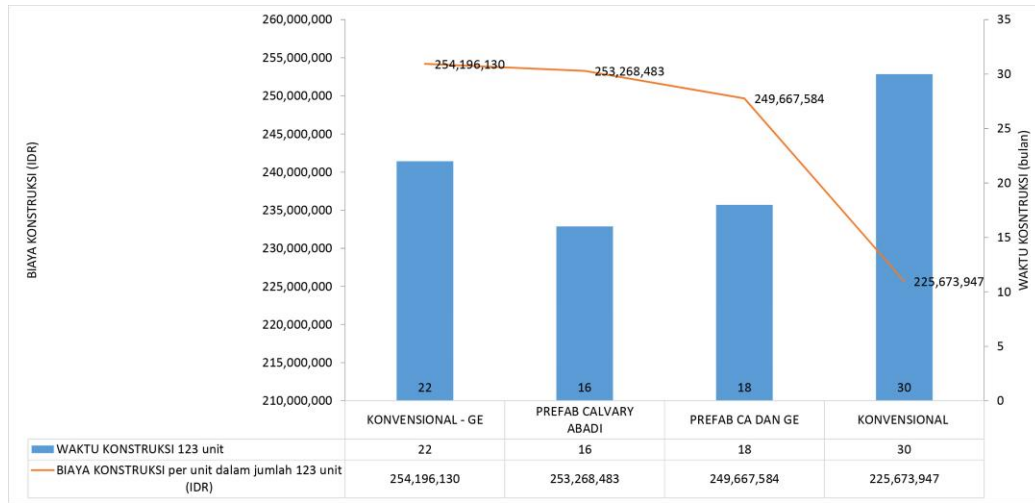
Gambar 2. Tahapan produksi panel prefabrikasi

4.4 Analisis Data Perhitungan Simulasi Biaya, Waktu, dan Jumlah Unit Konstruksi Pembangunan Perumahan Sukolilo Dian *Regency*, Surabaya

Penelitian metode konstruksi prefabrikasi dengan studi kasus perumahan Sukolilo Dian *Regency* ini melibatkan 2 (dua) produsen panel beton pracetak yang berkembang di Surabaya. Pada proses penelitiannya, peneliti menemukan 3 (tiga) model perhitungan simulasi biaya dan waktu konstruksi metode prefabrikasi pembangunan 123 unit perumahan dengan menggunakan data dari kedua panel produsen tersebut. Oleh karena itu, dengan tambahan data konstruksi metode konvensional dari pihak pengembang perumahan penelitian menggunakan 4 (empat) metode konstruksi pembangunan untuk dijadikan perbandingan dalam proses analisis data.

Metode konstruksi prefabrikasi memberikan biaya konstruksi pembangunan yang lebih tinggi daripada pembangunan dengan metode konvensional. Dari hasil perhitungan simulasi total, biaya pembangunan satu unit rumah saja dengan metode prefabrikasi bisa mencapai selisih persentase 15%- 20% lebih tinggi dibandingkan dengan metode pembangunan konvensional. Untuk pembangunan dengan jumlah yang semakin banyak, selisih biaya konstruksi dapat semakin ditekan. Biaya konstruksi perbangunan satuan unit rumah pada penelitian perumahan Dian Sukolilo *Regency* tipe 69 dengan jumlah 123 unit memberikan selisih biaya antara 9 % hingga 11% lebih tinggi dibandingkan dengan pembangunan metode konvensional, namun metode prefabrikasi mampu memberikan estimasi penurunan

