

ANALISIS PERBANDINGAN BEKISTING KONVENSIONAL DENGAN BEKISTING ALUMINIUM DITINJAU DARI ASPEK BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN

Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan The Lana Apartment – Tangerang

(Comparative Analysis The Implementation Of Conventional And Aluminium Formwork At Cost And Time Aspects)

Muhammad Ilham¹ Ayu Herzanita¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia
E-mail: 2810muhammadilham@gmail.com

Diterima 5 April 2021, Disetujui 15 Mei 2021

ABSTRAK

Perkembangan teknologi konstruksi di Indonesia saat ini mengalami kemajuan pesat, sangat banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas kerja, baik secara struktur maupun manajemen konstruksi bangunan harus terjamin dari segi mutu, biaya yang ekonomis, dan waktu yang efektif. Secara umum penelitian ini bermaksud untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu dari pekerjaan bekisting konvensional dan bekisting aluminium. Pada proyek The Lana Apartment yang awalnya menggunakan bekisting konvensional, untuk mempercepat progress pekerjaan pada pelaksanaan dilapangan bekisting aluminium menjadi opsi yang dipilih untuk itu, maka dibuatlah sebuah analisis yang menampilkan perbandingan antara kedua metode perbandingan biaya dan waktu hanya dari lantai 7 sampai lantai 39 / Roof Top pada tower 2 namun tidak termasuk pembahasan kehilangan material, waste material, dan proses fabrikasi. Metode penelitian meliputi tinjauan pustaka tentang bekisting aluminium dengan bekisting konvensional, tentang Rencana Anggaran Biaya dan waktu pelaksanaan, mengumpulkan data harga satuan, Analisa biaya dan produktifitas waktu untuk dilakukan perbandingan. Pada proyek The Lana Apartment Setelah dilakukan penelitian, ternyata metode pekerjaan bekisting aluminium lebih mahal 25,05 % dari bekisting konvensional, tetapi dari segi waktu pelaksanaan bekisting aluminium lebih cepat 30,42% dari bekisting aluminium. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan dari segi biaya menggunakan metode bekisting aluminium lebih mahal, tetapi dari segi waktu pelaksanaan lebih cepat.

Kata Kunci: Proyek The Lana Apartment, Biaya, Waktu Pelaksanaan, Bekisting Konvensional dengan Aluminium

ABSTRACT

The development of construction technology in Indonesia is currently experiencing rapid progress, a lot of efforts have been made to improve the quality and quantity of work, both in terms of structure and building construction management must be guaranteed in terms of quality, economical cost and effective time. In general, this study aims to determine the cost and time comparison of conventional formwork and aluminum formwork. In The Lana Apartment project, which initially used conventional formwork, to accelerate the progress of work in the field implementation of aluminum formwork to be the option chosen for that, an analysis was made that shows the comparison between the two methods of cost and time comparison only from the 7th floor to the 39th floor / Roof. Top on tower 2 but does not include discussion of material loss, material waste, and fabrication process. The research method includes a literature review on aluminum formwork with conventional formwork, on the Budget Plan and implementation time, collecting unit price data, analyzing the cost and time productivity for comparisons. In The Lana Apartment project After conducting research, it turns out that the aluminum formwork method is more expensive 25.05% of conventional formwork, but in terms of implementation time of aluminum formwork is 30.42% faster than aluminum formwork. From this research, it can be concluded that from a cost perspective using aluminum formwork method is more expensive, but in terms of implementation time is faster.

Keywords: Lana Apartment, Cost, Implementation Time, Conventional Formwork with Aluminium Formwork

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi di Indonesia saat ini mengalami kemajuan pesat, hal ini ditandai dengan munculnya berbagai jenis material dan peralatan yang modern. Dalam perkembangan dunia konstruksi sekarang ini, sangat banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas kerja, baik secara struktur maupun manajemen konstruksi

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, semakin besar proyek yang dikerjakan maka semakin besar pula masalah yang akan dihadapi oleh perusahaan jasa konstruksi. Oleh karena itu perusahaan jasa konstruksi harus memiliki pertimbangan yang matang dalam perencanaan maupun dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Para pengusaha jasa konstruksi selalu berusaha merealisasikan proyeknya sehingga tercapai efisiensi biaya dan waktu namun tetap memenuhi mutu.

Seiring dengan kemajuan teknologi yang ada, keterbatasan lahan untuk melakukan suatu pembangunan dapat diatasi dengan membuat bangunan vertikal yang dapat dibangun pada lahan yang terbatas namun tetap memiliki faktor keamanan yang sudah sesuai dengan standarnya. Dengan adanya kemajuan teknologi yang semakin pesat dalam dunia konstruksi, memungkinkan pengelola proyek untuk memilih salah satu metode pelaksanaan. Salah satu usaha yang dilakukan oleh pengelola proyek adalah mengganti cara-cara konvensional menjadi lebih modern.

