

Tingkat Efisiensi Biaya Pekerjaan Bekisting Struktur *Core Wall* Menggunakan Metode Semi Sistem dan *Climbing System* *Cost Efficiency Level of Formwork of Core Wall Using Semi System and Climbing System Method*

M Rizal Wahyudi ^{1,*}, Astuti Boer ¹

¹ Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution Km. 11 No. 113, Pekanbaru, Indonesia

*Penulis koresponden: mrezalwahyu@gmail.com

Tel.: +62-81275743727; fax.: -

Diterima: 16 Juni 2019; Direvisi: 16 Oktober 2019; Disetujui: 21 Oktober 2019.

DOI: 10.25299/saintis.2019.vol19(02).3917

Abstrak

Pembangunan Menara Bank Rakyat Indonesia Pekanbaru didukung dengan *core wall* yang merupakan struktur beton bertulang vertikal berbentuk dinding dirancang untuk menahan gaya geser, gaya lateral. Keterlambatan penyelesaian pekerjaan *core wall* akan mempengaruhi siklus *floor to floor* pembangunan yang akan berdampak pada biaya proyek, maka dibutuhkan suatu metode bekisting yang dapat memberikan dampak yang signifikan dinilai dalam hal efektif dan efisiennya dalam pekerjaan *core wall*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan pada pekerjaan bekisting *core wall* dengan menggunakan metode konvensional, semi sistem dan *climbing system* dan menentukan tingkat efisiensi biaya pada pekerjaan bekisting struktur *core wall* nonkonvensional dibanding konvensional. Metode pada penelitian ini adalah analisa biaya pekerjaan bekisting struktur *core wall* menggunakan konvensional, semi sistem dan *climbing system*, untuk pengerjaan struktur bangunan menggunakan sistem zona untuk waktu penyelesaian pekerjaan struktur setiap lantai selama 5 hari. Dengan analisa yang terdiri dari analisa kebutuhan material dan alat bekisting, kebutuhan pekerja, upah harian pekerjaan, upah borongan pekerjaan, parameter pendukung harga satuan, harga satuan bekisting, dan perhitungan biaya total pekerjaan bekisting. Berdasarkan hasil analisa perhitungan, diperoleh total biaya pekerjaan bekisting *core wall* untuk metode konvensional dengan upah harian Rp160.981.400,00 dan upah borongan Rp91.522.980,00. Untuk metode semi sistem dengan upah harian Rp125.592.380,00 dan upah borongan Rp67.751.640,00, dan untuk metode *climbing system* dengan upah harian Rp126.062.350,00 dan upah borongan Rp90.485.000,00. tingkat efisiensi biaya pekerjaan bekisting struktur *core wall* untuk perbandingan menggunakan konvensional dengan semi sistem sebesar 25,97 % dan untuk perbandingan menggunakan konvensional dengan *climbing system* sebesar 1,13 %.

Kata Kunci: Bekisting, Biaya, *Core Wall*, Efisiensi, Zona

Abstract

The construction of the Bank Rakyat Indonesia Menara Pekanbaru is supported by a *core wall* which is a vertical reinforced concrete structure shaped wall designed to withstand shear forces, lateral forces. Delay in completing *core wall* work will affect the floor-to-floor development cycle which will have an impact on project costs, so a formwork method is needed that can have a significant impact assessed in terms of its effectiveness and efficiency in *core wall* work. Therefore, this study was conducted to determine the costs required in the work of *core wall* formwork using conventional methods, semi systems and climbing systems and determine the level of cost efficiency in non-conventional *core wall* formwork work compared to conventional. The method in this study is the analysis of the cost of the formwork of the *core wall* structure using conventional, semi-system and climbing systems, for the construction of building structures using a zone system for the completion time of the structural work for each floor for 5 days. With the analysis consisting of analysis of material requirements and formwork equipment, worker needs, daily wage for work, piece rate wages, supporting parameters for unit price, unit price for formwork, and calculation of the total cost of formwork work. Based on the results of the calculation analysis, the total cost of the *core wall* formwork work is obtained for the conventional method with a daily wage of Rp160,981,400.00 and a piece rate of Rp91,522,980.00. For the semi-system method with a daily wage of IDR 125,592,380.00 and a piece rate of IDR 67,751,640.00, and for the climbing system method with a daily wage of IDR 126,062,350.00 and a piece rate of IDR 90,485,000.00. the level of cost efficiency work formwork *core wall* structure for comparison using conventional with a semi system of 25.97% and for comparison using conventional with a climbing system of 1.13%.

Keywords: Formwork, Cost, *Core Wall*, Efficiency, Zone

PENDAHULUAN

Pekanbaru merupakan salah satu kota besar yang sedang berkembang pesat baik dari tingkat

perekonomian maupun jumlah penduduk. Untuk mendukung kegiatan dan perkembangan tersebut, Kota Pekanbaru membutuhkan infrastruktur fisik dan non fisik yang tersedia dengan baik agar tidak

menghambat proses tersebut. Hal ini dapat dilihat dari pesatnya pembangunan gedung bertingkat yang ada dikota pekanbaru baik itu gedung perkantoran, hotel, apartemen, dan mall.

Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Pekanbaru merupakan bangunan tinggi yang didukung dengan *core wall*. *Core wall* merupakan struktur beton bertulang vertikal yang berbentuk dinding, dirancang untuk menahan gaya geser. Pekerjaan *core wall* merupakan struktur yang rumit dan membutuhkan waktu cukup lama dan biaya yang besar dalam pekerjaannya terutama pada pekerjaan bekisting, keterlambatan penyelesaian pekerjaan *core wall* akan mempengaruhi tingkat pertumbuhan pembangunan struktur lantai ke lantai atasnya (siklus *floor to floor*), yang akan menyebabkan biaya proyek akan menjadi lebih besar dikarenakan hal tersebut dibutuhkan suatu metode bekisting yang dapat memberikan dampak yang signifikan dinilai dalam hal efektif dan efisiennya untuk menyelesaikan *core wall* secara praktis yang sesuai kondisi dan situasi dilapangan.

Perkembangan teknologi konstruksi bekisting pada saat ini semakin pesat sehingga memberikan opsi kepada para pelaku konstruksi mengenai penggunaan metode bekisting, bekisting merupakan acuan cetakan beton atau elemen struktur sementara dalam dunia konstruksi, pemilihan penggunaan metode bekisting berperan penting dalam pencapaian keberhasilan suatu pekerjaan struktur terutama dalam hal biaya pekerjaan. Bekisting metode konvensional merupakan bekisting yang untuk pasang dan bongkarnya dengan cara melepas komponen bekisting satu per satu bagian, sedangkan metode semi sistem ialah penggabungan dari bekisting sistem dengan konvensional dan bekisting metode *climbing system* merupakan bekisting sistem dimana pekerjaan *core wall* menggunakan sistem bekisting secara menerus hingga berselisih dua sampai tiga lantai diatas pelat lantai dibawahnya dengan menggunakan alat angkat dalam pelaksanaannya dan dengan sistem pengecoran beton secara vertikal.

Penelitian ini bertujuan membandingkan penggunaan metode bekisting konvensional, semi sistem dan *climbing system* pada pekerjaan *core wall* dari segi biaya, dengan metode penelitian analisa biaya pekerjaan bekisting dan pengerjaan struktur bangunan menggunakan sistem zona dengan waktu penyelesaian per lantai selama 5 hari. Disamping itu dilakukan juga dihitung tingkat efisiensi biaya pada pekerjaan bekisting struktur *core wall* dengan menggunakan semi sistem dan *climbing system* dibanding konvensional. Dengan optimalisasi

pekerjaan *core wall* menggunakan bekisting metode semi sistem dan *climbing system* diharapkan akan dapat menguntungkan dari segi biaya.

LANDASAN TEORI

Metode Perkiraan Biaya

Defenisi perkiraan biaya menurut *National Estimating Society-USA* adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Menyusun perkiraan biaya berarti melihat masa depan, memperhitungkan dan mengadakan prakiraan atas hal-hal yang akan dan mungkin terjadi [1]. Perkiraan biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan atau proyek tersebut. Perkiraan biaya diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh anggaran biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek, anggaran biaya merupakan harga dari bangunan dihitung teliti, cermat dan memenuhi syarat.

Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja, dalam menyusun biaya diperlukan gambar-gambar bestek serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, buku analisis, daftar susunan rencana biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan. Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan.

Dalam mempekirakan biaya proyek banyak sekali metode yang dapat digunakan, metode estimasi yang digunakan dapat diklasifikasikan menjadi metode *single-rate* dan *multiple-rate*. Metode *single-rate* terdiri dari: metode harga satuan, metode luas, dan metode volume. Sedangkan metode *multiple-rate* terdiri dari: metode pendekatan jumlah, kesamaan bentuk, dan elemental [2]:

1. Metode Harga Satuan (*Unit Cost Method*)

Pada metode harga satuan biaya dianalisa berdasarkan per harga satuan, perkiraan biaya dilakukan dengan mengalikan sejumlah satuan pekerjaan yang diketahui jumlahnya dengan harga satuannya. Metode ini sangat cepat digunakan tetapi sangat sulit untuk membuat estimasi yang akurat karena sulit dalam membuat penyesuaian terhadap harga satuan bila ada perubahan terhadap ukuran, bentuk dan kualitas dari jenis konstruksi.

