

**ANALISIS BIAYA PEKERJAAN DINDING PANEL MENGGUNAKAN  
METODE MONTE CARLO  
(Studi Kasus: Proyek Ruko The Boulevard, Jakarta Garden City)**

**NASKAH PUBLIKASI  
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ANGGUN RESTRIA BAGASASI  
NIM. 135060100111013**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2017**

# ANALISIS BIAYA PEKERJAAN DINDING PANEL MENGGUNAKAN METODE MONTE CARLO

*Analysis of Panel Wall Construction Using Monte Carlo Method (Case Study: Shophouse Project of The Boulevard Jakarta Garden City)*

Anggun Restria Bagasasi, Saifoe El Unas, Rahayu Kususmaningrum

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341) 567886  
Email: restria.anggun@gmail.com

## ABSTRAK

Setiap pelaksanaan konstruksi memakan banyak waktu, biaya, dan tenaga yang tidak sedikit, Begitu juga dalam pelaksanaannya memiliki metode yang berbeda-beda. Khususnya dalam pelaksanaan pekerjaan dinding dimana saat ini terdapat teknologi terbaru untuk menggantikan batu bata sebagai material yang umum digunakan untuk dinding. Panel menggunakan material foam EPS (*Expanded Polystyrene*) dan kawat baja telah digunakan dalam pembuatan rangka atap, partisi, tangga, plat lantai hingga dinding. Penelitian ini akan menganalisis biaya yang diperlukan untuk memasang 1 m<sup>2</sup> dinding panel. Terdapat 4 tipe panel dengan total panel yang diamati sejumlah 28 panel dengan populasi 30 panel yang diamati selama di proyek, yaitu 8 panel tipe A (1,2 m x 3,05 m), 8 panel tipe B (1,2 m x 3,15 m), 8 panel tipe C (1,2 m x 3,05 m), dan 4 panel tipe D (0,9 m x 3,05 m). Perbedaan tipe panel terletak pada dimensi panel yang berbeda-beda. Tipe panel yang digunakan pada proyek adalah panel dengan tebal 10 cm. Analisis dilakukan dengan metode Analisis Harga Satuan Pekerjaan untuk biaya langsungnya dan metode *Monte Carlo* dan disimulasikan dengan menggunakan *software @Risk*. Terdapat beberapa poin hasil analisis. Yang pertama, biaya upah untuk setiap pemasangan untuk tipe panel A Rp5.438 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp7.529 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp5.768 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp5.275 /m<sup>2</sup>. Biaya material untuk setiap pemasangan panel tipe A Rp298.221 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp298.119 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp298.583 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp298.874 /m<sup>2</sup>. Maka, total biaya langsung pemasangan dinding panel tipe A Rp303.659 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp305.648 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp304.353 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp304.149 /m<sup>2</sup>. Sedangkan untuk biaya tak langsung masing-masing tipe panel didapat panel tipe A Rp57.092 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp55.410 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp57.577 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp55.512 /m<sup>2</sup>. Maka, didapat total harga satuan pekerjaan dinding panel untuk panel tipe A Rp360.751 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp361.058 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp361.930 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp359.661 /m<sup>2</sup>.

Kata kunci: biaya, panel, produktivitas, dinding, Monte Carlo

## ABSTRACT

*There are many methods to work of wall construction. Then there is "Panel" as the new modern technology in wall construction to replace brick as the main material to build a wall. This technology use foam EPS (Expanded Polystyrene) material and wiremesh. This panel can be used as material of roof truss's, partitions, stairs, floors and also walls. Cost needed to install 1 m<sup>2</sup> of wall panel will be analyzed in this research. There are 4 type of panels with a total observation of 28 panels (population of 30 panels), there are 8 panels of type A, 8 panels of type B, 8 panels of type C, and 4 panels of type D. The panels are differ by the dimension of the panel. The panel that is used in the site work has a 10 cm thickness. The direct cost analysis is using the Unit Price Analysis method and the indirect cost analysis is using Monte Carlo method hat simulated with @Risk software. The analysis has resulted in some points. The work fee for type A panel costs Rp5.438 /m<sup>2</sup>, Rp7.529 /m<sup>2</sup> for type B, Rp5.768 /m<sup>2</sup> for type C, and Rp5.275 /m<sup>2</sup> for type D. The material price for type A panel costs Rp298.221 /m<sup>2</sup>, Rp298.119 /m<sup>2</sup> for type B, Rp298.583 /m<sup>2</sup> for type C, and Rp5.275 /m<sup>2</sup> for type D. The total of direct costs are Rp303.659 /m<sup>2</sup> for type A panel, Rp305.648 /m<sup>2</sup> for type B, C Rp304.353 /m<sup>2</sup> for type C, and Rp304.149 /m<sup>2</sup> for type D. While the total of indirect costs are Rp57.092 /m<sup>2</sup> for type A panel, Rp55.410 /m<sup>2</sup> for type B, Rp57.577 /m<sup>2</sup> for type C, and Rp55.512 /m<sup>2</sup> for type D. It can be concluded that the total costs needed for wall panel construction are Rp360.751 /m<sup>2</sup> for type A panel, Rp361.058 /m<sup>2</sup> for type B, Rp361.930 /m<sup>2</sup> for type C, and Rp359.661 /m<sup>2</sup> for type D.*

