

ANALISA PRODUKTIVITAS BEKISTING EKSISTING DAN SISTEM PERI PADA KOLOM GEDUNG KANTOR PROYEK PEMBANGUNAN SMK-SMAK BOGOR

Awaliya Isnain Shafaratul Ula^{1*}, Sumardi², Wahiddin³

awaliyaisnainshafaratulula@gmail.com¹, sumardi.polinema@gmail.com², wahiddin@polinema.ac.id³

Koresponden*, Email: awaliyaisnainshafaratulula@gmail.com

ABSTRAK

Bekisting sistem PERI merupakan alternatif bekisting untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan dan mempersingkat waktu pekerjaan. Saat ini belum banyak kontraktor yang menggunakan bekisting sistem PERI. Bekisting merupakan langkah awal pembuatan sebuah bangunan sehingga pembuatan bekisting sangat berpengaruh dalam estimasi durasi sebuah proyek pembangunan. Pembangunan SMK-SMAK Bogor membutuhkan percepatan waktu sehingga pihak kontraktor perlu untuk mencari solusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perencanaan bekisting sistem PERI untuk pekerjaan kolom gedung kantor pada proyek pembangunan SMK-SMAK Bogor dalam mempercepat waktu pengerjaan. Hasil perhitungan rata-rata produktivitas pekerja pekerjaan bekisting eksisting ialah 0,024 OH untuk mandor, 0,024 OH untuk kepala tukang, 0,073 OH untuk tukang kayu dan 0,147 OH untuk pekerja. Untuk pekerjaan bekisting sistem PERI 0,013 OH untuk mandor, 0,013 OH untuk kepala tukang, 0,040 OH untuk tukang kayu dan 0,080 OH pekerja. Hasil perbandingan produktivitas di lapangan dengan SNI 734-2008 menunjukkan pekerja di lapangan lebih kecil dibandingkan dengan SNI 734-2008. Durasi pekerjaan bekisting eksisting selama 31 Hari kerja dan 13 Hari kerja untuk pekerjaan bekisting sistem PERI. Biaya pekerjaan bekisting eksisting sebesar total Rp 187.122.845 dan Rp. 574.053.454 untuk pekerjaan bekisting sistem PERI.

Kata kunci : produktivitas, bekisting, sistem PERI, durasi, biaya

ABSTRACT

The PERI formwork system is an alternative formwork solution designed to improve work efficiency and shorten project timelines. Currently, not many contractors utilize the PERI formwork system. Formwork is the initial step in constructing a building, and thus its implementation significantly impacts the duration estimate of a construction project. The construction of SMK-SMAK Bogor requires an accelerated timeline, prompting the contractor to seek effective solutions. This research aims to analyze the planning of the PERI formwork system for column work in the office building project at SMK-SMAK Bogor to expedite the construction process. The average productivity calculations for the existing formwork workers are 0.024 OH for foremen, 0.024 OH for head carpenters, 0.073 OH for carpenters, and 0.147 OH for laborers. For the PERI formwork system, the productivity is 0.013 OH for foremen, 0.013 OH for head carpenters, 0.040 OH for carpenters, and 0.080 OH for laborers. A comparison of field productivity with SNI 734-2008 shows that field workers' productivity is lower than the SNI 734-2008 standards. The duration for existing formwork work is 31 working days, whereas it is 13 working days for the PERI formwork system. The cost of existing formwork work totals Rp 187,122,845, compared to Rp 574,053,454 for the PERI formwork system.

Keywords: productivity, formwork, PERI system, duration, cost

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan beton adalah elemen krusial dalam proyek konstruksi gedung, di mana bekisting digunakan sebagai cetakan sementara untuk beton. Kolom, yang mendukung

beban vertikal dan stabilitas bangunan, sangat bergantung pada bekisting yang efisien. Teknologi bekisting telah berkembang, dengan bekisting sistem seperti PERI menjadi pilihan utama karena kemampuannya untuk digunakan ulang