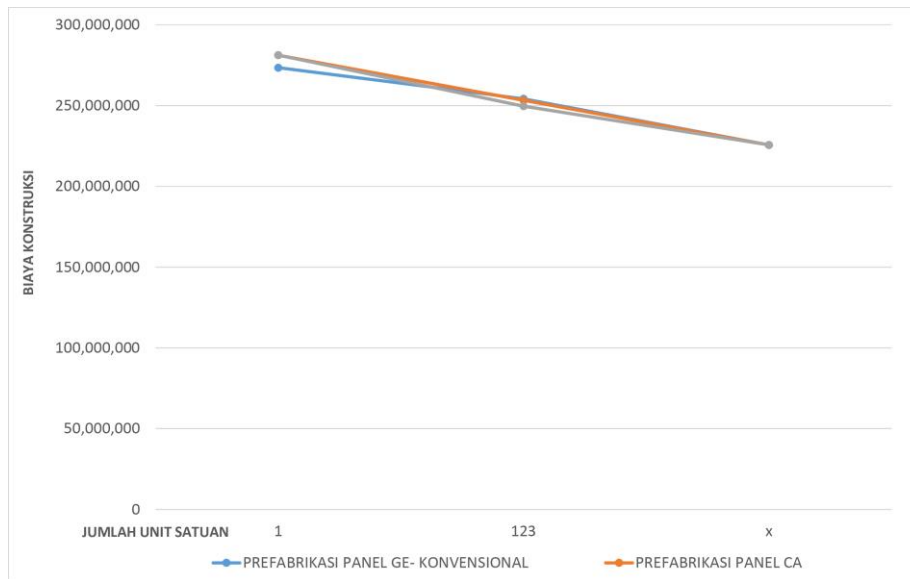
waktu yang lebih singkat sekitar 8-14 bulan untuk pembangunan perumahan daripada metode konvensional. Kesimpulan dari keempat perbandingan biaya, waktu keempat metode konstruksi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perbandingan biaya, waktu metode konstruksi prefabrikasi dan metode konvensional perumahan Dian Sukolilo *Regency*, Surabaya

4.5 Interpolasi Linier

Biaya konstruksi pembangunan dengan metode prefabrikasi dipengaruhi oleh jumlah unit perumahan yang akan dibangun. Jumlah unit yang semakin banyak akan memberikan biaya pembangunan satuan unit yang lebih rendah daripada pembangunan dengan jumlah satu unit saja. Hasil perhitungan simulasi ketiga metode konstruksi prefabrikasi menunjukkan penurunan biaya konstruksi antara pembangunan satu unit rumah dengan pembangunan dengan jumlah 123 unit rumah. Namun hasil penurunan ketiga biaya konstruksi metode prefabrikasi dengan jumlah 123 unit perumahan Dian Sukolilo *Regency* ini masih ternilai lebih tinggi daripada biaya konstruksi dengan menggunakan metode konvensional. Penurunan biaya konstruksi dalam pengaruhnya dengan jumlah unit ditunjukkan pada grafik Gambar 4.



Gambar 4. Grafik penurunan biaya konstruksi metode prefabrikasi pembangunan 123 unit perumahan Dian Sukolilo *Regency*, Surabaya

Penelitian akan mencari titik dimana nilai biaya konstruksi metode prefabrikasi mampu mendekati biaya konstruksi metode konvensional dalam pengaruhnya dari jumlah unit. Penelitian akan menggunakan rumus interpolasi linier untuk mencari titik X yaitu jumlah unit minimum yang dibangun untuk mencapai biaya konstruksi titik Y yang diasumsikan merupakan biaya yang mendekati biaya konstruksi konvensional. Titik X1 dan Y1 mewakili jumlah satu unit rumah dan biaya konstruksi metode prefabrikasi pembangunan satu unit rumah saja, dan titik X2 dan Y2 mewakili jumlah 123 unit rumah dan biaya konstruksi pembangunan metode prefabrikasi satuan unit rumah dari total 123 rumah. Hasil interpolasi masing- masing metode prefabrikasi untuk mencari jumlah unit minimum ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil interpolasi linier untuk jumlah minimum unit metode prefabrikasi

	Jumlah Unit Minimum (Hasil Interpolasi)
1. Metode konstruksi prefabrikasi Panel modular Grand Elephant dan konvensional	303 unit rumah
2. Metode konstruksi prefabrikasi total dengan produk panel custom Calvary Abadi	243 unit rumah
3. Metode konstruksi prefabrikasi gabungan panel modular Grand Elephant dan panel custom Calvary Abadi	215 unit rumah

4.6 Respon Pihak Pengembang Perumahan Dian Sukolilo Regency terhadap Hasil Penelitian

Berdasarkan wawancara dengan pihak pengembang perumahan Dian Sukolilo *Regency*, keputusan final metode konstruksi pembangunan yang akan digunakan hanya diambil oleh Direktur Teknik selaku penimbang segala keputusan teknis pembangunan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Direktur Teknik PT. DIPARANU RUCITRA, didapat beberapa hasil sebagai berikut;