2. Metode Luas (Square Matre Method)
Metode ini biasanya sering digunakan oleh konsultan perencana dalam menentukan besarnya biaya dalam membuat bangunan. Metode ini lebih sedikit akurat karena sebagian besar bagian dari biaya pembangunan termasuk didalamnya. Perkiraan biaya dilakukan dengan mengalikan luas area lantai dari bangunan yang direncanakan dengan biaya per meter persegi yang telah dianalisa. Sama seperti metode harga satuan, metode ini sangat cepat digunakan tetapi sangat sulit untuk membuat estimasi yang akurat karena sulit dalam membuat penyesuaian terhadap harga satuan bila ada perubahan dalam ukuran, bentuk, dan kualitas dari jenis konstruksi, selain itu juga akan sulit dalam mengontrol biaya yang ada.
3. Metode Volume (*Cubic Metre Method*)
Metode volume merupakan variasi dari metode luas, proses yang dilakukan adalah dengan menggunakan tinggi bangunan sehingga menghasilkan volume. Kelemahan metode ini adalah pada proses perhitungan volume yang besar dikalikan dengan harga satuan yang kecil, dengan bervariasinya dari harga satuan yang kecil tersebut akan menghasilkan total biaya yang bervariasi. Metode ini tidak direkomendasikan dalam melakukan estimasi biaya.
4. Metode Pendekatan Kuantitas (*Approximate Quantities Method*)
Metode ini dilakukan dengan cara menggabungkan sesuatu yang berbeda menjadi satu. Contoh: dalam menghitung pekerjaan dinding beton, volume dinding dihitung dalam meter persegi, sedangkan untuk tenaga kerja, material dan peralatan dihitung menjadi satu. Kelebihan metode ini adalah perhitungan menjadi lebih akurat karena dapat menghitung hal-hal yang tidak umum seperti ukuran, bentuk dan jenis knstruksi. Kekurangan metode ini adalah memerlukan lebih banyak waktu dalam prosesnya dibandingkan metode *single-rate*.
5. Metode Kesamaan Bentuk (*Typical Bay Method*)
Pada metode ini volume dari suatu bentuk yang sama dihitung dan diukur, kemudian biaya dari volume tersebut dikalikan dengan sejumlah volume dari bentuk yang sama sehingga menghasilkan total biaya. Kelemahan dari metode ini adalah sangat jangan ditemui bentuk yang sama sehingga memerlukan penyesuaian-penyesuaian.
6. Metode Elemental (*Elemental Method*)

Metode elemental memerlukan rincian dari detail pekerjaan, disini lingkup proyek diuraikan menjadi unsur-unsur menurut fungsinya. Metode elemental dapat menunjukkan bagaimana biaya terdistribusi, selain itu dapat juga menunjukkan perbandingan biaya dari masing-masing elemen yang sama dari dua atau lebih bangunan yang serupa. Dengan metode ini dapat memberikan informasi untuk perkiraan dan perencanaan biaya proyek yang akan datang.

Perhitungan Pemakaian Material dan Alat

Perhitungan material dan alat dipakai sesuai dengan gambar perencanaan, dihitung secara global dengan mengkorelasikan antara metode yang dipakai dan bentuk bangunan yang akan dibuat sehingga diperoleh suatu *quantity* penggunaan alat dan material. Perhitungan material berdasarkan pada volume pekerjaannya, perhitungan volume pekerjaan bekisting dengan Persamaan 1

$$V = KL \times T \quad (1)$$

Dimana,

V = Volume bekisting yang dikerjakan (m^2)

KL = Keliling Atau Luasan Pekerjaan Bekisting (M)

$$= 2 \times (\text{Lebar} + (\text{Tebal} + 0,1))$$

T = Tinggi (m)

Langkah selanjutnya adalah perhitungan jumlah pemakaian material dan alat berdasarkan pada gambar kerja dan volume yang telah dibuat dan dihitung sebelumnya, dalam analisis perhitungan material ini dilakukan secara teoritis yaitu dengan menghitung secara tepat kebutuhan material yang diperlukan. Penggunaan satuan volume yang disepakati dalam perhitungan volume dan jumlah material atau alat adalah sebagai berikut [3]:

1. Material, material yang digunakan dalam pembuatan bekisting pada umumnya adalah multiplek atau *plywood* dan kayu.
 - a. Multiplek atau *plywood* dihitung dalam satuan lembar dengan ukuran standar 1220 x 2440 mm setiap lembarnya. Apabila hasil perhitungan yang dilakukan berupa bilangan desimal (tidak bulat) maka nilai yang dibelakang koma merupakan perbandingan luas *plywood* yang ada dibagi luas standar 1 lembar *plywood* ($2,9768 m^2$).
 - b. Kayu dihitung dalam satuan m^3 yang merupakan hasil pengalihan jumlah kayu

(batang) dengan dimensi kayu (panjang standar kayu dipasaran = 4 m). contoh: penggunaan kayu 5/7 sebanyak 5 batang. Maka volumenya:

Vol. kayu (m³) = (5 batang) x 0,05 m x 0,07 m x 4 = 0,07 m³.

- c. Paku dihitung dalam satuan kilo gram (Kg) dimana perhitungannya luasan dikali dengan koefisien, bekisting konvensional sebesar 0,4, bekisting semi sistem sebesar 0,3 dan bekisting *climbing system* sebesar 0.068.
 - d. Minyak bekisting dihitung dalam satuan liter (ltr) dimana setiap kali penggunaannya luasan dikali dengan koefisien sebesar 0,1.
2. Alat, yaitu alat yang digunakan dalam perkuatan bekisting, untuk menjadikan bekisting menjadi satu kesatuan yang utuh beserta penyangganya, alat alat ini terbuat dari baja. Satuan untuk alat adalah; unit, untuk alat yang merupakan rangkaian atau kesatuan dari beberapa komponen; *pieces* (pcs), untuk alat yang berupa satu komponen alat itu sendiri; dan *set*, apabila alat tersebut terdiri dari pasangan dalam kesatuan.