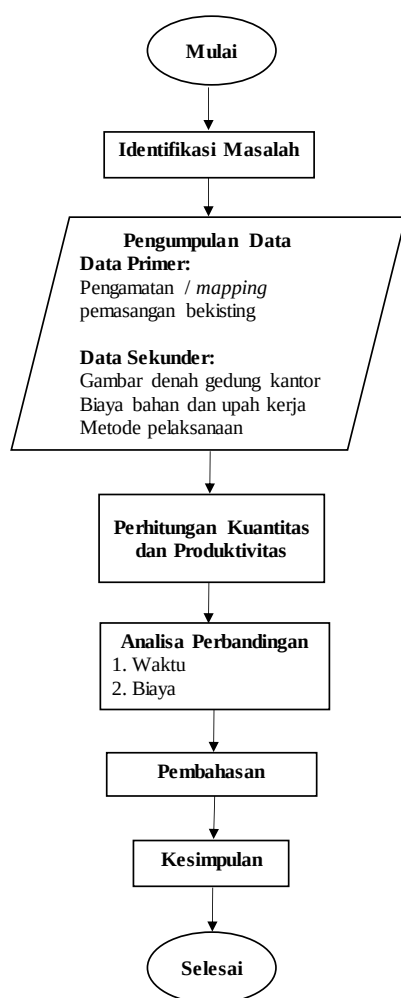
dan pemasangan yang lebih cepat dibandingkan bekisting konvensional.

Proyek SMK-SMAK Bogor di Kel. Tanah Baru membutuhkan percepatan penyelesaian sebelum penerimaan siswa baru pada Juni 2024, meskipun awalnya dijadwalkan selesai pada Desember 2024. Gedung kantor 4 lantai dalam proyek ini awalnya menggunakan bekisting semi sistem dengan durasi pekerjaan struktur 5 bulan. Untuk mempercepat proses, bekisting semi sistem diubah ke bekisting sistem PERI..

Dengan tujuan untuk membandingkan efektivitas bekisting sistem PERI dan semi sistem pada pekerjaan kolom dari segi waktu dan biaya maka topik yang diangkat adalah “Analisa Produktivitas Bekisting Eksisting dan Sistem PERI pada Kolom Gedung Kantor Proyek Pembangunan SMK-SMAK Bogor”

2. METODE

Bagan alir pengerjaan penulisan:



Gambar 1 Bagan Alir Analisis Perbandingan Bekisting

Analisa Kapasitas Bekisting

Metode yang digunakan untuk menghitung kapasitas pekerjaan menggunakan rumus luas balok dengan satuan m²

$$L = t \times (2 \cdot (p \times l)) \quad (1)$$

Dimana:

L = Luas permukaan bekisting

t = Tinggi bekisting

p = Panjang bekisting

l = Lebar bekisting

Analisa Produktivitas Pekerjaan Bekisting

Untuk menghitung produktivitas perhari pada setiap lantainya menggunakan rumus:

$$P = V/T \quad (2)$$

Dimana:

P = Produktivitas

V = Kuantitas Pekerjaan

T = Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan

Koefisien tenaga kerja menggunakan rumus:

$$\text{Koef} = \frac{\text{Jumlah Tenaga Kerja}}{\text{Produktivitas harian}} \quad (3)$$

Dimana:

Jumlah tenaga kerja = total tenaga kerja yang digunakan dalam satuan tertentu (misalnya, mandor, kepala tukang, dsb)
Produktivitas harian = hasil kerja per satuan waktu

Analisa Durasi Pekerjaan Bekisting

Metode untuk menghitung durasi menggunakan rumus *activity time* pada metode PERT:

$$TE = \frac{(a + 4m + b)}{6} \quad (4)$$

Dimana:

TE = *expected time* (hari)

a = waktu optimis ialah waktu tercepat untuk menyelesaikan pekerjaan yang berjalan dengan baik (hari)

m = waktu realistis ialah waktu yang paling sering terjadi dibandingkan dengan yang lain dalam menyelesaikan pekerjaan. (hari)

b = waktu pesimis ialah waktu paling lambat untuk menyelesaikan pekerjaan (hari)

Untuk menghitung skor estimasi waktu yang dibutuhkan menggunakan rumus:

$$S = \frac{1}{6} (b-a) \quad (5)$$

$$V = S^2 \quad (6)$$

Dimana:

S = Nilai Deviasi

a = Waktu Optimis (hari)

b = Waktu Pesimis (hari)

V = Varians

S = Nilai Deviasi

Analisa Biaya Pekerjaan Bekisting

Perhitungan RAB menggunakan AHSP Kota Bogor tahun 2023 dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah Bahan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Dimensi}} \quad (7)$$

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{\text{Jumlah}}{\text{Volume}} : \text{Siklus Pakai} \quad (8)$$

Dimana:

Volume = Volume bahan

Dimensi = Dimensi bahan

Siklus Pakai = Jumlah pakai bahan

Setelah koefisien bahan ditemukan, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah harga bahan

$$\text{Jumlah Harga Bahan} = \text{Koefisien} \times \text{Harga Satuan} \quad (9)$$

Dimana :

Koefisien = Koefisien Bahan

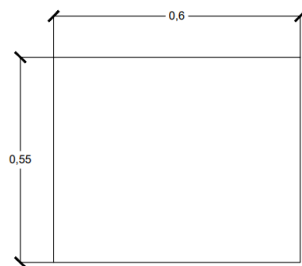
Harga Satuan = Harga satuan bahan mentah sebelum dipotong

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan penelitian sebagai berikut:

Analisa Kapasitas Bekisting

Perhitungan kuantitas pekerjaan dengan menghitung luas kolom sebagai berikut:



Gambar 2 Dimensi kolom K1

Sumber: Hasil Analisis

$$\begin{aligned} &= \text{Tinggi Bekisting} \times \text{Keliling kolom K1} \\ &= 4 \times ((2 \times 0,55) + (2 \times 0,6)) \\ &= 9,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tabel 1. Rekap Hasil Pengamatan Bekisting Kolom

Jenis Kolom	Dimensi Kolom (m)	Luas Penampang (m ²)
K1	0,55 x 0,6	9,2
K2	0,45 x 0,6	8,4
K3	0,5 x 0,5	8,0
K4	0,45 x 0,45	7,2

Sumber: Hasil Analisis

Analisa Produktivitas Pekerjaan Bekisting

a. Perhitungan produktivitas pekerjaan kolom sebagai berikut:

- Produktivitas Harian Bekisting Eksisting

Didapatkan kolom K1 sebanyak 6 pcs

$$\begin{aligned} \text{Kuantitas Pekerjaan} &= (\text{Kolom K1} \times \text{Jumlah Kolom}) \\ &= 9,2 \times 6 \\ &= 55,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan}}{\text{Waktu}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{55,2 \text{ m}^2}{1 \text{ hari}} \\ &= 55,2 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas per orang} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan}}{\text{Jumlah pekerja}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{55,2 \text{ m}^2}{11 \text{ orang}} \\ &= 5,02 \text{ m}^2/\text{orang} \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan produktivitas bekisting eksisting:

Tabel 2 Rekapitulasi Perhitungan Produktivitas Bekisting Eksisting 4 Lantai

Lantai	Hari ke-	Produktivitas perhari (m ²)	Produktivitas perorang (m ² /orang)
1	1	55,2	5,02
	2	50,4	4,58
	3	42	3,82
	4	37,2	3,38
	5	48,8	4,44
	6	44,8	4,07
	7	52,8	4,80
2	1	52,8	4,80
	2	52,8	4,80
	3	40,8	3,71
	4	48	4,36
	5	49,6	4,51
	6	34,4	3,13
	7	52,8	4,80
3	1	50,4	4,58
	2	48,8	4,44
	3	40,8	3,71
	4	48	4,36
	5	31,2	2,84
	6	49,6	4,51
	7	49,6	4,51
4	1	49,6	4,51
	2	41,2	3,75
	3	49,2	4,47
	4	46,8	4,25
	5	48,8	4,44
	6	33,2	3,02
	7	49,6	4,51

Sumber: Hasil Analisis

- Produktivitas Harian Bekisting Sistem PERI

Didapatkan kolom K1 sebanyak 8 pcs dan kolom K3 sebanyak 4 pcs

Kuantitas Pekerjaan = (Kolom K1 x Jumlah Kolom) + (Kolom K3 x Jumlah Kolom)

$$= (9,2 \times 8) + (8 \times 3)$$

$$= 97,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan}}{\text{Waktu}}$$

$$= \frac{97,6 \text{ m}^2}{1 \text{ hari}}$$

$$= 97,6 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Produktivitas per orang} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan}}{\text{Jumlah pekerja}}$$

$$= \frac{97,6 \text{ m}^2}{11 \text{ orang}}$$

$$= 8,87 \text{ m}^2/\text{orang}$$

Berikut merupakan rekapitulasi dari perhitungan produktivitas bekisting sistem PERI

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Produktivitas Bekisting Sistem PERI 4 Lantai