Keywords: cost, panel, productivity, wall, Monte Carlo

## PENDAHULUAN

Setiap pelaksanaan konstruksi memakan banyak waktu, biaya, dan tenaga yang tidak sedikit. Begitu juga dalam pelaksanaannya memiliki metode yang berbeda-beda. Khususnya dalam pelaksanaan pekerjaan dinding dimana saat ini terdapat teknologi terbaru untuk menggantikan batu bata sebagai material yang umum digunakan untuk dinding. Panel menggunakan material foam EPS (*Expanded Polystyrene*) dan kawat baja telah digunakan dalam pembuatan rangka atap, partisi, tangga, plat lantai hingga dinding oleh beberapa kontraktor karena memiliki beberapa keunggulan, salah satunya adalah memudahkan dalam pengerjaannya (M-Panel, 2017). Akibatnya, produktivitas dalam mengerjakan dinding menggunakan panel ini lebih tinggi daripada menggunakan batu bata. Walaupun begitu, teknologi ini belum banyak digunakan pada proyek-proyek konstruksi kebanyakan dan contoh perhitungan analisis harga satuan pekerjaan dinding menggunakan material ini belum tercantum dalam SNI.

Tulisan ini membahas analisis biaya yang dibutuhkan dalam mengerjakan 1 m<sup>2</sup> dinding panel dengan memperhitungkan *overhead* dan kontingensinya. Dalam perhitungan biaya upah serta material menggunakan analisis seperti Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), sedangkan untuk kontingensinya digunakan Metode *Monte Carlo* dalam analisisnya.

## PANEL

Panel, inovasi teknologi konstruksi modern dari rangkaian *Expanded Polystyrene* atau EPS dan jalinan kawat baja anti karat (*wiremesh*), digunakan dalam beberapa proyek konstruksi sebagai pengganti material bangunan konvensional, seperti batu bata. Instalasi panel memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Pemasangan stek dengan jarak 40 cm *zigzag* dengan tinggi stek min 40 cm.
2. Pemasangan panel dengan mengikat antara panel menggunakan *staples* bendrat.
3. Pemasangan panel dengan cara mengikat panel pada stek dengan kawat bendrat.
4. Pemasangan *supporter* pada salah satu bidang, dimaksudkan agar panel tetap tegak lurus pada saat plesteran.
5. Pemasangan perkuatan tambahan/*angular mesh* di setiap siku panel.
6. Pemasangan flatmesh pada *opening* (jendela/pintu) untuk mencegah retakan.
7. Pemasangan saluran air maupun kabel listrik
8. Pelaksanaan *shotcrete*/plester.

## POPULASI DAN SAMPEL

Menurut Usman et al (2009), dalam melakukan penelitian biasanya peneliti hanya mengambil beberapa pengamatan dari populasi yang akan diduga karakteristiknya, biasanya dinamakan

sebagai sampel. dapat digunakan untuk menaksir populasi, maka sampel harus dapat mewakili populasinya. Pada pengamatan kali ini, penentuan jumlah sampel menggunakan rumus *Slovin* sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N \times e^2}$$

Dimana:

n = Jumlah sampel  
N = Jumlah populasi  
e = Batas data error (%)

Dan jika terdapat populasi yang tidak sejenis, besaran sampel pada masing-masing variasi diambil secara proporsional untuk memperoleh jumlah sampel dengan metode *Proportionate Stratified Random Sampling*.

$$n = \frac{\text{Populasi Kelas}}{\text{Jumlah Populasi Total}} \times \text{Jumlah sampel}$$

## STATISTIKA DESKRIPTIF

Usman, Warsono, dan Ruswandi (2009) menyatakan bahwa seringkali data yang baru kita peroleh dari lapangan belum memberikan gambaran karakteristik yang ingin kita ketahui sebelum data disederhanakan dan diolah lebih lanjut. Oleh karena itu, data yang baru kita peroleh perlu kita sederhanakan baik dalam bentuk pengelompokan, grafik, maupun dalam bentuk tabel.

Terdapat beberapa hal-hal yang perlu diperhatikan dalam Tabel Distribusi Frekuensi. Tabel distribusi mempunyai sejumlah kelas yang ditentukan dengan rumus Sturges sebagai berikut ini (Hasan, 2011).

$$K = 1 + 3.3 \log n$$

Dimana:

K = Jumlah kelas  
n = Jumlah data

Pada setiap kelas mempunyai kelas interval yang menunjukkan panjang kelas, yaitu jarak antara nilai batas bawah dengan batas atas pada setiap kelas dengan frekuensi masing-masing. Panjang kelas dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut (Hasan, 2011).

$$i = \frac{K}{r}$$

Dimana:

i = Panjang kelas  
K = Jumlah kelas  
r = data terbesar – data terkecil

## BIAYA

Biaya adalah pengeluaran yang dikeluarkan berupa dana untuk melakukan suatu kegiatan. Dalam pekerjaan proyek, biaya dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu biaya langsung dan biaya tak langsung. Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek (Imam Soeharto, 1995). Jenis-jenis biaya dalam suatu proyek meliputi:

### 1. Biaya Langsung

Biaya langsung merupakan biaya tetap selama proyek berlangsung, terdiri dari biaya tenaga kerja, material, dan peralatan.

### 2. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung merupakan biaya tidak tetap yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu proyek, Biaya ini meliputi biaya manajemen proyek, tagihan pajak, biaya perijinan asuransi, administrasi ataupun keuntungan atau laba.