1. Di antara keempat metode konstruksi pembangunan 123 unit perumahan Sukolilo Dian *Regency*, urutan metode prefabrikasi yang paling diminati adalah metode prefabrikasi total dengan panel *Calvary* Abadi, kemudian beralih pada metode prefabrikasi gabungan kedua produsen panel yaitu panel kustom CA dan panel modular GE, dan terakhir adalah metode kombinasi panel modular dengan metode konvensional. Alasan pemilihan tersebut dikarenakan waktu konstruksi yang lebih cepat.
2. Urutan variabel kualifikasi dalam menentukan keputusan pemilihan metode konstruksi pembangunan perumahan adalah segi kualitas, waktu konstruksi dan yang terakhir adalah biaya. Pihak pengembang perumahan memprioritaskan kualitas produk perumahan yang dijual, ketepatan jadwal serah terima dan anggaran yang sudah disesuaikan.
3. Menurut pihak pengembang perumahan, metode prefabrikasi dapat berpotensi menjadi metode konstruksi baru pembangunan perumahan produksi massal di masa yang akan datang dikarenakan waktu pengerjaan yang lebih cepat dan kualitas yang lebih baik.
4. Namun untuk saat ini, konstruksi metode prefabrikasi masih memiliki beberapa kendala dalam aplikasinya dikarenakan nilai jual rumah yang cenderung lebih rendah dikarenakan ketidaktahuan masyarakat terhadap metode prefabrikasi, pembiayaan yang masih tinggi, dan kebutuhan akses jalan serta area luas penyimpanan untuk panel-panel beton pracetak sehingga kondisi ini menjadi syarat yang perlu diperhatikan dalam pemilihan metode konstruksi prefabrikasi.

4.7 Analisis *Research Question*

Hasil wawancara yang telah dilakukan dengan pihak pengembang perumahan Dian Sukolilo *Regency* dalam penelitian ini ditujukan untuk menjawab bagian dari *research question*. Penjabaran analisis *research question* adalah sebagai berikut;

1. Apakah hasil perhitungan simulasi metode konstruksi prefabrikasi dapat diterima menjadi metode konstruksi alternatif bagi pihak pengembang perumahan dalam pembangunan perumahan produksi massal 2 lantai di Surabaya?
Ya. Hasil perhitungan simulasi metode konstruksi prefabrikasi dapat diterima menjadi konstruksi alternatif bagi pembangunan perumahan massal di Surabaya. Pihak pengembang perumahan berminat dengan hasil perhitungan simulasi yang telah dilakukan tentang metode konstruksi prefabrikasi. Hal yang membuat pihak pengembang berminat dalam metode konstruksi ini adalah hasil produk unit perumahan yang berkualitas dengan waktu konstruksi yang lebih pendek. Sesuai dengan hasil wawancara, pihak pengembang memprioritaskan kualitas dan waktu yang cepat sebagai pertimbangan utama untuk menghasilkan produk bangunan perumahan.
2. Faktor- faktor apa saja yang perlu diperhatikan oleh pihak pengembang perumahan dalam menentukan metode konstruksi prefabrikasi yang tepat untuk pembangunan perumahan produksi massal 2 lantai di Surabaya?

Faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan metode konstruksi prefabrikasi ini diantaranya, adalah ; biaya, waktu, mutu serta faktor lainnya. Faktor pertimbangan lain dalam pelaksanaan metode konstruksi prefabrikasi pada pembangunan perumahan massal di Surabaya ini adalah penyediaan lahan dan mobilisasi alat, serta pengetahuan masyarakat awam tentang konstruksi metode prefabrikasi dalam membangun perumahan massal.