Lantai	Hari ke-	Produktivitas perhari (m2)	Produktivitas perorang (m2/orang)
1	1	97,60	8,87
	2	71,60	6,51
	3	74,80	6,80
	4	87,20	7,93
2	1	95,20	8,65
	2	73,60	6,69
	3	83,20	7,56
	4	79,20	7,20
3	1	99,20	9,02
	2	33,20	3,02
	3	97,20	8,84
	4	88,80	8,07
4	1	99,20	9,02
	2	96,00	8,73
	3	58,00	5,27
	4	65,20	5,93

Sumber: Hasil Analisis

b. Perhitungan koefisien tenaga kerja dihitung perhari sesuai dengan produktivitas harian sebagai berikut:

- Koefisien tenaga kerja bekisting eksisting

$$\text{Mandor} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas Harian}}$$

$$= \frac{1}{55,2}$$

$$= 0,020 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas Harian}}$$

$$= \frac{1}{55,2}$$

$$= 0,020 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang Kayu} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas Harian}}$$

$$= \frac{3}{55,2}$$

$$= 0,060 \text{ OH}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas Harian}}$$

$$= \frac{6}{55,2}$$

$$= 0,119 \text{ OH}$$

Tabel 4 Rekapitulasi Dari Perhitungan Koefisien Tenaga Kerja Bekisting Eksisting

Lantai ke-	Rata-rata Produktivitas perhari (m2)	Koefisien Tenaga Kerja			
		Mandor	Kepala Tukang	Tukang Kayu	Pekerja
1	47,31	0,021	0,021	0,064	0,129
2	47,31	0,022	0,022	0,066	0,132
3	45,49	0,023	0,023	0,068	0,135
4	45,49	0,022	0,022	0,067	0,134
Rata-rata		0,024	0,024	0,024	0,073

Sumber: Hasil Analisis

- Koefisien tenaga kerja bekisting sistem PERI

$$\text{Mandor} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas Harian}}$$

$$= \frac{1}{97,6}$$

$$= 0,010 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas Harian}}$$

$$= \frac{1}{97,6}$$

$$= 0,010 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang Kayu} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas Harian}}$$

$$= \frac{3}{97,6}$$

$$= 0,031 \text{ OH}$$

Tabel 5 Rekapitulasi Dari Perhitungan Koefisien Tenaga Kerja Bekisting Sistem PERI

Lantai ke-	Rata-rata Produktivitas perhari (m2)	Koefisien Tenaga Kerja			
		Mandor	Kepala Tukang	Tukang Kayu	Pekerja
1	82,80	0,012	0,012	0,037	0,074
2	82,80	0,012	0,012	0,037	0,073
3	79,60	0,015	0,015	0,046	0,093
4	79,60	0,013	0,013	0,040	0,080
Rata-rata		0,013	0,013	0,040	0,080

Sumber: Hasil Analisis

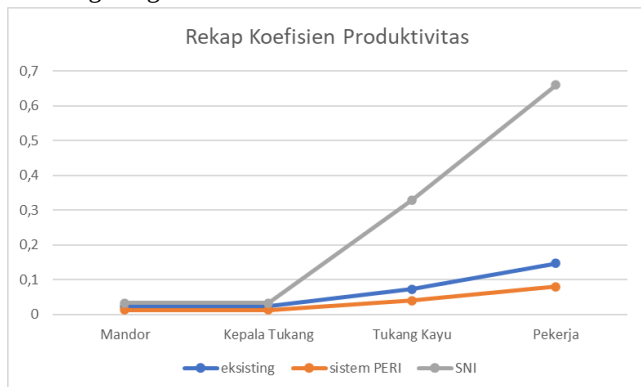
Dari 2 perhitungan koefisien di atas, rata-rata koefisien kedua jenis bekisting akan dibandingkan dengan koefisien SNI 7394-2008 dengan detail koefisien sebagai berikut:

Tabel 6 Tabel Koefisien SNI 7394-2008

	Kebutuhan	Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Mandor	OH	0,033
	Kepala Tukang	OH	0,033
	Tukang kayu	OH	0,330
	Mandor	OH	0,660

Sumber: Hasil Analisis

Berikut adalah grafik perbandingan koefisien kerja 2 jenis bekisting dengan SNI



Gambar 3 Grafik Perbandingan Koefisien Produktivitas

Sumber: Hasil Analisis

Analisa Durasi Pekerjaan Bekisting

- a. Perhitungan durasi dihitung menggunakan peroduktivitas perlantai, sebagai berikut:

- Perhitungan durasi bekisting eksisting

$$\text{Optimis(a)} = \frac{\text{kuantitas pekerjaan Total 1 Lantai}}{\text{Produktivitas Pekerjaan tertinggi}}$$

$$= \frac{331,2}{55,2}$$

$$= 6 \text{ hari}$$

$$\text{Pesimis (b)} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan total 1 lantai}}{\text{Produktivitas Pekerjaan terkecil}}$$

$$= \frac{331,2}{37,2}$$

$$= 8,9 \text{ hari}$$

$$\text{Most Llikely (m)} = 7,5 \text{ hari}$$

Dengan durasi pengerjaan yang diharapkan sebagai berikut:

$$TE = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

$$TE = \frac{(6 + (4 \times 7) + 8,9)}{6}$$

$$TE = 7,5 \text{ hari}$$

Tabel 7 Rekapitulasi Dari Perhitungan Durasi Pengerjaan Bekisting Eksisting

Lantai	Volume	Durasi (hari)			TE (hari)
		a	b	m	
1	331,2	6	8,9	7,5	7,5

2	331,2	6,3	9,6	8,0	8,0
3	318,4	6,3	10,2	8,3	8,3
4	318,4	6,4	9,6	8,0	8,0
Jumlah					31,7
Dibulatkan					32

Sumber: Hasil Analisis

- Perhitungan durasi bekisting sistem PERI

$$\text{Optimis(a)} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan total 1 lantai}}{\text{Produktivitas Pekerjaan tertinggi}}$$

$$= \frac{331,2}{97,6}$$

$$= 3,4 \text{ hari}$$

$$\text{Pesimis (b)} = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan total 1 lantai}}{\text{Produktivitas Pekerjaan terkecil}}$$

$$= \frac{331,2}{71,6}$$

$$= 4,6 \text{ hari}$$

$$\text{Most Llikely (m)} = 4,5 \text{ hari}$$

Dengan durasi pengerjaan yang diharapkan sebagai berikut:

$$TE = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

$$TE = \frac{(3,4 + (4 \times 4,6) + 4,5)}{6}$$

$$TE = 4,4 \text{ hari}$$

Tabel 8 Rekapitulasi Dari Perhitungan Koefisien Tenaga Kerja Bekisting Sistem PERI

Lantai	Volume	Durasi (hari)			TE (hari)
		a	b	m	
1	331,2	3,4	4,6	4,6	4,4
2	331,2	3,5	4,5	3,8	3,9
3	318,4	3,2	9,6	3,6	4,5
4	318,4	3,2	5,5	3,2	3,6
Jumlah					16,4
Dibulatkan					17

Sumber: Hasil Analisis

- b. Perhitungan deviasi standar kegiatan dan varians kegiatan dihitung sesuai dengan perhitungan durasi perlantai, sebagai berikut:
- Perhitungan Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan Bekisting Eksisting
- Nilai deviasi standar dan varians pada pekerjaan kolom pada lantai 1
- Durasi Optimis (a) = 6,0
- Durasi Pesimis (b) = 8,9
- maka,
- $$S = \frac{1}{6} (b-a)$$
- $$= \frac{1}{6} (8,9 - 6)$$

$$= 0,484$$

$$V = S^2$$

$$= 0,484^2$$

$$= 0,234$$

Tabel 9. Rekapitulasi Dari Perhitungan Deviasi Standar Kegiatan Dan Varians Bekisting Eksisting

Lantai	Durasi		S	V
	a	b		
1	6,0	8,9	0,484	0,234
2	6,3	9,6	0,559	0,313

3	6,3	10,2	0,648	0,420
4	6,4	9,6	0,529	0,279
Jumlah				1,246

Sumber: Hasil Analisis

Selanjutnya adalah, mengetahui kemungkinan proyek dapat rampung pada waktu yang diinginkan TD, maka perlu dibuat asumsi target penyelesaian $T(d) = 28$ hari.

$$Z = \frac{T(d) - TE}{\frac{S2}{1,246}}$$

$$= \frac{28 - 31,7}{1,246}$$

$$= -2,94$$

Tabel 10. Tabel Distribusi Normal

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
-3,6	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
-3,7	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
-3,8	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

-3,9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Sumber: Google

Dengan $z = -2,94$, hasil dari tabel distribusi normal menunjukkan probabilitas sebesar 0,16%. Oleh karena itu, tenggat waktu pelaksanaan proyek dapat dihitung sebagai $x = 100\% - 0,16\% = 99,84\%$. Artinya, kemungkinan pekerjaan bekisting eksisting kolom 4 lantai selesai pada target $T(d)=31$ adalah 99,84%.