Di dalam suatu bangunan pasti terdapat struktur sebagai sarana penyaluran beban pada suatu bangunan. Salah satu bagian yang paling penting dari struktur adalah bekisting. Bekisting memiliki peranan sebagai cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beban selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Karena berperan sebagai cetakan sementara, bekisting akan dilepas atau dibongkar apabila beton yang dituang dan sesuai dengan bentuk yang diinginkan tadi telah mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan beban. Pemilihan jenis bekisting yang cocok untuk bangunan konstruksi harus dipikirkan secara matang-matang karena dapat memengaruhi biaya, waktu pekerjaan dan kualitas konstruksi, ada banyak jenis bekisting yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi gedung diantaranya bekisting konvensional dan bekisting aluminium.

Bekisting konvensional umumnya terdiri dari material balok atau kayu papan, dan untuk konstruksi penopangnya tersusun dari kayu balok. Pada penggunaannya, bekisting konvensional yang sudah pernah dipakai dapat dibongkar susunannya dan disusun kembali untuk bentuk lain, namun tentu material dari bekisting konvensional ini memiliki umur yang relatif pendek dan sebagian besar mudah rusak [1].

Bekisting aluminium terbuat dari paduan aluminium kekuatan tinggi, dengan permukaan muka atau kontak panel, terdiri dari pelat tebal 4mm, yang dilas ke bekisting bagian ekstrusi yang dirancang khusus. Antar panel bekisting ini ditahan oleh pin dan sistem pengaturan baji sederhana yang melewati lubang di

rusuk luar setiap panel. Dinding panel disatukan dengan ikatan dinding kekuatan tinggi, sedangkan geladak didukung oleh balok dan alat peraga. Karena peralatan terbuat dari aluminium, ia memiliki bagian yang cukup besar untuk menjadi efektif, namun cukup ringan untuk ditangani oleh seorang pekerja [2].

Pada perencanaan awal pembangunan The Lana Apartment menggunakan bekisting konvensional, namun setelah pelaksanaan proyek hingga lantai 6 podium, Owner meminta percepatan waktu pelaksanaan proyek, Salah satu alternatif untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan menggunakan bekisting aluminium. Bekisting aluminium dianggap lebih efisien dari segi waktu dan biaya pelaksanaan proyek.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini akan mengkaji penggunaan bekisting konvensional dan bekisting aluminium pada proyek The Lana Apartment ditinjau dari segi biaya dan waktu. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini adalah memberi perbandingan bekisting manakah yang paling efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu pelaksanaan sebuah proyek konstruksi gedung.

METODE

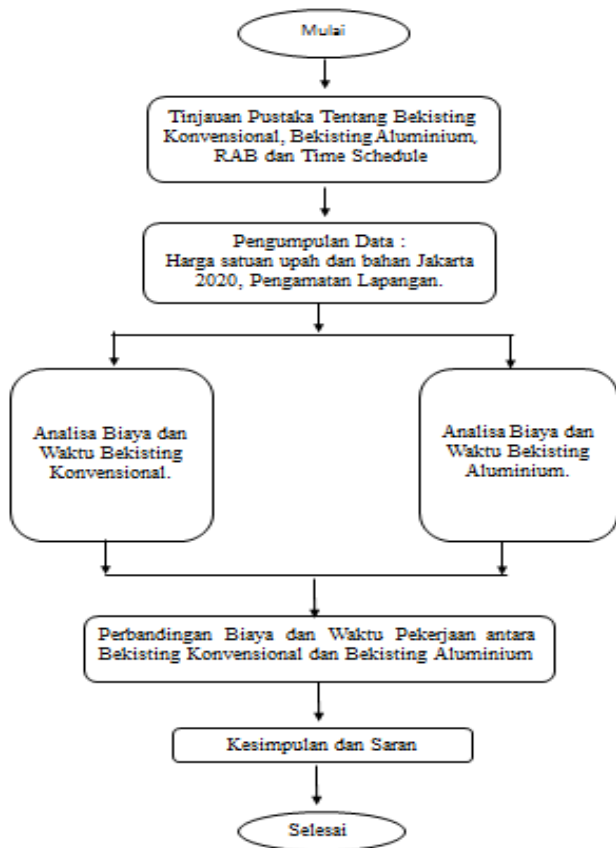
Metode penelitian digunakan sebagai dasar langkah-langkah yang berurutan dan didasarkan pada tujuan penelitian dan menjadi suatu perangkat yang digunakan untuk menarik kesimpulan, sehingga dapat diperoleh penyelesaian yang diharapkan untuk mencapai keberhasilan penelitian. Metodologi penelitian juga digunakan sebagai metodologi ilmiah karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkrit, objektif, terukur, rasional, dan sistematis.

Ditinjau berdasarkan latar belakang, peneliti mengambil data sekunder seperti contract drawing, schedule proyek, dan *bill of quantity* (BoQ). Dari data-data yang dikumpulkan akan diolah dan menghasilkan analisis data. Dari hasil analisa tersebut dapat diambil kesimpulan dan saran untuk menjawab tujuan dari penelitian ini.

Dengan mengumpulkan data-data tersebut, selanjutnya dilakukan penilaian dan perbandingan dari hasil analisis perbandingan antara bekisting konvensional dan bekisting aluminium sehingga keefisienan dan keefektifan penggunaan kedua material tersebut dapat diketahui.