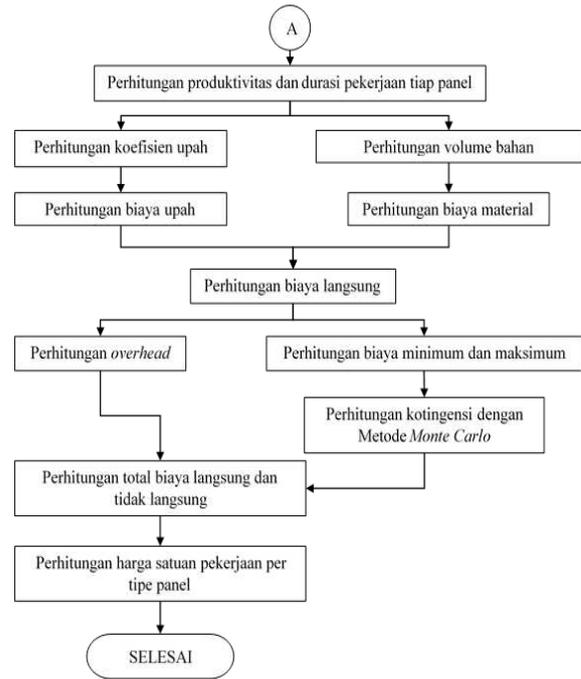
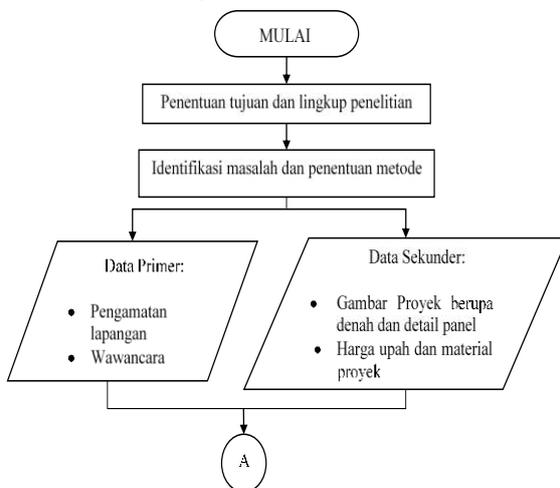
## METODE MONTE CARLO

Monte Carlo adalah algoritma komputasi untuk mensimulasikan berbagai perilaku sistem fisika dan matematika. Metode ini digunakan untuk menganalisis perambatan ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi random atau error mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan.

Desain awal simulasi Monte Carlo berupa tabel yang menunjukkan aktivitas-aktivitas. Dimana tiap aktivitas memiliki total biaya dalam batasan yang ditentukan. Estimasi terhadap total biaya proyek tersebut adalah sebuah variabel acak dengan nilai yang terletak di antara nilai total biaya minimum dan maksimum.

## METODE PENELITIAN

Subjek pada penelitian ini adalah biaya yang diperlukan dalam membuat 1 m<sup>2</sup> dinding panel dengan memperhitungkan overhead dan kontingensi. Panel pada proyek memiliki dimensi yang berbeda yang dibedakan menjadi 4 tipe yang berbeda. Tipe A memiliki dimensi 1,2 m x 3,05 m. Tipe B memiliki dimensi 1,2 m x 3,15 m. Sedangkan tipe C memiliki dimensi 1,2 m x 3,05 m dan tipe D berdimensi 0,9 m x 3,05 m. Data primer didalam penelitian ini berasal dari pengamatan serta wawancara dan pengumpulan data sekunder berupa RAB dan Denah Proyek Ruko The Boulevard.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Hal yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian adalah pengamatan lapangan. Pengamatan lapangan dilakukan untuk mencatat produktivitas dalam *Daily Record Sheet*. Data yang dicatat berupa luasan pekerjaan serta durasi dalam pengerjaannya. Setelah itu ditabulasi untuk dibuat histogram dari durasi tiap tahap pengerjaannya. Setelah itu, dapat dimulai analisis perhitungan biaya dimulai dari biaya upah yang diolah dari durasi per tahap pekerjaan yang telah dicatat di *Daily Record Sheet* untuk didapat akhirnya koefisien yang akan dikalikan dengan harga satuan upah yang didapat dari proyek. Untuk perhitungan biaya material, didapat dari memperhitungkan terlebih dahulu volume yang diperlukan dalam pemasangan panel. Hasilnya akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapat dari proyek.

**Tabel 1.** *Daily Record Sheet*

No.	Luas (m <sup>2</sup> )	Waktu Pekerjaan		Produktivitas (m <sup>2</sup> /jam)	Jumlah Pekerja		Ket.
		Total	Jam		Tukang	Operator	
Rata-rata							

Setelah didapat biaya upah dan material, maka didapat total biaya langsung dalam pengerjaan dinding panel tanpa overhead dan kontingensi. Dalam perhitungan biaya overhead, merujuk pada contoh perhitungan AHSP pada Permen PUPR 28-2016 dengan mengalikan biaya langsung dengan persentase overhead sebesar 15%. Dalam perhitungan kontingensi, digunakan metode Monte Carlo untuk memperkirakan besar kontingensi per

tahap pekerjaan. Dalam simulasinya diperhtungkan nilai yang perlu diiterasikan yaitu dengan rumus

$$N = \left(\frac{3\sigma}{\varepsilon}\right)^2$$

Dimana:

N = nilai iterasi

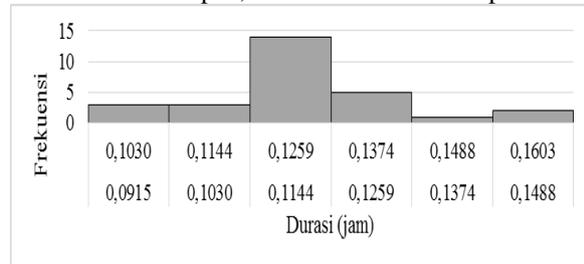
$\sigma$  = standar deviasi =  $\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$