5. KESIMPULAN

Perhitungan simulasi penelitian yang berupa rencana anggaran biaya dan estimasi waktu konstruksi metode prefabrikasi menghasilkan beberapa nilai, sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan simulasi biaya konstruksi dengan metode prefabrikasi panel modular *rand Elephant* dan konstruksi konvensional untuk satu unit rumah mencapai nilai Rp. 273.448.116,- dan biaya konstruksi per satuan unit dalam jumlah total 123 unit rumah mencapai nilai Rp. 254.196.130,- dengan penyelesaian waktu konstruksi 22 bulan. Selisih persentase biaya konstruksi 1 unit dengan per satuan unit dalam jumlah 123 unit senilai 6.66%
2. Hasil simulasi perhitungan biaya konstruksi metode prefabrikasi panel kustom *Calvary Abadi* untuk konstruksi satuan unit rumah mencapai nilai Rp. 281.196.285,- dan biaya konstruksi per satuan unit dalam jumlah 123 unit rumah mencapai nilai Rp. 253.468.483,- dengan penyelesaian waktu konstruksi 16 bulan. Selisih biaya konstruksi 1 unit dengan per satuan unit dalam jumlah 123 unit senilai 10.88%
3. Hasil simulasi perhitungan biaya konstruksi metode prefabrikasi gabungan panel *Grand Elephant* dan PT. *Calvary Abadi* untuk konstruksi satuan unit rumah mencapai nilai Rp. 281.213.657,- dan biaya konstruksi per unit dengan jumlah total 123 unit rumah mencapai nilai Rp. 249.667.584,- dengan penyelesaian waktu 18 bulan. Selisih biaya konstruksi 1 unit dengan per satuan unit dalam jumlah 123 unit senilai 11.2%

Perhitungan simulasi ketiga metode konstruksi prefabrikasi menunjukkan bahwa dari segi biaya, biaya konstruksi metode prefabrikasi di Surabaya masih lebih tinggi daripada metode konvensional. Dari segi waktu, pembangunan dengan metode konstruksi prefabrikasi dapat mempersingkat waktu menjadi 8 bulan hingga 14 bulan lebih cepat daripada metode konvensional. Dari segi kualitas, produk material prefabrikasi lebih terjamin secara mutu karena diproduksi di pabrik dengan proses mesin yang lebih baik dan *quality control* yang lebih diperhatikan.

Untuk mencapai biaya konstruksi yang rendah dan mendekati biaya konstruksi metode konvensional, ada jumlah minimum yang harus dipenuhi oleh masing- masing metode prefabrikasi. Jumlah unit minimum dicari dengan metode interpolasi. Jumlah minimum unit yang harus dipenuhi masing- masing metode prefabrikasi adalah sebagai berikut;

- a. Metode konstruksi prefabrikasi panel modular GE dan metode konvensional membutuhkan jumlah minimum 303 unit rumah
- b. Metode konstruksi prefabrikasi panel kustom beton pracetak CA membutuhkan jumlah minimum 243 unit rumah
- c. Metode konstruksi gabungan panel kustom CA dan panel modular GE membutuhkan jumlah minimum 215 unit rumah.