Perhitungan Jumlah Pekerja

Perhitungan Jumlah pekerja didasarkan pada kapasitas pekerja dengan volume pekerjaan dan waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian pekerjaan tersebut. Kapasitas pekerja bekisting metode konvensional untuk 1 hari kerja atau 8 jam kerja, kapasitas 1 orang pekerja berkisar antara 2 s/d 2,5 m²/hari/orang. Sedangkan kapasitas pekerja bekisting metode semi sistem untuk 1 hari kerja atau 8 jam kerja, kapasitas 1 orang pekerja berkisar antara 2,5 s/d 3 m²/hari/orang [3]. Untuk bekisting metode sistem dari PT. Beton Perkasa Wijaksana produktifitas tenaga kerja yaitu sebesar 0,6 m²/orang/jam jadi untuk 1 hari kerja atau 8 jam kerja, kapasitas 1 orang pekerja sebesar 4,8 m²/hari/orang [4]. Perhitungan kebutuhan jumlah pekerja dengan Persamaan 2.

$$P = V / (Kp \times t) \quad (2)$$

Dimana,

JP = Jumlah Pekerja (orang).

Kp = Kapasitas Pekerja (m²/hari).

t = Waktu Penyelesaian Pekerjaan (waktu efektif).

V = Volume bekisting yang dikerjakan (m²)

Analisis Harga Material, Sewa Alat dan Upah Pekerjaan

Menentukan harga material dan sewa alat yang dipakai dalam analisis perhitungan harus

ditentukan terlebih dahulu patokan standar harga menurut daerah atau wilayah yang tertentu dan juga periode waktu berlakunya harga tersebut, atau harga yang berlaku dan digunakan pada proyek. Hal ini dikarenakan tingkat standar harga yang berbeda-

beda setiap wilayah atau daerah, sering terjadinya fluktuasi harga setiap periode waktu tertentu disebabkan oleh berbagai faktor dan tingkat kesulitan dalam memperoleh material atau alat tersebut. Standar upah pekerja digunakan standar upah pekerja yang berlaku dikota dan ditahap pengerjaan proyek yang sesuai dengan standar dari badan instansi yang terkait dengan ketenaga kerjaan atau badan pengelolaan daerah dimana proyek tersebut akan dibangun atau dikerjakan perbandingan persentase jumlah tukang dan pembantu tukang untuk pekerjaan bekisting adalah sebesar 60/40 [3].

Waktu Efektif Pekerjaan

Waktu efektif pekerjaan diperoleh dari jadwal pekerjaan yang telah dibuat untuk masing-masing model pekerjaan, dengan penetapan waktu penyelesaian pekerjaan per lantai dengan *interval* waktu yang sama dari setiap lantainya sehingga akan diperoleh waktu efektif pekerjaan untuk setiap zona dan modul yang akan dikerjakan. Terdapat beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi cepat atau terlambatnya waktu penyelesaian dari pekerjaan bekisting [3] yaitu:

1. Faktor kondisi lapangan

Pengerjaan bekisting pada kondisi lantai bertingkat rendah tentunya berbeda dengan kondisi pekerjaan pada lantai bertingkat tinggi. Faktor kesulitan dalam pengerjaan bekisting ini sangat menentukan waktu penyelesaian kerja.

2. Faktor keterampilan (*skill*) tukang

Keterampilan setiap tukang pasti akan berbeda, banyak hal yang mempengaruhinya; kondisi fisik, umur, pengalaman kerja dan intelegensi.

3. Faktor ketersediaan material dan alat bantu

Apabila material dan alat bantu tersedia maka pekerjaan lebih cepat selesai, hal sebaliknya akan terjadi kendala apabila tidak ada material dan alat bantu.

Dalam analisis perhitungan yang dilakukan, diambil asumsi kondisi yang ideal dimana tukang atau pekerja memiliki *skill* yang standar, kondisi lapangan menunjang dan material atau alat bantu yang tersedia.

Analisa Upah Borongan Pekerjaan

Dalam menentukan upah borongan pekerjaan, dibutuhkan *input* data-data [3] sebagai berikut:

1. Nilai upah harian pekerja
2. Jumlah tenaga yang dipekerjakan
3. Waktu efektif yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan
4. Volume pekerjaan

Untuk data upah harian pekerja telah diperoleh dari langkah analisis sebelumnya, sedangkan data jumlah tenaga serta waktu efektif kerja diperoleh dari data analisis yang dilakukan sebelumnya. Volume pekerjaan dapat dihitung dengan menghitung luasan bekisting yang menutupi struktur (dalam m²). Berdasarkan referensi dari PT. Beton Perkasa Wijaksana, perhitungan upah borongan suatu pekerjaan bekisting dapat dihitung dengan Persamaan 3.

$$UB = (t.ef \times np \times Uh) / V \quad (3)$$

Dimana,

UB = Upah borongan Pekerjaan (Rp).

t.ef = Waktu Efektif Pekerjaan (hari atau jam).

np = Jumlah Pekerja (orang).

Uh = Nilai upah Harian (Rp).

V = Volume Bekisting yang dikerjakan (m²).