$\varepsilon$  = absolute error

## HASIL DAN PEMBAHASAN

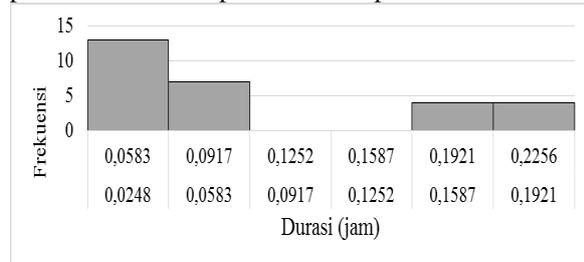
### Produktivitas dan Durasi

Berikut merupakan histogram dari hasil pengamatan yang telah tercatat dalam tabel *Daily Record Sheet* yang telah ditabulasi per tipe panel dan telah dibuat grafik durasi masing-masing. Pencatatan kami bagi per tahap pekerjaan yaitu Pemasangan Stek, Pemasangan Panel, Pemasangan Perkuatan, Pemlesteran Tahap I, Persiapan Pemlesteran Tahap II, dan Pemlesteran Tahap II.

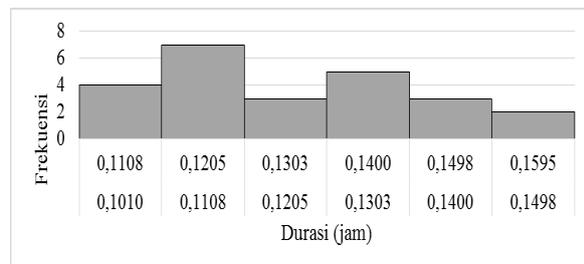


Gambar 2. Durasi Pemasangan Stek

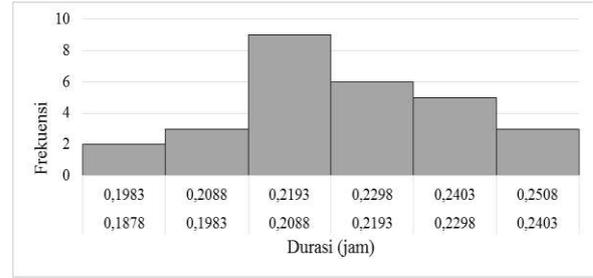
Pada pelaksanaan pemasangan panel, terdapat perbedaan durasi pemasangan panel tipe B dengan tipe panel yang lain dikarenakan terdapat pemotongan panel untuk tipe B dikarenakan terdapat perubahan dimensi pada balok atap.



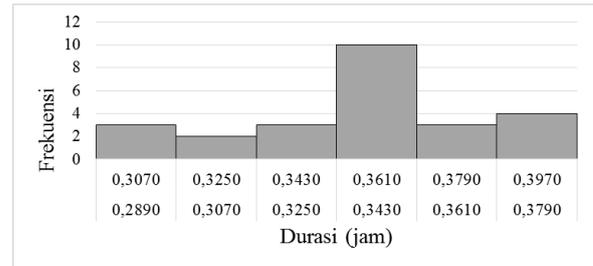
Gambar 3. Durasi Pemasangan Panel



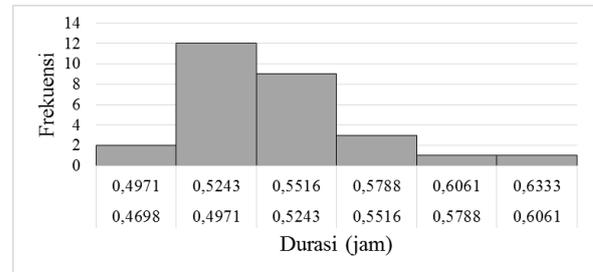
Gambar 4. Durasi Pemasangan Perkuatan



Gambar 5. Durasi Pemlesteran Tahap I



Gambar 6. Durasi Persiapan Pemlesteran Tahap II



Gambar 7. Durasi Pemlesteran Tahap II

### Biaya Upah

Perhitungan dimulai dengan mencari koefisien tenaga kerja dari hasil pencatatan durasi pekerjaan yang telah dilakukan. Diamati juga jam kerja efektif tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaannya sehingga didapat waktu kerja efektif adalah 50 menit/jam dengan waktu kerja 8 jam/hari. Dengan begitu, efektifitasnya didapat dari 50 menit/60 menit = 0,8333 dengan jam kerja efektif = efektifitas x waktu kerja/hari = 0,8333 x 8 jam = 6,6777 jam.

Koefisien tenaga kerja didapat dari rumus sebagai berikut.

$$\text{Koefisien tenaga kerja (OH)} = \frac{\text{jumlah tenaga kerja}}{\text{produktivitas per hari}}$$

Sehingga hasil koefisien tenaga kerja per tipe panel adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Koefisien Pemasangan Dinding Panel Tipe A

No.	Uraian	Durasi (jam)	Produktivitas (m <sup>2</sup> /jam)	Jumlah Pekerja Tukang	Pekerja Kasar	Koefisien
1	Pemasangan Stek	0,1156	31,6609	1		0,004737681
2	Pemasangan Panel	0,0492	74,3525	1		0,002017408
3	Pemasangan Perkuatan	0,1170	31,2821	1		0,004795058
4	Pemlesteran Tahap I	0,3045	12,0217		1	0,012477397
5	Persiapan Pemlesteran T	0,3520	10,3977		1	0,014426157
6	Pemlesteran Tahap II	0,5268	6,9473		1	0,021591081