- Perhitungan Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan Bekisting Sistem PERI
Nilai deviasi standar dan varians pada pekerjaan kolom pada Lantai 1
Durasi Optimis (a) = 3,4
Durasi Pesimis (b) = 4,6
maka,
 $S = \frac{1}{6} (b-a)$
 $= \frac{1}{6} (4,6 - 3,4)$
 $= 0,205$
 $V = S^2$
 $= 0,205^2$
 $= 0,042$

Tabel 11. Rekapitulasi Dari Perhitungan Deviasi Standar Kegiatan Dan Varians Bekisting Sistem PERI

Lantai	Durasi		S	V
	a	b		
1	3,4	4,6	0,205	0,042
2	3,5	4,5	0,170	0,029
3	3,2	9,6	1,063	1,131
4	3,2	5,5	0,380	0,144
Jumlah			1,346	

Sumber: Hasil Analisis

Selanjutnya adalah, mengetahui kemungkinan proyek dapat rampung pada waktu yang diinginkan TD, maka perlu dibuat asumsi target penyelesaian $T(d) = 13$

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S_2}$$

$$= \frac{13 - 16,4}{1,346} = -2,51$$

Dengan nilai $z = -2,51$, dilihat pada tabel distribusi normal, diperoleh nilai sebesar 0,0060. Maka tenggat waktu pelaksanaan proyek dapat dihitung dengan $x = 0,0060$. Hal ini Berarti kemungkinan pekerjaan bekisting PERI kolom 4 lantai selesai pada target $T(d)=13$ sebesar 99,40%

Analisa Biaya Pekerjaan Bekisting

a. Perhitungan Analisa Harga Satuan

AHSP dipengaruhi oleh koefisien yang menunjukkan nilai satuan bahan, alat serta upah tenaga kerja maupun alat yang digunakan. Contoh perhitungan koefisien diuraikan sebagai berikut:

Untuk satu bekisting kolom 500 x 600 dengan tinggi 4 m diketahui data sebagai berikut :

$$\text{Luas bekisting} = 9,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah Multipleks 18 mm} = \frac{9,2 \text{ m}^2}{(1,22 \times 2,44)}$$

$$\begin{aligned} &= 3,1 \text{ lembar} \\ \text{Koefisien multiplek} &= \frac{\text{Jumlah multiplek}}{\text{Luas bekisting}} / \text{siklus} \\ &= \frac{3,1}{9,2/5} \\ &= 0,067 \end{aligned}$$

Tabel 12. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Eksisting

No	Uraian	Koef	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja			
	Pekerja	0,147	Rp 179.809	Rp 26.432
	Tukang Kayu	0,073	Rp 206.781	Rp 15.095
	Kepala Tukang	0,024	Rp 215.771	Rp 5.179
	Mandor	0,024	Rp 224.762	Rp 5.394
B	Bahan			
	Multiplek 18mm	0,067	Rp 293.800	Rp 19.739
	Hollow 4x4	0,042	Rp 477.600	Rp 19.900
	Minyak Bekisting	0,200	Rp 18.900	Rp 3.780
C	Waller Column	0,167	Rp 25.000	Rp 4.167
	Peralatan			
	Push Pull Prop	0,125	Rp 100.000	Rp 12.500
	Kicker Scaffolding	0,250	Rp 75.000	Rp 18.750
Jumlah A+B+C				Rp 130.936
Keuntungan (10%)				Rp 13.094
Jumlah				Rp 144.029

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 13. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Sistem PERI

No	Uraian	Koef	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja			
	Pekerja	0,079	Rp 179.809	Rp 14.336
	Tukang Kayu	0,039	Rp 206.781	Rp 8.243
	Kepala Tukang	0,013	Rp 215.771	Rp 2.867
	Mandor	0,013	Rp 224.762	Rp 2.987
B	Bahan			
	Set PERI Lico	0,033	Rp 4.506.000	Rp 150.200
C	Peralatan			
	Tower Crane	1,000	Rp 3.166.667	Rp 3.166.667
Jumlah A+B+C				Rp 3.345.300
Keuntungan (10%)				Rp 334.530