Harga upah borongan terdiri dari upah fabrikasi dan upah pasang/bongkar. Pekerjaan fabrikasi biasanya hanya dilakukan pada awal pekerjaan bekisting saja (*n* kali pemakaian yang pertama). Selanjutnya, pada pemakaian siklus kedua tidak ada lagi fabrikasi. Oleh karena itu, menurut referensi PT. Beton Perkasa Wijaksana, harga fabrikasi biasanya dibagi dengan jumlah siklus pemakaian material kemudian baru ditambahkan dengan harga upah pasang dan bongkar seperti diuraikan dengan Persamaan 4.

$$UB = UP + (Upab / n) \quad (4)$$

Dimana,

UB = Upah borongan Pekerjaan (Rp).

UP = Upah Pasang dan Bongkar (Rp).

Upab = Upah Fabrikasi (Rp).

n = Jumlah Siklus Pemakaian Bekisting.

Parameter Pendukung Analisis Harga satuan

Sebelum melangkah keanalisis harga satuan, perlu diperhitungkan beberapa parameter pendukung yang mendukung analisis tersebut. Parameter [3] adalah:

1. *N* kali pakai

N kali pakai ini ditentukan dari jumlah siklus pemakaian bekisting dari setiap jenis struktur

yang ada. Sebagai contoh, apabila modul bekisting *climbing system* memiliki jumlah lantai atau siklus sebanyak 11 kali pindah maka nilai *n* kali pakai adalah 11. Namun perlu diperhatikan pula batas maksimal pemakaian material karena apabila penggunaan material telah melebihi batas, maka material sudah rusak dan tidak layak pakai lagi, kapasitas kali pakai untuk bekisting PERI (*climbing system*) maksimal 10 – 12 kali penggunaan untuk materialnya, untuk bekisting semi sistem PERI kapasitas kali pakainya maksimal 6 – 8 kali penggunaan materialnya, dan konvensional 2 – 4 kali penggunaan.

2. *Waist material*

Waist material yaitu faktor kehilangan volume material pada setiap perpindahan material bekisting. Nilai *waist* diperoleh dari persentase hilang atau rusaknya material pada saat bongkaran dan pemasangan kembali bekisting terhadap jumlah total modul bekisting tersebut. Berdasarkan referensi pengalaman proyek juga dapat menjadi pedoman dalam penentuan *waist* ini. Penentuan nilai *waist* ini diperlukan untuk menganalisis koefisien pemakaian material. Nilai *waist* untuk material bekisting konvensional sebesar 5% = 0,05 dan nilai *waist* untuk material bekisting PERI (*climbing system*) sebesar 3% = 0,03.

3. Waktu pemakaian alat

Untuk menentukan koefisien pemakaian alat sewa diperlukan data waktu pemakaian alat dalam pekerjaan bekisting. Yang dimaksud dengan waktu pemakaian adalah waktu mulai terpasangnya alat tersebut hingga dibongkar kembali. Perhitungan masa sewa biasanya dihitung dalam per bulan (30 hari). Untuk peralatan yang dibeli dapat diasumsikan koefisien penggunaan alatnya sebesar 1% = 0,1 hal ini dikarenakan alat tersebut milik sendiri bukan sewa dan alat-alat tersebut dapat terus digunakan selama tidak terjadi kerusakan dan terjadinya kehilangan alat tersebut.

4. Koefisien pemakaian material dan alat

Koefisien pemakaian material dan alat baru dapat dihitung apabila nilai *n* kali pakai dan *waist* material sudah diperoleh. Nilai koefisien pemakaian material berbeda dengan koefisien pemakaian alat. Berdasarkan contoh analisis dari PT. Beton Perkasa Wijaksana, koefisien pemakaian material dapat dihitung dengan Persamaan 5.

$$C.material = jumlah\ material / n \quad (5)$$

Dimana,
 $C_{material}$ = Koefisien Pemakaian Material.
 Jumlah material = Jumlah Pengadaan Material
 Bekisting = $1 + (waist (n - 1))$
 n = n Kali Pakai Bekisting.

Sedangkan koefisien pemakaian alat sewa dihitung dengan Persamaan 6

$$C_{alat} = t_{alat} / t_{sewa} \quad (6)$$

Dimana,
 C_{alat} = Koefisien Pemakaian Alat.
 t_{alat} = Waktu Pemakaian Alat Untuk Pekerjaan Bekisting (hari).
 t_{sewa} = Waktu Sewa Alat Bekisting (30 hari).