**Tabel 3. Koefisien Pemasangan Dinding Panel Tipe B**

No.	Uraian	Durasi (jam)	Produktivitas (m <sup>2</sup> /jam)	Jumlah Pekerja		Koefisien
				Tukang	Pekerja Kasar	
1	Pemasangan Stek	0,1248	29,3210	1		0,005115753
2	Pemasangan Panel	0,2023	18,0964	2		0,016577786
3	Pemasangan Perkuatan	0,1400	26,1429	1		0,005737676
4	Pemlesteran Tahap I	0,3015	12,1393		1	0,012356496
5	Persiapan Pemlesteran T	0,3572	10,2464		1	0,014639271
6	Pemlesteran Tahap II	0,5077	7,2090		1	0,020807273

**Tabel 4. Koefisien Pemasangan Dinding Panel Tipe C**

No.	Uraian	Durasi (jam)	Produktivitas (m <sup>2</sup> /jam)	Jumlah Pekerja		Koefisien
				Tukang	Pekerja Kasar	
1	Pemasangan Stek	0,1344	27,2271	1		0,005509194
2	Pemasangan Panel	0,0586	62,5107	1		0,002399578
3	Pemasangan Perkuatan	0,1177	31,1026	1		0,004822722
4	Pemlesteran Tahap I	0,3270	11,1927		1	0,013401572
5	Persiapan Pemlesteran T	0,3441	10,6364		1	0,014102389
6	Pemlesteran Tahap II	0,5252	6,9694		1	0,021522433

**Tabel 5. Koefisien Pemasangan Dinding Panel Tipe D**

No.	Uraian	Durasi (jam)	Produktivitas (m <sup>2</sup> /jam)	Jumlah Pekerja		Koefisien
				Tukang	Pekerja Kasar	
1	Pemasangan Stek	0,0949	38,5669	1		0,003889325
2	Pemasangan Panel	0,0443	82,6185	1		0,001815565
3	Pemasangan Perkuatan	0,1010	36,2376	1		0,004139324
4	Pemlesteran Tahap I	0,2921	12,5288		1	0,011972345
5	Persiapan Pemlesteran T	0,3848	9,5114		1	0,015770413
6	Pemlesteran Tahap II	0,5263	6,9542		1	0,021569564

Koefisien-koefisien tersebut kemudian dikalikan dengan harga satuan upah dari proyek. Untuk tukang seharga Rp135.000 dan untuk pekerja seharga Rp80.000, sehingga didapat biaya upah per m<sup>2</sup> panel.

**Tabel 6. Biaya Upah Pemasangan Dinding Panel Tipe A**

No.	Uraian	Koefisien	Biaya Upah	Total Harga Upah per m <sup>2</sup>
1	Pemasangan Stek	0,00474	Rp135.000	Rp 640
2	Pemasangan Panel	0,00202	Rp135.000	Rp 272
3	Pemasangan Perkuatan	0,0048	Rp135.000	Rp 647
4	Pemlesteran Tahap I	0,01248	Rp 80.000	Rp 998
5	Persiapan Pemlesteran Tahap II	0,01443	Rp 80.000	Rp 1.154
6	Pemlesteran Tahap II	0,02159	Rp 80.000	Rp 1.727

**Tabel 7. Biaya Upah Pemasangan Dinding Panel Tipe B**

No.	Uraian	Koefisien	Biaya Upah	Total Harga Upah per m <sup>2</sup>
1	Pemasangan Stek	0,00512	Rp135.000	Rp 691
2	Pemasangan Panel	0,01658	Rp135.000	Rp 2.238
3	Pemasangan Perkuatan	0,00574	Rp135.000	Rp 775
4	Pemlesteran Tahap I	0,01236	Rp 80.000	Rp 989
5	Persiapan Pemlesteran Tahap II	0,01464	Rp 80.000	Rp 1.171
6	Pemlesteran Tahap II	0,02081	Rp 80.000	Rp 1.665

**Tabel 8. Biaya Upah Pemasangan Dinding Panel Tipe C**

No.	Uraian	Koefisien	Biaya Upah	Total Harga Upah per m <sup>2</sup>
1	Pemasangan Stek	0,00551	Rp135.000	Rp 744
2	Pemasangan Panel	0,0024	Rp135.000	Rp 324
3	Pemasangan Perkuatan	0,00482	Rp135.000	Rp 651
4	Pemlesteran Tahap I	0,0134	Rp 80.000	Rp 1.072
5	Persiapan Pemlesteran Tahap II	0,0141	Rp 80.000	Rp 1.128
6	Pemlesteran Tahap II	0,02152	Rp 80.000	Rp 1.722

**Tabel 9. Biaya Upah Pemasangan Dinding Panel Tipe D**

No.	Uraian	Koefisien	Biaya Upah	Total Harga Upah per m <sup>2</sup>
1	Pemasangan Stek	0,00389	Rp135.000	Rp 525
2	Pemasangan Panel	0,00182	Rp135.000	Rp 245
3	Pemasangan Perkuatan	0,00414	Rp135.000	Rp 559
4	Pemlesteran Tahap I	0,01197	Rp 80.000	Rp 958
5	Persiapan Pemlesteran Tahap II	0,01577	Rp 80.000	Rp 1.262
6	Pemlesteran Tahap II	0,02157	Rp 80.000	Rp 1.726

**Biaya Material**

Dalam perhitungan biaya material diperhitungkan terlebih dahulu volume yang dibutuhkan dalam pekerjaan tersebut.