Alur analisa perbandingan yang akan dilakukan dapat digambarkan pada diagram proses perbandingan bekisting konvensional dan bekisting aluminium:

Menghitung perbandingan biaya pekerjaan bekisting pada apartemen ini dimulai dengan menghitung volume atau quantity pekerjaan dengan *Standard Method of Measurement* (SMM) yang berlaku dan membuat analisa harga satuan pekerjaan kontraktor swasta dengan biaya material dan upah tahun 2020. Dari hasil perhitungan quantity dan analisa harga satuan pekerjaan tersebut didapatlah biaya pelaksanaan untuk pekerjaan bekisting tersebut dan untuk perbandingan waktu berdasarkan koefisien tenaga kerja pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan serta *Time Schedule*.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh atau langsung dari sumber datanya. Teknik yang dapat digunakan peneliti untuk mengumpulkan data primer antara lain dengan melakukan observasi mengenai metode pelaksanaan konstruksi dan wawancara atau diskusi dengan tim *engineering* maupun tim lapangan, mengamati pekerjaan bekisting konvensional dan bekisting aluminium, serta dokumen, laporan, gambar rencana dan metode pemasangan.

Data sekunder penelitian ini antara lain daftar harga satuan bahan/material DKI Jakarta tahun 2020, daftar Harga Satuan Upah DKI Jakarta tahun 2020, dan analisa Harga Satuan Pekerjaan kontraktor swasta untuk pekerjaan bekisting.

Analisis Data

Dalam melakukan analisis tentang biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting, dibandingkan penggunaan material antara bekisting konvensional dengan bekisting aluminium. Pada penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan perhitungan biaya untuk material bekisting tersebut, lalu baru dilakukan perhitungan lama pelaksanaan masing-masing materialnya.

Analisis selanjutnya adalah perhitungan waktu pekerjaan material bekisting konvensional dan bekisting aluminium, berdasarkan koefisien tenaga kerja berdasarkan analisa Harga Satuan Pekerjaan (HSP) sehingga lama waktu pelaksanaan masing-masing dapat diketahui dan

dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja dan waktu pekerjaan. Hasil analisis perbandingan adalah produk dari penelitian yang ditinjau dari analisa antara bekisting konvensional dan bekisting aluminium terhadap biaya dan waktu.

Biaya Langsung

Biaya langsung adalah semua biaya yang berhubungan langsung dengan pekerjaan konstruksi di lapangan. Biaya langsung dapat diperoleh dengan mengalikan volume/kuantitas suatu pekerjaan dengan harga satuan (*unit cost*) pekerjaan tersebut. Biaya langsung meliputi :

1. Biaya bahan dan material

Bahan atau material yang akan dipakai harus dihitung secara cermat kuantitasnya dengan telah memperhitungkan material hilang. Biaya material untuk satu tempat dengan tempat lain mungkin berbeda hal ini dipengaruhi oleh kelangkaan material, biaya transportasi dan stock material.

2. Biaya Upah

Biaya upah tenaga kerja bervariasi dan tergantung terhadap keahlian dan standart gaji dimana proyek tersebut berada. Upah pekerja ini termasuk biaya tanggungan kesehatan dan asuransi kecelakaan kerja. Lokasi proyek dimana biaya hidup tinggi maka standart gajinya juga tinggi. Untuk daerah yang cukup sulit mendapatkan tenaga kerja yang memiliki keahlian yang diharapkan, maka sangatlah mungkin untuk mendatangkan tenaga kerja dari daerah lain yang mana akan menambah biaya mobilitas pekerja dan biaya penginapan pekerja yang cukup besar. Biaya upah juga sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu pekerjaan suatu item pekerjaan.

3. Biaya Alat

Peralatan umum yang biasa digunakan perlu untuk dipertimbangkan apakah akan menyewa atau membeli alat tersebut. Karena dengan suatu analisa dan pertimbangan yang tepat dapat menekan biaya peralatan.

Menghitung Volume Pekerjaan

Pengukuran kuantitas/volume pekerjaan konstruksi (*quantities take off*) merupakan suatu proses pengukuran/perhitungan terhadap kuantitas item-item pekerjaan berdasarkan pada gambar atau aktualisasi pekerjaan di lapangan. Hal ini dilakukan sebagai langkah awal dalam menyusun harga penawaran ataupun penghitungan pembayaran atas pekerjaan yang telah dikerjakan. Standardisasi ini telah dimiliki oleh beberapa negara seperti Inggris, Australia, Selandia Baru, India, Hongkong, Singapura, Malaysia dan beberapa Negara Persemakmuran lainnya dengan nama Standard Method of Measurement (SMM) [3].

Secara umum, SMM memberikan keseragaman metoda pengukuran atas kuantitas pekerjaan di setiap negara yang memilikinya dengan tujuan agar tidak terjadi kekeliruan ekspektasi dalam menetapkan kuantitas suatu pekerjaan oleh pihak-pihak yang terlibat di dalam proyek konstruksi. SMM pertama kali diperkenalkan di Inggris pada tahun 1922 dan diterbitkan oleh Royal Institute of Chartered Surveyors dan National Federation of Building Trades Employers dengan tujuan menyediakan metode pengukuran yang seragam kepada para Quantity Surveyor di London. Sebelum ditetapkannya SMM ini, masing-

masing QS menggunakan cara-cara yang beragam dalam proses pengukurannya, sehingga membingungkan pihak kontraktor pada waktu mengestimasi suatu item pekerjaan [4].