Perhitungan Analisa Harga Satuan

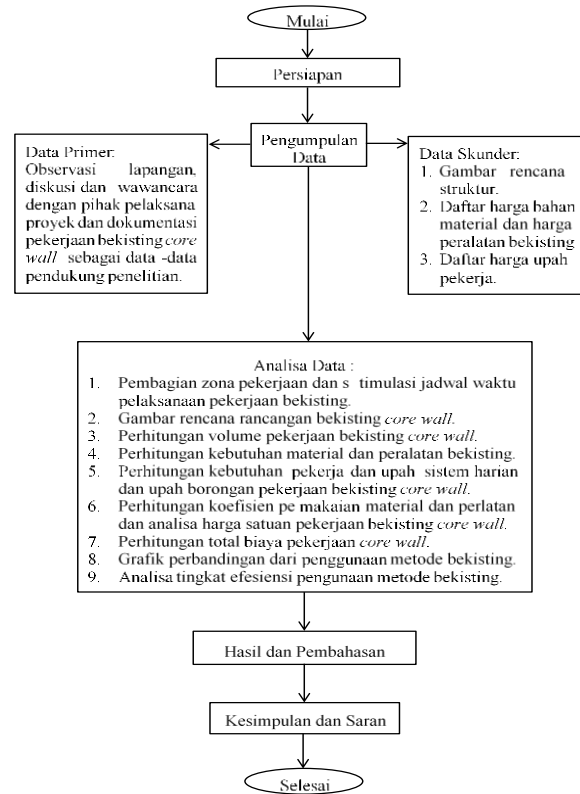
Setelah memperoleh semua data input yang diperlukan terpenuhi, maka dapat dilakukan analisis harga satuan pekerjaan. Input-input data yang diperlukan dalam melakukan analisis harga satuan adalah volume pekerjaan, volume material dan alat, harga material dan sewa, harga borong pekerjaan / m², koefisien pemakaian material dan alat bekisting.

Form perhitungan analisis harga satuan pekerjaan bekisting bersumber dari skripsi penelitian terdahulu yang ditulis oleh: Astri Novita tahun 2007 [5] telah melakukan penelitian tentang: "Perbandingan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Sistem Peri Ditinjau dari Segi Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Apartement Salemba Residence."

METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini adalah analisa biaya pekerjaan bekisting untuk pengerjaan struktur bangunan menggunakan sistem zona dengan waktu penyelesaian setiap lantai selama 5 hari untuk mendapatkan gambaran waktu siklus bekisting dan waktu efektif pekerjaan, dan analisa perhitungan yang terdiri dari analisa perencanaan komposisi dan perhitungan kebutuhan material dan alat bekisting dari desain gambar bekisting, analisa kebutuhan pekerja, analisa upah harian pekerjaan, analisa upah borong pekerjaan, analisa parameter pendukung harga satuan, analisa harga satuan pekerjaan bekisting, perhitungan biaya total pekerjaan bekisting, dan perbandingan biaya pekerjaan bekisting sebagai perbandingan dari penggunaan bekisting konvensional dengan bekisting semi sistem dan *climbing system*, sehingga mendapatkan tingkat efisiensi biaya dari metode

pekerjaan bekisting dalam pelaksanaan pekerjaan *core wall*. Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur, data primer dan data sekunder berkaitan dengan penelitian, dan menentukan teknik penyelesaian yang digunakan.



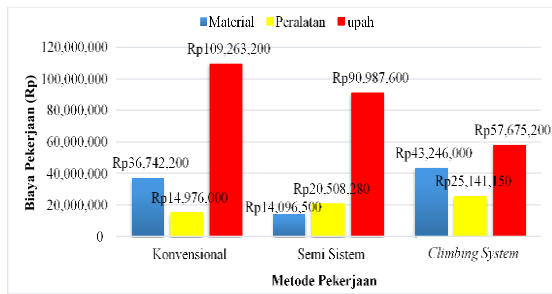
Gambar 1. Bagian Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Efisiensi Metode Pekerjaan Bekisting Core Wall

Penentuan dan pemilihan penggunaan metode yang akan digunakan untuk penyelesaian suatu pekerjaan, haruslah dapat menggunakan metode yang seefisien dan seefektif mungkin dalam pelaksanaannya terutama pada pekerjaan bekisting hal ini disebabkan pada pekerjaan beton bertulang bekisting memakan biaya terbesar. Dari hasil analisa yang dilakukan maka didapatkan perbandingan-perbandingan dalam pemilihan penggunaan metode pekerjaan bekisting *core wall*.

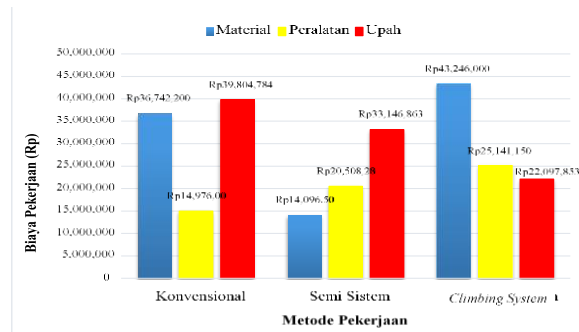
Tingkat Efisiensi Biaya Pekerjaan Bekisting Struktur Core Wall Menggunakan Metode Semi Sistem Dan Climbing Sistem (M Rizal Wahyudi & Astuti Boer)



Gambar 2. Proporsi Pembiayaan Total Bekisting Core Wall Sistem Upah Harian

Gambar 2 menunjukkan bahwa biaya pekerjaan bekisting *core wall* dengan menggunakan sistem upah harian baik itu untuk bekisting metode konvensional, semi sistem maupun *climbing system*, dimana dengan penerapan sistem seperti ini untuk biaya upah pekerjanya mengeluarkan biaya yang sangat besar yaitu sebesar Rp 109.263.200,00 untuk bekisting konvensional, sebesar Rp 90.987.600,00 untuk bekisting semi sistem, dan sebesar Rp 57.675.200,00 untuk bekisting *climbing system* dibandingkan dengan biaya materialnya yang sebesar Rp 36.742.200,00 untuk bekisting konvensional, sebesar Rp 14.096.500,00 untuk bekisting semi sistem, dan sebesar Rp 43.246.000,00 untuk bekisting *climbing system* dan biaya peralatannya sebesar Rp 14.976.000,00 untuk bekisting konvensional, sebesar Rp 20.508.280,00 untuk bekisting semi sistem, dan sebesar Rp 25.141.150,00 untuk bekisting *climbing system*.