**Tabel 10. Volume Kebutuhan Pekerjaan Pemasangan 1 Dinding Panel**

No	Pekerjaan	w (kg/m)	h (tinggi)	b/A/φ	d (tebal)	L	Σ	Volume	Satuan
1	Pemasangan Dinding								
a	Pasangan Dinding Panel Tipe A								
	Dinding Panel Tipe A		3,05	1,2			1	3,6600	m <sup>2</sup>
	Stek	0,395		0,8		0,4	6	0,9480	kg
	<b>Berat stek per m2</b>							0,2590	kg/m <sup>2</sup>
	Bendrat	0,015						0,0150	kg
	<b>Berat bendrat per m2</b>							0,0041	kg/m <sup>2</sup>
b	Pasangan Dinding Panel Tipe B								
	Dinding Panel Tipe B		3,15	1,2			1	3,7800	m <sup>2</sup>
	Stek	0,395		0,8		0,4	6	0,9480	kg
	<b>Berat stek per m2</b>							0,2508	kg/m <sup>2</sup>
	Bendrat	0,015						0,0150	kg
	<b>Berat bendrat per m2</b>							0,0040	kg/m <sup>2</sup>
c	Pasangan Dinding Panel Tipe C								
	Dinding Panel Tipe C		3,05	1,2			1	3,6600	m <sup>2</sup>
	Stek	0,395		0,8		0,4	7	1,1060	kg
	<b>Berat stek per m2</b>							0,3022	kg/m <sup>2</sup>
	Bendrat	0,015						0,0150	kg
	<b>Berat bendrat per m2</b>							0,0041	kg/m <sup>2</sup>
d	Pasangan Dinding Panel Tipe D								
	Dinding Panel Tipe D		3,15	0,9			1	2,8350	m <sup>2</sup>
	Stek	0,395		0,8		0,4	6	0,9480	kg
	<b>Berat stek per m2</b>							0,3344	kg/m <sup>2</sup>
	Bendrat	0,015						0,0150	kg
	<b>Berat bendrat per m2</b>							0,0053	kg/m <sup>2</sup>

Volume tersebut kemudian dikalikan dengan harga satuan material dari proyek seperti pada Tabel 11. Dan didapat biaya material per tahap pekerjaan dan dibedakan tiap tipe panel yang dirinci pada Tabel 12, Tabel 13, Tabel 14, dan Tabel 15.

**Tabel 11.** Biaya Material pada Proyek Ruko The Boulevard

No.	Bahan	Satuan	Biaya Material
1	Panel PSM 10	m <sup>2</sup>	Rp 289.600
3	Portland Cement	kg	Rp 1.260
4	Agregat Halus	m <sup>3</sup>	Rp 135.000
5	Bendrat	kg	Rp 40.000
6	Besi Stek	kg	Rp 8.400

**Tabel 12.** Biaya Material per Tahap Pekerjaan Pemasangan Stek

NO	URAIAN	HARGA SATUAN MATERIAL	TOTAL
1	1 m <sup>2</sup> pemasangan stek panel tipe A Bahan:		
	0,2590 kg Besi Stek	Rp 8.400	Rp 2.176
		TOTAL	Rp 2.176
2	1 m <sup>2</sup> pemasangan stek panel tipe B Bahan:		
	0,2508 kg Besi Stek	Rp 8.400	Rp 2.107
		TOTAL	Rp 2.107
3	1 m <sup>2</sup> pemasangan stek panel tipe C Bahan:		
	0,3022 kg Besi Stek	Rp 8.400	Rp 2.538
		TOTAL	Rp 2.538
4	1 m <sup>2</sup> pemasangan stek panel tipe D Bahan:		
	0,3344 kg Besi Stek	Rp 8.400	Rp 2.809
		TOTAL	Rp 2.809

**Tabel 13.** Biaya Material per Tahap Pekerjaan Pemasangan Panel

NO	URAIAN	HARGA SATUAN MATERIAL	TOTAL
1	1 m <sup>2</sup> pemasangan dinding panel tipe A Bahan:		
	1 m <sup>2</sup> Panel tipe A	Rp 289.600	Rp 289.600
		TOTAL	Rp 289.600
2	1 m <sup>2</sup> pemasangan dinding panel tipe B Bahan:		
	1 m <sup>2</sup> Panel tipe B	Rp 289.600	Rp 289.600
		TOTAL	Rp 289.600

NO	URAIAN	HARGA SATUAN MATERIAL	TOTAL
3	1 m <sup>2</sup> pemasangan dinding panel tipe C Bahan:		
	1 m <sup>2</sup> Panel tipe C	Rp 289.600	Rp 289.600
		TOTAL	Rp 289.600
4	1 m <sup>2</sup> pemasangan dinding panel tipe D Bahan:		
	1 m <sup>2</sup> Panel tipe D	Rp 289.600	Rp 289.600
		TOTAL	Rp 289.600

**Tabel 14.** Biaya Material per Tahap Pekerjaan Pemasangan Perkuatan

NO	URAIAN	HARGA SATUAN MATERIAL	TOTAL
1	1 m <sup>2</sup> pemasangan perkuatan panel tipe A Bahan:		
	0,0048 Kg Bendrat	Rp 40.000	Rp 192
		TOTAL	Rp 192
2	1 m <sup>2</sup> pemasangan perkuatan panel tipe B Bahan:		
	0,0040 Kg Bendrat	Rp 40.000	Rp 159
		TOTAL	Rp 159
3	1 m <sup>2</sup> pemasangan perkuatan panel tipe C Bahan:		
	0,0048 Kg Bendrat	Rp 40.000	Rp 192
		TOTAL	Rp 192
4	1 m <sup>2</sup> pemasangan perkuatan panel tipe D Bahan:		
	0,0053 Kg Bendrat	Rp 40.000	Rp 212
		TOTAL	Rp 212