Membuat Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Dalam membuat suatu analisa harga satuan, dibutuhkan suatu acuan yang akan digunakan sebagai indeks perhitungan material, upah, maupun alat yang dibutuhkan dalam suatu item pekerjaan. Analisa Harga Satuan Pekerjaan merupakan besarnya jumlah bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan. Analisa harga satuan pekerjaan The Lana Apartement yang diperoleh dari data harga satuan pekerjaan kontraktor di Jakarta tahun 2020, harga satuan material 2020, dan harga satuan upah 2020.

Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung adalah semua biaya proyek yang secara tidak langsung berhubungan dengan kontruksi di lapangan tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya tidak langsung adalah:

1. Biaya Over Head, merupakan biaya-biaya operasional yang menunjang pelaksanaan pekerjaan selama proyek berlangsung, yang meliputi:
 - Fasilitas sementara proyek (pagar, gudang, kantor, transportasi, dan lain-lain)
 - Rapat-rapat lapangan
 - Ijin bangunan, pajak, bank garansi, bunga bank.
 - Biaya K3 (Kesehatan dan keselamatan kerja)
 - Honor / gaji pegawai
 - Ijin – ijin usaha
 - Prakualifikasi
1. Biaya Tak Terduga, merupakan cadangan biaya dari suatu perkiraan baya atau anggaran untuk dialokasikan pada butir-butir yang belum ditentukan, yang menurut pengalaman statistik menunjukkan selalu diperlukan. Makin jauh proyek berjalan, semakin banyak masukan data dan informasi, sehingga masalah yang belum menentupun akan banyak, demikian pula halnya dengan biaya tak terduga. Pada umumnya biaya ini diperlukan antara 0,5%-5% dari biaya total. Yang termasuk biaya tak terduga adalah :
 - a. Kesalahan pemborong dalam memasukkan beberapa pos pekerjaan, gambar yang kurang lengkap.
 - b. Ketidak pastian yang subyektif, yang timbul karena interpretasi subyektif terhadap bestek dan adanya fluktuasi harga material dan upah yang tidak diperkirakan.
 - c. Ketidak pastian yang objektif, adalah ketidak pastian tentang perlu tidaknya suatu pekerjaan dilakukan atau tidak.
2. Keuntungan /Profit, merupakan hasil dari jerih payah ditambah dengan faktor resiko. Semua jenis biaya atas (tanpa keuntungan) adalah biaya yang mau tidak mau harus dikeluarkan. Jadi tidak dapat dikurangi (kecuali mengadakan pelanggaran). Maka satu-satunya biaya yang dapat ditambah dan dikurang (bila diperlukan)

adalah keuntungan. Bila ingin memenangkan suatu tender sedangkan ada saingan yang cukup besar. Maka harus menurunkan harga penawaran dengan mengurangi keuntungan [5].

Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan suatu pekerjaan akan dipengaruhi oleh metode pekerjaan dan target waktu pekerjaan yang diinginkan untuk melaksanakan suatu item pekerjaan. Analisa perbandingan waktu pekerjaan bekisting pada proyek The Lana Apartement adalah menggunakan Time Study. Time Study adalah teknik pengukuran dengan cara pengumpulan data berdasarkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Time Study meliputi [6]:

1. Timing, kegiatan pengukuran waktu terhadap suatu jenis kegiatan tertentu, alat yang umum digunakan stopwatch.
2. Raiting, kegiatan membandingkan kinerja antara pelaksanaan pekerja yang sedang diteliti terhadap kinerja standar.
3. Standar Time, melakukan pengamatan terhadap waktu dari suatu kegiatan dengan kinerja standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Biaya

Analisa biaya dibutuhkan untuk mengetahui besarnya biaya yang dibutuhkan pada masing-masing metode pelaksanaan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Untuk mendapatkan analisis perbandingan biaya antara bekisting konvensional dan bekisting aluminium adalah dengan mengolah data yang didapat dari Proyek The Lana Apartemen, diantaranya adalah volume pekerjaan, analisa biaya pekerja, dan analisa harga satuan.

Tabel 1. Rekapitulasi Volume Bekisting Kolom, Balok, dan Slab

No	Area	Volume/3 lantai (m ²)		
		Pek. Kolom	Pek. Balok	Pek. Slab
1	Lantai 7-9	626,87	1258,87	2503,11
2	Lantai 10-12	619,97	1258,87	2503,12
3	Lantai 13-15	619,98	1406,22	2503,13
4	Lantai 16-18	694,84	1436,94	2061,32
5	Lantai 19-21	568,22	1406,16	2503,13
6	Lantai 22-24	568,23	1406,16	2503,14
7	Lantai 25-27	568,24	1307,92	2503,15
8	Lantai 28-30	568,25	1258,80	2503,16
9	Lantai 31-33	427,46	1258,81	2503,17
10	Lantai 34-36	433,65	1258,82	2503,18
11	Lantai 37-Roof Top	211,77	1004,53	2009,38
Total Volume Bekisting		5907,37	14262,07	26598,69

Harga satuan pekerjaan didapat dari harga bahan dan material di pasaran, sedangkan upah tenaga kerja didapatkan di lokasi kemudian dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar dan dikalikan dengan analisa koefisien pengali, total dari hasil pengalihan bahan dan upah tersebut disebut analisa harga satuan pekerjaan.