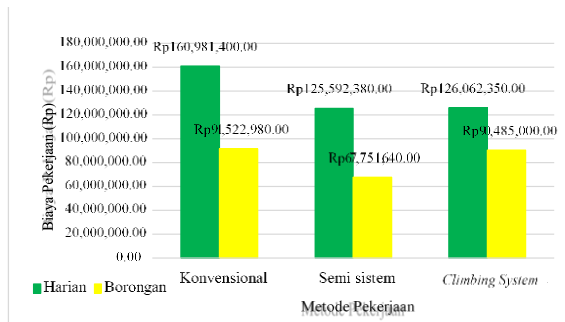
Selisih biaya pembuatan bekisting konvensional antara biaya peralatan dengan biaya materialnya yaitu sebesar Rp 21.766.200,00 biaya peralatan dengan biaya upah sebesar Rp 94.287.200,00 dan biaya material dengan upah sebesar Rp 72.521.000,00 sedangkan selisih pembiayaan untuk bekisting semi sistem yaitu antara material dengan peralatannya sebesar Rp 6.411.780,00 biaya material dengan biaya upah sebesar Rp 76.891.100,00 dan biaya peralatan dengan biaya upah sebesar Rp 70.479.320,00 dan untuk bekisting *climbing system* selisih biaya pembuatannya yaitu antara biaya peralatan dengan materialnya sebesar Rp 18.104.850,00 biaya peralatan dengan upah sebesar Rp 32.534.050,00 dan biaya material dengan biaya upah sebesar Rp 14.429.200,00.



Gambar 3. Proporsi Pembiayaan Total Bekisting Core Wall Sistem Upah Borongan

Gambar 3 menunjukkan bahwa biaya pekerjaan bekisting *core wall* dengan menggunakan sistem upah borongan untuk bekisting metode konvensional, dimana biaya yang terbesar yang harus disediakan adalah biaya untuk upah pekerja yaitu sebesar Rp 39.804.784,00 dibandingkan dengan biaya material sebesar Rp 36.742.200,00 dan biaya untuk peralatan sebesar Rp 14.976.000,00. Dan untuk bekisting semi sistem biaya terbesar yang harus disediakan adalah biaya upah pekerja yaitu sebesar Rp 33.146.863,00 dibandingkan dengan biaya untuk peralatan sebesar Rp 20.508.280,00 dan biaya material sebesar Rp 14.096.500,00. Sedangkan untuk bekisting *climbing system* biaya terbesar yang harus disediakan adalah biaya untuk material yaitu sebesar Rp 43.246.000,00 dibandingkan dengan biaya untuk peralatan sebesar Rp 25.141.150,00 dan biaya untuk upah pekerja sebesar Rp 22.097.833,00.

Selisih biaya pembuatan bekisting konvensional antara biaya peralatan dengan biaya materialnya yaitu sebesar Rp 21.766.200,00 biaya peralatan dengan biaya upah sebesar Rp 24.828.784,00 dan biaya material dengan upah sebesar Rp 3.062.584,00 sedangkan selisih pembiayaan untuk bekisting semi sistem yaitu antara material dengan peralatannya sebesar Rp 6.411.780,00 biaya material dengan biaya upah sebesar Rp 19.050.363,00 dan biaya peralatan dengan biaya upah sebesar Rp 12.638.583,00 dan untuk bekisting *climbing system* selisih biaya pembuatannya yaitu antara biaya upah dengan peralatan sebesar Rp 3.043.297,00 biaya upah dengan material sebesar Rp 21.148.147,00 dan biaya peralatan dengan biaya materialnya sebesar Rp 18.104.850,00.



Gambar 4. Perbandingan Biaya Total Pekerjaan Bekisting Core Wall

Gambar 4 menunjukkan bahwa biaya total pekerjaan bekisting core wall termurah adalah semi sistem dengan selisih biaya sebesar Rp 57.840.740,00 yaitu sebesar Rp 67.751.640,00 dengan sistem upah borongan dan sebesar Rp 125.592.380,00 dengan sistem upah harian. Total biaya bekisting termurah ke-2 adalah bekisting dengan metode climbing system dengan selisih biaya sebesar Rp 35.577.350,00 yaitu sebesar Rp 90.485.000,00 dengan sistem upah borongan dan sebesar Rp 126.062.350,00 dengan sistem upah harian. Sedangkan biaya bekisting termahal adalah bekisting konvensional dengan selisih biaya sebesar Rp 69.458.420,00 dari total biaya bekisting sebesar Rp 91.522.980,00 dengan sistem upah borongan dan sebesar Rp160.981.400,00 dengan sistem upah harian.