**Tabel 15.** Biaya Material per Tahap Pekerjaan Pemlesteran

NO	URAIAN	HARGA SATUAN MATERIAL	TOTAL
1	1 m <sup>2</sup> plesteran ciprat 1 SP:2 PP panel tipe A Bahan:		
	4,32 Kg PC	Rp 1.260	Rp 5.443
	0,006 m <sup>3</sup> pasir	Rp 135.000	Rp 810
		TOTAL	Rp 6.253
2	1 m <sup>2</sup> plesteran ciprat 1 SP:2 PP panel tipe B Bahan:		

NO	URAIAN		HARGA SATUAN MATERIAL		TOTAL	
	4,32	Kg PC	Rp	1.260	Rp	5.443
	0,006	m <sup>3</sup> pasir	Rp	135.000	Rp	810
<b>TOTAL</b>					Rp	6.253
3	1 m <sup>2</sup> plesteran ciprat 1 SP:2 PP panel tipe C					
	Bahan:					
	4,32	Kg PC	Rp	1.260	Rp	5.443
	0,006	m <sup>3</sup> pasir	Rp	135.000	Rp	810
<b>TOTAL</b>					Rp	6.253
4	1 m <sup>2</sup> plesteran ciprat 1 SP:2 PP panel tipe D					
	Bahan:					
	4,32	Kg PC	Rp	1.260	Rp	5.443
	0,006	m <sup>3</sup> pasir	Rp	135.000	Rp	810
<b>TOTAL</b>					Rp	6.253

Selanjutnya, didapat harga total pekerjaan pemasangan 1 m<sup>2</sup> dinding panel seperti pada Tabel 16.

**Tabel 16.** Biaya Material per Tipe Panel

NO.	URAIAN	HARGA MATERIAL
<b>1</b>	<b>Pasangan Dinding Panel Tipe A per 1 m<sup>2</sup></b>	
	Pemasangan Stek	Rp 2.176
	Pemasangan Dinding Panel	Rp 289.600
	Pemasangan Perkuatan	Rp 192
	Pemlesteran Ciprat	Rp 6.253
	<i>Jumlah</i>	Rp 298.221
<b>2</b>	<b>Pasangan Dinding Panel Tipe B per 1 m<sup>2</sup></b>	
	Pemasangan Stek	Rp 2.107
	Pemasangan Dinding Panel	Rp 289.600
	Pemasangan Perkuatan	Rp 159
	Pemlesteran Ciprat	Rp 6.253
	<i>Jumlah</i>	Rp 298.119
<b>3</b>	<b>Pasangan Dinding Panel Tipe C per 1 m<sup>2</sup></b>	
	Pemasangan Stek	Rp 2.538
	Pemasangan Dinding Panel	Rp 289.600
	Pemasangan Perkuatan	Rp 192
	Pemlesteran Ciprat	Rp 6.253
	<i>Jumlah</i>	Rp 298.583
<b>4</b>	<b>Pasangan Dinding Panel Tipe D per 1 m<sup>2</sup></b>	
	Pemasangan Stek	Rp 2.809
	Pemasangan Dinding Panel	Rp 289.600
	Pemasangan Perkuatan	Rp 212
	Pemlesteran Ciprat	Rp 6.253
	<i>Jumlah</i>	Rp 298.874

### Biaya Langsung

Biaya langsung didapat dengan menjumlahkan biaya upah dan biaya material masing-masing tipe panel dengan hasil yang tertera pada Tabel 17.

**Tabel 17.** Biaya Langsung Pemasangan Dinding Panel per 1 m<sup>2</sup>

NO.	URAIAN	BIAYA LANGSUNG	
1	Pemasangan Dinding Panel Tipe A per 1 m <sup>2</sup>	Rp	303.659
2	Pemasangan Dinding Panel Tipe B per 1 m <sup>2</sup>	Rp	305.648
3	Pemasangan Dinding Panel Tipe C per 1 m <sup>2</sup>	Rp	304.353
4	Pemasangan Dinding Panel Tipe D per 1 m <sup>2</sup>	Rp	304.149
<b>TOTAL BIAYA LANGSUNG PER 1 m<sup>2</sup></b>		Rp	1.217.809

### Biaya Overhead

Dalam contoh Analisis Harga Satuan Pekerjaan dari Permen PU, terdapat *overhead* yang diperhitungkan sebesar 15% dari total harga satuan pekerjaan. Maka didapat biaya *overhead* sebagai berikut.

**Tabel 18.** Biaya *Overhead* Pemasangan Dinding Panel per 1 m<sup>2</sup>

NO	URAIAN	TOTAL OVERHEAD	
1	1 m <sup>2</sup> pemasangan panel tipe A	Rp	46.151
2	1 m <sup>2</sup> pemasangan panel tipe B	Rp	46.436
3	1 m <sup>2</sup> pemasangan panel tipe C	Rp	46.355
4	1 m <sup>2</sup> pemasangan panel tipe D	Rp	46.406

### Biaya Kontingensi

Perhitungan biaya kontingensi kali ini menggunakan metode *Monte Carlo*. Untuk simulasinya, digunakan Software @risk dengan distribusi beta pert. *Input* data untuk simulasi adalah harga satuan pekerjaan dengan biaya yang direncanakan, harga satuan pekerjaank dengan biaya minimum, dan harga satuan pekerjaan dengan harga satuan maksimum. Harga satuan minimum dan maksimum kami peroleh saat pengisian kuisioner.