Analisa merupakan perumusan guna menetapkan harga dan upah masing-masing pekerjaan dalam bentuk satuan. Di dalam daftar anggaran itu disusun banyaknya tiap bagian-bagian dari pekerjaan itu sebagaimana disebutkan dalam bestek, berturut-turut mengenai penjelasan tentang bagian-bagian itu. Bilamana jumlah satuan di dapat (misalnya isi atau volume dalam m³ dan luas dalam m²), kemudian jumlah ini dikalikan dengan harga satuan dari tiap-tiap macam dari pekerjaan itu. Selanjutnya jumlah semua bagian-bagian itu adalah anggaran biaya bangunan.

Tabel 2. Analisa Harga Satuan Bekisting Konvensional Kolom Per 1m²

Item Pekerjaan	Koef.	Sat	Harga (Rp.)	Jumlah harga (Rp.)	Harga Satuan Pek. (Rp.)
Pekerjaan Kolom					
A. Bahan					
Hollow 40 x 40	0,167	btg	96.900	16.150,00	
Hollow 60 x 60	0,167	btg	119.700	19.950,00	
Plywood tbl 15 mm	0,115	lbr	26.671,54	26.671,54	
Paku 5 -12 cm	0,4	kg	4.628,00	4.628,00	
Minyak bekisting	0,2	liter	3.125,00	3.125,00	
Tie Rod	2	bh	7.500,00	7.500,00	
Adjustable Set	1	set	23.750,00	23.750,00	
Sub Total (A)				101.774,54	
B. Upah					
Upah Fabrikasi	1	m ²	11.000	11.000,0	
Upah Pasang	1	m ²	18.500	18.500,00	
Bongkar	1	m ²	5.500	5.500,00	
Repair	1	m ²	5.000	5.000,00	
Sub Total (B)				40.000,00	
Total				141.774,54	
Dibulatkan				141.780,00	

Tabel 3. Analisa Harga Satuan Bekisting Konvensional Balok Per 1m²

Item Pekerjaan	Koef.	Sat	Harga (Rp.)	Jumlah harga (Rp.)	Harga Satuan Pek. (Rp.)
Pekerjaan Balok					
A. Bahan					
Hollow 40 x 40	0,167	btg	96.900	16.150,00	
Hollow 60 x 60	0,167	btg	119.700	19.950,00	
Plywood tbl 15mm	0,115	lbr	231.250	26.671,54	
Paku 5 -12 cm	0,4	kg	11.570	4.628,00	
Minyak bekisting	0,2	liter	15.625	3.125,00	
Perancah	0,368	set	40.400	14.867,20	
Sub Total (A)				85.391,74	
B. Upah					
Upah Fabrikasi	1	m ²	10.000	10.000,0	
Upah Pasang	1	m ²	12.500	12.500,00	
Bongkar	1	m ²	5.000	5.000,00	
Bongkar Pasang	1	m ²	5.000	5.000,00	
Perancah			5.000	5.000,00	
Repair	1	m	5.000	5.000,00	

Tabel 6. Hasil Perbandingan Biaya Bekisting Konvensional dan Bekisting Aluminium

Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Bekisting Konvensional		Bekisting Aluminium	
			Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp.)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
Bekisting Kolom	m ²	5.907,37	141,780	837,546,564	165,250	976,192,479
Bekisting Balok	m ²	14.262,07	122,900	1,752,808,747	165,250	2,356,807,530
Bekisting Plat lantai	m ²	26.598,69	120,400	3,202,482,276	165,250	4,395,433,522

Item Pekerjaan	Koef.	Sat	Harga (Rp.)	Jumlah harga (Rp.)	Harga Satuan Pek. (Rp.)
Sub Total (B)				37.500,00	
Total				122.891,74	
Dibulatkan				122.900,00	

Tabel 4. Analisa Harga Satuan Bekisting Konvensional Slab 1m²

Item Pekerjaan	Koef.	Sat	Harga (Rp.)	Jumlah harga (Rp.)	Harga Satuan Pek. (Rp.)
Pekerjaan Pelat Lantai					
A. Bahan					
Hollow 40 x 40	0,167	btg	96.900	16.150,00	
Hollow 60 x 60	0,167	btg	119.700	19.950,00	
Plywood tebal 15 mm	0,115	lbr	231.250	26.671,54	
Paku 5 -12 cm	0,4	kg	11.570	4.628,00	
Minyak bekisting	0,2	liter	15.625	3.125,00	
Perancah	0,368	set	40.400	14.867,20	
Sub Total (A)				85.392,00	
B. Upah					
Upah Fabrikasi	1	m ²	10.000	10.000,00	
Upah Pasang	1	m ²	10.000	10.000,00	
Bongkar	1	m ²	5.000	5.000,00	
Bongkar Pasang	1	m ²			
Perancah			5.000	5.000,00	
Repair	1	m	5.000	5.000,00	
Sub Total (B)				35.000,00	
Total				120.392,00	
Dibulatkan				120.500,00	