Jumlah	Rp 3.679.830
--------	--------------

Sumber: Hasil Analisis

b. Rencana Anggaran Biaya

Rumus perhitungan RAB adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan.}$$

Tabel 14. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Bekisting Eksisting

Lantai	Volume	Harga satuan	Harga Total
1	331,2	Rp 144.029	Rp 47.702.499
2	331,2	Rp 144.029	Rp 47.702.499
3	318,4	Rp 144.029	Rp 45.858.924
4	318,4	Rp 144.029	Rp 45.858.924
Jumlah			Rp 187.122.845

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 15. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Bekisting Sistem PERI

Lantai	Jumlah set	Harga satuan	Harga Total
1	39	Rp 3.679.830	Rp 143.513.363
2	39	Rp 3.679.830	Rp 143.513.363
3	39	Rp 3.679.830	Rp 143.513.363
4	39	Rp 3.679.830	Rp 143.513.363
Jumlah			Rp 574.053.454

Sumber: Hasil Analisis

4. KESIMPULAN

1. Dengan Dengan perhitungan bekisting eksisting diperoleh nilai produktivitas rata-rata tenaga kerja adalah masing- masing sebesar 47,314 m²/hari untuk lantai 1, 47,314 m²/hari untuk lantai 2, 45,49 m²/hari untuk lantai 3, dan 45,49 m²/hari untuk lantai 4. Dari hasil penelitian perbandingan nilai produktivitas pembuatan bekisting dengan sistem PERI diperoleh hasil perhitungan produktivitas masing-masing adalah sebesar 82,8 m²/hari untuk lantai 1, 82,8 m²/hari untuk lantai 2, 79,6 m²/hari untuk lantai 3, dan 79,6 m²/hari untuk lantai 4.
2. Perhitungan pekerjaan bekisting kantor SMK-SMAK Bogor dengan 4 lantai apabila menggunakan bekisting semi sistem akan memakan waktu selama 31 hari dengan tingkat keberhasilan rampung tepat waktu sebesar 99,84%. Durasi pekerjaan bekisting menggunakan bekisting sistem PERI bisa rampung setelah pengerjaan selama 13 hari, dengan tingkat keberhasilan rampung tepat waktu adalah sebesar 99,40%.
3. Perhitungan biaya pembuatan bekisting eksisting biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp 187.122.845, hal ini sangat berbanding terbalik dengan biaya sewa yang harus dikeluarkan untuk penggunaan bekisting sistem PERI Rp. 574.053.454,

4. Efektivitas kedua jenis bekisting ini harus dipertimbangkan kesesuaiannya dengan yang terjadi di lapangan. Dalam hal percepatan, bekisting sistem PERI dapat menjadi alternatif. Tetapi dalam segi biaya, bekisting semi sistem memiliki nilai yang lebih terjangkau dengan durasi yang mungkin memaksakan waktu 2 kali lipat lebih lama dari pada bekisting sistem PERI.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arindra, Annisa Putri. (2024). Perencanaan Bekisting Dan Perancah Pada Proyek Pembangunan Sii Office Surabaya. Politeknik Negeri Malang
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2008. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. SNI 7394-2008
- [3] Fitrianto, R., & Sumarningsih, T. (2019). Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode Penjadwalan PDM (Precedence Diagram Method) dan Perhitungan Waktu Dengan PERT (Program Evaluation and Review Technique) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung TK Sultan Agung-UII Tahap II, Nglanjaran, Sleman). *TEKNISIA*, 1-8
- [4] Handbook, PERI 2015, Multiprop MP 120, 250, 350, 480, 625: Slab Props. Jerman
- [5] Pratama, Hario Surya. (2017). ANALISA PERBANDINGAN PENGGUNAAN BEKISTING KONVENSIONAL, SEMI SISTEM, DAN SISTEM (PERI) PADA KOLOM GEDUNG BERTINGKAT. Universitas Diponegoro.
- [6] Prayoga, D. B., Suhariyanto, & Aponno, G. (2022). Perencanaan Perancah dan Bekisting Semi Sistem Pada Pembangunan Gedung Saintek UINSA Surabaya. *JOS-MRK*, 279-284.
- [7] Suhaeb, M. (2020). Analisis Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pasangan Bata (Studi Kasus Proyek Pembangunan Kost Eksklusif dan Villa Condongcatur). *TEKNISIA*, 1-78.