Sebelum memulai simulasi, diperhitungkan dulu nilai iterasi yang diperlukan dalam simulasi *Monte Carlo*. Contoh perhitungan kali ini menggunakan harga satuan pemasangan stek panel tipe A. Diawali dengan menghitung standar deviasi terlebih dahulu menggunakan persamaan

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum x_1 - x)^2} = Rp1.167$$

Nilai n merupakan jumlah data sejumlah 3 yaitu harga satuan minimum, maksimum, dan harga *most likely*. Nilai x merupakan nilai rata-rata dari seluruh data. Sedangkan x<sub>1</sub> adalah rata-rata dari data.



**Tabel 21.** Total Biaya Tiap Tipe Panel

No.	Uraian	Total Biaya
1	1 m <sup>2</sup> pemasangan panel tipe A	Rp 360.751
2	1 m <sup>2</sup> pemasangan panel tipe B	Rp 361.058
3	1 m <sup>2</sup> pemasangan panel tipe C	Rp 361.930
4	1 m <sup>2</sup> pemasangan panel tipe D	Rp 359.661

**KESIMPULAN**

Analisa biaya pekerjaan dinding panel merupakan gabungan dari perhitungan biaya langsung dan biaya tak langsung dengan memperhitungkan produktivitas pelaksanaan pekerjaan dinding panel sebagai koefisien biaya upah. Untuk analisa biaya langsung menggunakan metode Analisa Harga Satuan Pekerjaan sedangkan untuk analisa biaya tak langsung menggunakan metode *Monte Carlo* dengan software @Risk dalam menyimulasikan iterasinya.

Maka, kesimpulan-kesimpulan dapat dirinci sebagai berikut:

1. Total biaya upah pemasangan dinding panel tipe A Rp5.438 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp7.529 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp5.768 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp5.275 /m<sup>2</sup>.
2. Total biaya material pasangan dinding panel tipe A Rp298.221 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp298.119 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp298.583 /m<sup>2</sup>, dan tipe D 298.874 /m<sup>2</sup>.
3. Total biaya langsung pemasangan dinding panel per m<sup>2</sup> untuk tipe A adalah Rp303.659 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp305.648 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp304.353 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp304.149 /m<sup>2</sup>.
4. Total biaya tak langsung pemasangan dinding panel tipe A Rp57.092 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp55.410 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp57.577 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp55.512 /m<sup>2</sup>.
5. Total harga satuan pekerjaan dinding panel per m<sup>2</sup> untuk tipe Panel A Rp360.751 /m<sup>2</sup>, tipe B Rp361.058 /m<sup>2</sup>, tipe C Rp361.930 /m<sup>2</sup>, dan tipe D Rp359.661 /m<sup>2</sup>.

**SARAN**

Setelah melakukan penelitian mengenai biaya dinding panel, berikut beberapa saran dari peneliti.

1. Bagi kontraktor yang ingin menggunakan material panel sebagai bahan untuk konstruksi, maka perhatikan kebutuhan dan kesesuaian proyek. Penggunaan panel menghasilkan produktivitas yang tinggi namun dari segi harga masih relatif mahal.
2. Bagi peneliti selanjutnya apabila ingin mengangkat tema yang sama dalam penelitian, maka pahami dengan benar mengenai bahan dan satuan agar tidak kesulitan dalam pengolahan data. Selain itu, pahami betul metode yang digunakan dalam perhitungan biaya tak langsung. Tetapkan dengan jelas

mengenai *software* apa yang akan digunakan untuk pengolahan data dan pastikan sudah mencoba dari awal agar mengetahui *software* mana yang tepat dan mudah untuk digunakan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agustini, D. H. (2004). *Riset Operasional Konsep-Konsep Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Akbar, M. (2017). Alokasi Biaya Kontigensi Dengan Metode Monte Carlo Pada Proyek Pembangunan Kantor Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Pacitan. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Andi, dkk. (2004). Analisa Produktifitas Pekerja Dengan Metode *Work Sampling*: Studi Kasus Pada Proyek X dan Y. *Jurnal*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Dewi, Sri Murni & Djakfar, L. (2008). *Statistika Dasar Untuk Teknik Sipil*. Malang: Bargie Media.
- Ervianto, Wulfram I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Fadjar, Adnan. (2011). Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek. *Jurnal SMARTek*. Vol. 6 no. 4, November 2008: 222-227
- Gazperz, Vincent. (2007). *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Hasan, M. Iqbal. (2001). *Pokok-pokok Materi Statistik I (Statistik Deskriptif)*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Husen, Abrar. (2009). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi
- Limanto, Santoso & Patmadjaja, Hari. (2001). *Evaluasi Produktivitas Pemasangan Bata Ringan Pada Dinding Bangunan Hotel*. Skripsi. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- M-Panel. diakses pada 29 Maret 2017. <mpanelindonesia.com/>
- Ningrum, Diah Niken Kusuma. (2014). *Analisa Perbandingan Produktivitas Pemasangan Dinding M-PANEL dan Dinding Konvensional Batu Bata (Studi Kasus: Proyek Pembangunan ruko Modern Arcade di Tangerang*. Skripsi. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Soeharto, Imam. (1995). *Manajemen Proyek: dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga
- Sudaryono. (2014). *Teori Dan Aplikasi Dalam Statistik*. Yogyakarta: Andi.
- Sugiyono. (2009). *Statistika Untuk Penelitian*. Jakarta: Alfabeta.
- Usman, M., Warsono, & Ruswandi, R. (2009). *Statistika Pengantar Teknik Analisis Data*. Jakarta: Sinar Baru Algensindo.
- Yudha, Rifky Rezha Pranata. (2015). *Analisa Produktivitas Pekerjaan Dinding Panel, Dinding Batu Bata Konvensional, dan SNI*

Pekerjaan Dinding. Skripsi. Tidak  
Dipublikasikan. Malang: Universitas  
Brawijaya.