Tabel 5. Analisa Harga Satuan Bekisting Aluminium Per 1m²

Item Pekerjaan	Koef.	Sat	Harga (Rp.)	Jumlah harga (Rp.)	Harga Satuan Pek. (Rp.)
Pekerjaan Pelat Lantai, Balok, Kolom					
A. Bahan					
Aluminium	0,336	lbr	325.200	109.267,20	
Wedges	2	pcs	3.150	6.300,00	
Round Pin/Long Pin	2	pcs	3.150	6.300,00	
Minyak bekisting	0,4	liter	11.570	4.628,00	
Prop Shore	0,368	Set	15.625	5.750,00	
Sub Total (A)				132.245,20	
B. Upah					
Upah Fabrikasi	1	m ²	12.000	12.000,00	
Upah Pasang	1	m ²	16.000	16.000,00	
Bongkar	1	m ²	5.000	5.000,00	
Repair	1	m	0.000	0,00	
Sub Total (B)				33.000,00	
Total				265.245,20	
Dibulatkan				165.250,00	

Jumlah biaya yang dikeluarkan terkait penggunaan bekisting untuk pelaksanaan di lapangan. Hasil perbandingan biaya dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan analisa di atas dapat disimpulkan bahwa menggunakan bekisting aluminium mengeluarkan biaya lebih besar senilai Rp.1.935.595.944,00.- atau 25,05% dari nilai bekisting konvensional. Pihak kontraktor telah mempertimbangkan pemilihan metode bekisting dengan menggunakan aluminium dari sisi mutu dan resiko yang lebih kecil namun bukan karena biaya walaupun rework untuk hasil dari bekisting aluminium yang apabila dikerjakan menggunakan lebih sedikit namun biayanya tetap lebih besar dibandingkan konvensional.

Penelitian ini membahas tentang lama waktu pelaksanaan bekisting konvensional dengan bekisting aluminium. Pada perhitungan ini untuk mengetahui perbandingan waktu yang dibutuhkan pada masing-masing metode pelaksanaan dengan cara volume total pekerjaan dikali dengan produktifitas pekerjaan dan di bagi jumlah tenaga kerja.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Vol. Pekerjaan} \times \text{Produktivitas Tenaga Kerja}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja}} \dots\dots(1)$$

Durasi waktu item pekerjaan 1 meter persegi per menit didapatkan koefisien pekerjaan bekisting konvensional untuk pekerjaan kolom, pekerjaan balok dan pekerjaan pelat lantai per hari. Pada total koefisien item pekerjaan merupakan gabungan jumlah koefisien waktu pelaksanaan dari 3 item pekerjaan yang terdiri dari pemasangan bekisting, kekuatan bekisting, cek verticality dan pembongkaran bekisting setelah pengecoran. Berikut merupakan analisis perhitungan koefisien pekerjaan bekisting konvensional per hari:

1. Pada item pekerjaan bekisting kolom konvensional, untuk mendapatkan koefisien perhari adalah total durasi per menit dibagi dengan 480 menit (total 8 jam kerja per hari) sehingga didapatkan koefisien pelaksanaan item pekerjaan bekisting kolom adalah $(15 + 5 + 5 + 10 \text{ menit}) / 480 \text{ menit} = 0.07 / \text{hari}$
2. Pada item pekerjaan bekisting balok konvensional, untuk mendapatkan koefisien perhari adalah total durasi per menit dibagi dengan 480 menit (total 8 jam kerja per hari) sehingga didapatkan koefisien pelaksanaan item pekerjaan bekisting balok adalah $(20 + 5 + 0 + 15 \text{ menit}) / 480 \text{ menit} = 0.08 / \text{hari}$
3. Pada item pekerjaan bekisting pelat lantai konvensional, untuk mendapatkan koefisien perhari adalah total durasi per menit dibagi dengan 480 menit (total 8 jam kerja per hari) sehingga didapatkan koefisien pelaksanaan item pekerjaan bekisting pelat lantai adalah $(20 + 5 + 0 + 15 \text{ menit}) / 480 \text{ menit} = 0.08 / \text{hari}$

Waktu pekerjaan bekisting konvensional untuk pekerjaan kolom, pekerjaan balok, pekerjaan pelat lantai selama 240 hari. Pada lama waktu pelaksanaan ini merupakan gabungan jumlah waktu pelaksanaan dari 3 item pekerjaan, namun pada schedule pelaksanaan pekerjaan tersebut tidak bisa dilaksanakan bersamaan. Berikut merupakan analisis perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting konvensional:

1. Pada analisa pekerjaan bekisting kolom konvensional, koefisien produktifitas bekisting kolom 1 orang tukang

dapat menyelesaikan $14 \text{ m}^2 / \text{hari}$, sehingga koefisien tukang 1 hari per m^2 adalah $1 \text{ hari} : 14 \text{ m}^2 = 0,07$, untuk mendapatkan lama waktu pelaksanaan adalah total volume dikali dengan koefisien dan dibagi jumlah tenaga kerja sehingga didapatkan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom, contoh $(5907,37 \text{ m}^2 \times 0,07) / 16 \text{ orang} = 27 \text{ hari} / 8 \text{ jam}$

2. Pada analisa pekerjaan bekisting balok konvensional, koefisien produktifitas bekisting balok 1 orang tukang dapat menyelesaikan $12 \text{ m}^2 / \text{hari}$, sehingga koefisien tukang 1 hari per m^2 adalah $1 \text{ hari} : 12 \text{ m}^2 = 0,08$, untuk mendapatkan lama waktu pelaksanaan adalah total volume dikali dengan koefisien dan dibagi jumlah tenaga kerja sehingga didapatkan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting balok, contoh $(14262,07 \text{ m}^2 \times 0,08) / 16 \text{ orang} = 74 \text{ hari} / 8 \text{ jam}$
3. Pada analisa pekerjaan bekisting pelat lantai konvensional, koefisien produktifitas bekisting pelat lantai 1 orang tukang dapat menyelesaikan $12 \text{ m}^2 / \text{hari}$, sehingga koefisien tukang 1 hari per m^2 adalah $1 \text{ hari} : 12 \text{ m}^2 = 0,08$, untuk mendapatkan lama waktu pelaksanaan adalah total volume dikali dengan koefisien dan dibagi jumlah tenaga kerja sehingga didapatkan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting pelat lantai, contoh $(26598,69 \text{ m}^2 \times 0,08) / 16 \text{ orang} = 139 \text{ hari} / 8 \text{ jam}$.

Durasi waktu item pekerjaan 1 meter persegi per menit didapatkan koefisien pekerjaan bekisting aluminium untuk pekerjaan kolom, pekerjaan balok dan pekerjaan pelat lantai per hari. Pada total koefisien item pekerjaan merupakan gabungan jumlah koefisien waktu pelaksanaan dari 3 item pekerjaan yang terdiri dari pemasangan bekisting, kekuatan bekisting, cek verticality dan pembongkaran bekisting setelah pengecoran. Berikut merupakan analisis perhitungan koefisien pekerjaan bekisting aluminium per hari:

1. Pada item pekerjaan bekisting kolom aluminium, untuk mendapatkan koefisien per hari adalah total durasi per menit dibagi dengan 480 menit (total 8 jam kerja per hari) sehingga didapatkan koefisien pelaksanaan item pekerjaan bekisting kolom adalah $(15 + 5 + 3 + 5 \text{ menit}) / 480 \text{ menit} = 0.05 / \text{hari}$
2. Pada item pekerjaan bekisting balok aluminium, untuk mendapatkan koefisien perhari adalah total durasi per menit dibagi dengan 480 menit (total 8 jam kerja per hari) sehingga didapatkan koefisien pelaksanaan item pekerjaan bekisting balok adalah $(15 + 2 + 0 + 6 \text{ menit}) / 480 \text{ menit} = 0.05 / \text{hari}$.
3. Pada item pekerjaan bekisting pelat lantai aluminium, untuk mendapatkan koefisien per hari adalah total durasi per menit dibagi dengan 480 menit (total 8 jam kerja per hari) sehingga didapatkan koefisien pelaksanaan item pekerjaan bekisting pelat lantai adalah $(20 + 5 + 0 + 15 \text{ menit}) / 480 \text{ menit} = 0.05 / \text{hari}$ waktu pekerjaan bekisting aluminium untuk pekerjaan kolom, pekerjaan balok, pekerjaan pelat lantai selama 167 hari. Pada lama waktu pelaksanaan ini merupakan gabungan jumlah waktu pelaksanaan dari 3 item pekerjaan, namun pada schedule pelaksanaan pekerjaan tersebut tidak bisa dilaksanakan bersamaan.

Berikut merupakan analisis perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting konvensional:

1. Pada analisa pekerjaan bekisting kolom aluminium, koefisien produktifitas bekisting kolom 1 orang tukang dapat menyelesaikan 20 m²/hari, sehingga koefisien tukang 1 hari per m² adalah 1 hari: 20 m² = 0,05, untuk mendapatkan lama waktu pelaksanaan adalah total volume dikali dengan koefisien dan dibagi jumlah tenaga kerja sehingga didapatkan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom aluminium, contoh (5907,37 m² x 0,05) / 14 orang = 21 hari / 8jam
2. Pada analisa pekerjaan bekisting balok aluminium, koefisien produktifitas bekisting balok 1 orang tukang dapat menyelesaikan 20 m²/hari, sehingga koefisien tukang 1 hari per m² adalah 1 hari: 20 m² = 0,05, untuk mendapatkan lama waktu pelaksanaan adalah total volume dikali dengan koefisien dan dibagi jumlah tenaga kerja sehingga didapatkan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting balok aluminium, contoh (14262,07 m² x 0,05) / 14 orang = 21 hari / 8jam
3. Pada analisa pekerjaan bekisting pelat lantai aluminium, koefisien produktifitas bekisting pelat lantai 1 orang tukang dapat menyelesaikan 20 m²/hari, sehingga koefisien tukang 1 hari per m² adalah 1 hari: 20

m² = 0,05, untuk mendapatkan lama waktu pelaksanaan adalah total volume dikali dengan koefisien dan dibagi jumlah tenaga kerja sehingga didapatkan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting pelat lantai, contoh (26598,69 m² x 0,05) / 14 orang = 95 hari / 8jam.