Dari hasil wawancara, respon pihak pengembang perumahan terhadap penelitian mengenai metode konstruksi prefabrikasi ini diterima dengan positif. Pihak pengembang memiliki minat terhadap metode konstruksi prefabrikasi untuk menjadi metode konstruksi potensial untuk pembangunan perumahan massal. Faktor yang menjadi prioritas pihak pengembang dalam menentukan metode konstruksi pembangunan perumahan massal adalah kualitas bangunan, waktu konstruksi yang lebih cepat kemudian biaya. Namun untuk masa sekarang ini, aplikasi metode prefabrikasi memiliki beberapa kendala yang perlu diperhatikan. Kendala-kendala tersebut dapat menjadi catatan bagi pihak pengembang perumahan untuk menyiapkan penggunaan metode konstruksi prefabrikasi, dan dari sisi pihak produsen panel dapat menyiapkan strategi untuk semakin mengenalkan produk panel material prefabrikasi kepada masyarakat awam melalui media, seminar, dll.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aderiani, Tanyonimpuno, R. S., & Adi, T. J. W. (2005). *Identifikasi konflik yang terjadi pada pelaksanaan proyek konstruksi gedung*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi I.
- Akhmad, Abd. Gani dan Fachruddin, Pudji A. (2008, Februari). Disain rumah tinggal konstruksi “ knock down”. *Jurnal Smartek*, 6(1), 19-26.
- Anderson, Mark and Peter Anderson. (2007) *Prefab prototypes : site specific for offsite construction*. New York: Princeton Architectural Press.
- Davies, Collin. (2005). *The prefabricated home*. Reaktion Books Ltd
- Dekoruma. (2019). *Tujuh tipe rumah terpopuler di Indonesia*. <<https://www.dekoruma.com/artikel/64473/tipe-rumah-terpopuler>> (June 3, 2019)
- Diela, Tabita. (2014, June 14). Material prefabrikasi solusi “backlog” rumah. *Kompas Cyber Media*. <<http://www.kompas.co.id>> (December 14, 2018)
- Duarte, J. P. (2001). *Customizing mass housing: A discursive grammar for siza’s malagueira houses*. Thesis (Ph.D.). Massachusetts Institute of Technology.
- Glass, Jacqueline. (2000, June). *The future for precast in low-rise housing*. British Precast Concrete Federation
- Hardjomuljadi, S., Abdulkadir, A., & Takei, M. (2006). *Strategi klaim konstruksi berdasarkan FIDIC conditions of contract*. Jakarta : Pola Grade.
- Heizer, J., Render B., (2005). *Operation Management*. New Jersey :Prentice Hall
- Huang, J. C. (2005). *Integrating mass customization with prefabricated housing*. Ph.D. Thesis Proposal (unpublished), Illinois Institute of Technology.
- Huang, J.C., Krawczyk, R.J., (2006). *Mass customizing prefabricated modular housing by internet- aided design*. Thesis Proposal (unpublished), Illinois Institute of Technology
- Kieran, S. and Timberlake, J. (2004). *Refabricating architecture: How manufacturing methodologies are poised to transform building construction*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Lamudi, (2018). *Ini dia lokasi paling hot untuk investasi properti di Surabaya*. <<https://www.lamudi.co.id/journal/ini-dia-lokasi-paling-hot-untuk-investasi-properti-di-surabaya/>> (May 3, 2018)
- Larasati, D., Primasetra, A., Fadhly,F. (2016). *Pengembangan Industri Rumah Sederhana Prefabrikasi, Belajar dari Kearifan Lokal*. Makalah dipresentasikan di Temu Ilmiah IPLBI 2016

- Larson, K., Intille S., McLeish T., Beaudin J., and Williams R. (2004, October). Open source building: Reinventing places of living. *BT Technology Journal*, 22(4), 187-200.
- Larson, K., Tapia M., and Duarte J. (2001, March). A new epoch: Automated design tools for the mass customization of housing. *A+U Journal*, 366(4), 205-207.
- McGraw-Hill Construction. (2001). *Prefabrication and modularization, increasing productivity in construction industry*. Smart Market Report.
- Roychansyah, M. S,. (2006). *Perkembangan rumah prefabrikasi*. Repositori Universitas Gadjah Mada : Berita Iptek Online.
- Sandewa, Maesha (2015). *Prinsip konstruksional pada konstruksi prefabrikasi*. <<https://www.arctofia14.blogspot.com/2015/07/prinsip-konstruksional-pada-konstruksi.html>> (July 31, 2015)
- Schodek, D., Becthhold M., Griggs K., Kao K., and Steinberg M. (2004). *Digital design and manufacturing: Cad/ cam applications in architecture and design*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Shaikh, Samir. (2017, December). *Mass Production for Mass Housing*. LinkedIn.
- Thornton, R. (2004). *The Houses That Sears Built*. Alton, IL: Gentle Beam Publications.
- Warou, Fela. (2014, Agustus). Pendekatan desain berkelanjutan pada perumahan kota di Indonesia 'for better engineering'. *Jurnal Media Matrasain*, 11(2), 5-10.
- Wibawa, Agus. (2016, February 22). Enam keunggulan data center prefabrikasi. *Kompas Cyber Media*. <http://www.klasika.kompas.co.id> (December 4, 2016)
- Wikipedia ensiklopedia bebas. (2020).Prefabrikasi. <<http://id.wikipedia.org/wiki/Prefabrikasi>> (June 10, 2020)
- Yudohusodo, Siswono. (1991). *Rumah Untuk Seluruh Rakyat*. INKOPPOL. Jakarta.
- Zipkin, Paul. (2001). *The limits of mass costumization*. MIT Sloan Management Review, Massachusetts Institute of Technology.