Nilai Tingkat Efisiensi Metode Bekisting pada Pekerjaan Core Wall

Penilaian tingkat efisiensi dan efektifitas metode pekerjaan bekisting core wall dapat dilihat melalui parameter-parameter seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Penilaian Tingkat Efisiensi & Efektifitas Pekerjaan Bekisting

Metode Bekisting	Waktu Penyelesaian (Hari)	Kebutuhan Jumlah Pekerja (orang /m ² /hari)	Upah Sistem Harian (Rp)	Upah Sistem Borongan (Rp)
Konvensional	61	18	160.981.400,00	91.522.980,00
Semi Sistem	61	15	125.592.380,00	67.751.640,00
Climbing System	58	10	126.062.350,00	90.485.000,00

Tabel 1 menunjukkan bahwa pekerjaan bekisting core wall dengan metode konvensional

membutuhkan 61 hari untuk penyelesaian pekerjaan bekistingnya, membutuhkan pekerja sebanyak 18 orang untuk biaya total pekerjaan pekerjaan bekisting dengan sistem upah harian sebesar Rp 160.918.400,00 sedangkan dengan sistem upah borongan biaya total pekerjaan bekisting sebesar Rp 91.522.980,00. Dengan metode semi sistem membutuhkan 61 hari untuk penyelesaian pekerjaan bekistingnya, membutuhkan pekerja sebanyak 15 orang untuk biaya total pekerjaan pekerjaan bekisting dengan sistem upah harian sebesar Rp 125.592.380,00 sedangkan dengan sistem upah borongan biaya total pekerjaan bekisting sebesar Rp 67.751.640,00. Dengan metode climbing system membutuhkan 58 hari untuk penyelesaian pekerjaan bekistingnya, membutuhkan pekerja sebanyak 10 orang untuk biaya total pekerjaan pekerjaan bekisting dengan sistem upah harian sebesar Rp 126.062.350,00 sedangkan dengan sistem upah borongan biaya total pekerjaan bekisting sebesar Rp 90.845.000,00.

Dapat dikatakan bahwa pekerjaan bekisting core wall akan lebih menguntungkan dengan menggunakan sistem upah borongan pekerjaan. Nilai tingkat efisiensi pekerjaan bekisting core wall dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Tingkat Efisiensi Metode Bekisting Pada Pekerjaan Core Wall

Metode	Tingkat Efisiensi	
	Semi Sistem	Climbing Sistem
Konvensional	25,97 %	1,13%

Tabel 2 menunjukkan nilai tingkat efisiensi pekerjaan bekisting core wall dimana tingkat efisiensi untuk perbandingan penggunaan bekisting antara metode konvensional dengan metode semi sistem sebesar 25,97% atau dapat menghemat biaya pekerjaan bekisting sebesar Rp 23.771.340,00 dan untuk perbandingan penggunaan bekisting antara metode konvensional dengan metode climbing system sebesar 1,13% atau dapat menghemat biaya sebesar Rp 1.037.980,00 dari total biaya pekerjaan bekisting metode konvensional sebesar Rp 91.522.980,00 dengan menggunakan sistem upah borongan pekerjaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut: (a) berdasarkan hasil analisa perhitungan biaya, didapatkan total biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan bekisting core wall, total biaya untuk

metode konvensional dengan upah harian sebesar Rp160.981.400,00 dan dengan upah borongan sebesar Rp91.522.980,00 dan untuk metode semi sistem dengan upah harian sebesar Rp125.592.380,00 dan dengan upah borongan sebesar Rp67.751.640,00 sedangkan untuk metode *climbing system* dengan upah harian sebesar Rp126.062.350,00 dan dengan upah borongan sebesar Rp90.485.000,00, maka akan lebih menguntungkan bila pekerjaan bekisting *core wall* menggunakan sistem upah borongan dibanding dengan sistem upah harian; (b) berdasarkan hasil analisa biaya, maka didapatkan presentase tingkat efisiensi biaya pekerjaan bekisting struktur *core wall* untuk perbandingan menggunakan konvensional dengan semi sistem sebesar 25,97 % dan untuk perbandingan menggunakan konvensional dengan *climbing system* sebesar 1,13 %.

REFERENSI

- [1] I. Soeharto, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, II. Jakarta, Indonesia: Erlangga, 1999.
- [2] F. W. Helyar, *Construction Estimating and Costing*. Toronto, Canada: McGraw Hill, 1978.
- [3] A. Y. Nashir, "Optimalisasi Waktu dan Biaya Pekerjaan Bekisting melalui Sistem Siklus Pemakaian dan Sistem Zoning pada Gedung

Bertingkat (Studi Kasus: Proyek Universitas Gadjah Mada Kampus Jakarta)," Universitas Indonesia, 2010.

- [4] F. Saputra, "Optimalisasi Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Sistem PERI Pada Gedung Bertingkat," Universitas Indonesia, 2011.
- [5] A. Novita, "Perbandingan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Sistem PERI Ditinjau dari Segi Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Apartement Salemba Residence," Universitas Indonesia, 2007.



This is an open access article which means that all content is freely available without charge to the user or his/her institution. Jurnal Saintis allows the author(s) to hold the copyright without restriction. The copyright in the text of individual articles (including research article, opinion articles, and abstracts) is the property of their respective authors distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium. Users are allowed to read, download, copy, distribute, search, or link to full-text articles in this journal without asking by giving appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made.

This page is intentionally blank