Dari perhitungan lama waktu pelaksanaan dari 2 perbandingan item pekerjaan tersebut dengan waktu kerja 8 jam /hari dan jumlah tenaga kerja yang sama yaitu pekerjaan bekisting konvensional dengan pekerjaan bekisting aluminium, diperoleh deviasi waktu hari atau 30.42 % pekerjaan bekisting aluminium lebih cepat.

Efektifitas dan efisiensi pada perbandingan bekisting konvensional dan bekisting aluminium harus ditentukan guna mencapai suatu tujuan dengan pemilihan metode yang benar dari beberapa alternative dengan waktu yang cepat dan biaya optimal.

Berdasarkan Analisis data yang telah dilakukan terkait perbandingan pekerjaan menggunakan bekisting konvensional dan bekisting aluminium, maka penulis dapat memberikan dua opsi dengan membandingkan pekerjaan bekisting 1 lantai dengan 33 lantai dari segi biaya dan waktu pelaksanaan, yang dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Bekisting

No	Jumlah Lantai	Bekisting Konvensional		Bekisting Aluminium		
		Total Biaya	Waktu Pelaksanaan (hari)	Total Biaya	Waktu Pelaksanaan (hari)	
1	1 Lantai (Lantai 7)	Total	181655553	00005	241752289	00007
		Selisih	-37421495	2 hari lebih lambat	37421495	2 hari lebih cepat
		Persentase	-15,48 %	-28,57 %	15,48 %	28,57 %
2	33 Lantai (Lantai 7- Roof Top)	Total	5792837587	00240	7728433531	00167
		Selisih	-1935595944	73 hari lebih lambat	1935595944	73 hari lebih cepat
		Persentase	-25,05%	-30,05%	25,05%	30,05%

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa untuk pekerjaan 1 lantai ataupun 33 lantai menggunakan bekisting aluminium mengeluarkan biaya lebih besar dari nilai bekisting konvensional, namun untuk perbandingan waktu bekisting aluminium lebih cepat dari bekisting konvensional.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terkait perbandingan metode bekisting konvensional dan bekisting aluminium pada proyek Apartemen The Lana, makadapat disimpulkan bahwa Biaya pelaksanaan menggunakan metode bekisting aluminium adalah sebesar Rp.7.728.433.532,00.- sedangkan menggunakan bekisting konvensional sebesar Rp.5.792.837.587,00.- Persentase selisih dari kedua bekisting diatas adalah 25,05%. Artinya dengan menggunakan bekisting aluminium lebih mahal sebesar Rp.1.935.59.944,00.- akan tetapi kontraktor mempertimbangkan terhadap waktu pelaksanaan yang lebih cepat dan potensi re-work yang kecil.

Berdasarkan data waktu pelaksanaan yang telah dilakukan analisis terkait perbandingan pekerjaan menggunakan bekisting konvensional dan bekisting aluminium, maka dapat disimpulkan bahwa waktu bersih untuk pekerjaan bekisting konvensional berdasarkan produktifitas adalah 240 hari. Sedangkan menggunakan bekisting aluminium berdasarkan waktu produktifitas adalah 167 hari.

Hasil analisa antara metode bekisting konvensional dengan bekisting aluminium dapat disimpulkan bahwa untuk bangunan 1 lantai lebih efektif menggunakan bekisting konvensional karena biayanya lebih murah 15.48% dan hanya 2 hari lebih lambat dibandingkan bekisting aluminium. Namun untuk bangunan 33 lantai lebih efektif menggunakan bekisting aluminium walaupun dari biayanya lebih mahal 25,05% tetapi 30,42%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. S. Pratama, R. K. Anggraeni, A. Hidayat, and R. R.

- Khasani, "Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional, Semi Sistem, Dan Sistem (Peri) Pada Kolom Gedung Bertingkat," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [2] R. Thiyagarajan, V. Panneerselvam, and K. Nagamani, "Aluminium Formwork System Using In Highrise Buildings Construction," *Int. J. Adv. Res. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 6, 2017.
- [3] W. P. Utama, M. Peli, and D. Y. Jumas, "Standarsasi Pengukuran Kuantitas Pekerjaan Konstruksi di Indonesia: Suatu Gagasan," *Pros. PPIS Bandung*, 2008.
- [4] I. H. Seeley, "Cost Planning Theories and Techniques," in *Building Economics*, 1983.
- [5] P. Nugraha, I. Natan, and R. Sutjipto, "Manajemen Proyek Konstruksi 1," *Kartika Yudha*, vol. 1, no. November 2016, 1985.
- [6] W. Ervianto, "Manajemen Proyek Konstruksi-Edisi Revisi," *Manaj. Proy. Konstr. Revisi*, 2006.