

ANALISIS PERBANDINGAN BEKISTING KONVENSIONAL DENGAN BEKISTING SISTEM PERI PADA GEDUNG BERTINGKAT

Muhammad Miftakhul Ulum¹⁾, Henny Pratiwi Adi²⁾, M. Faiqun Ni'am²⁾

¹⁾Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

²⁾Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Email : miftakhululum97@gmail.com

ABSTRACT

Formwork is a means of molding concrete with the desired size, shape, or position. In the implementation of formwork work, the selection of the type of formwork will affect the cost, implementation time, and construction quality. There are 3 (three) types of formwork in Indonesia, including conventional formwork, semi-system formwork, and system formwork. This study uses the method of installing and dismantling conventional formwork and PERI System formwork, a comparison of the calculation of time and costs required for the installation and dismantling of conventional formwork with PERI system formwork in 3 different buildings, and analyzing the economic feasibility study of PERI system formwork investment. This study is a quantitative study with the aim of determining the comparison of conventional formwork work methods and PERI system formwork, then analyzing the material requirements and costs between conventional formwork and PERI system formwork and conducting an analysis of the investment feasibility study of PERI System formwork. The work reviewed is on plate and beam work. The results of the study showed that the cost of procuring PERI System formwork was Rp 6,181,415,050 more expensive than conventional formwork. In the installation and dismantling of PERI system formwork is faster than conventional formwork, the difference in installation production capacity is 6 m²/day, the difference in dismantling time is 2m²/day. The investment feasibility study for the procurement of PERI System formwork is still feasible because the Net Present Value (NPV) value obtained is Rp 63,801,026, the Benefit Cost Ratio (BCR) value obtained is 1.007 and the Internal Rate Of Return (IRR) value is 9.48%.

Keyword : Formwork, Conventional, PERI System, Investmen ,Feasibility

ABSTRAK

Bekisting merupakan sarana untuk mencetak beton dengan ukuran, bentuk, ataupun posisi yang dikehendaki. Dalam pelaksanaan pekerjaan bekisting, pemilihan jenis bekisting akan mempengaruhi biaya, waktu pelaksanaan, serta kualitas konstruksi. Jenis bekisting di Indonesia ada 3 (tiga) macam diantaranya bekisting konvensional, bekisting semi sistem, dan bekisting sistem. Dalam penelitian ini menggunakan metode pemasangan dan pembongkaran bekisting konvensional dan bekisting Sistem PERI, perbandingan perhitungan waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk pemasangan dan pembongkaran bekisting konvensional dengan bekisting sistem PERI pada 3 gedung yang berbeda, serta menganalisis studi kelayakan ekonomi dari invstasi bekisting sistem PERI. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan metode pekerjaan bekisting konvensional dan bekisting sistem PERI, kemudian dianalisis kebutuhan material dan biaya antara bekisting konvensional dan bekisting sistem PERI serta dilakukan analisis studi kelayakan investasi dari bekisting Sistem PERI. Pekerjaan yang ditinjau pada pekerjaan pelat dan balok. Hasil pada penelitian menunjukkan bahwa biaya pengadaan bekisting Sistem PERI lebih mahal Rp 6.181.415.050,- dibanding bekisting konvensional. Dalam pemasangan dan pembongkaran bekisting sistem PERI lebih cepat dibandingkan bekisting konvensional, selisih kapasitas produksi pemasangan 6 m²/hari, selisih waktu pembongkaran 2m²/hari. Studi kelayakan investasi untuk pengadaan bekisting Sistem PERI masih layak karena nilai Net Present Value (NPV) yang didapatkan Rp 63.801.026 nilai Benefit Cost Ratio (BCR) yang didapatkan 1,007 serta nilai Internal Rate Of Return (IRR) 9,48 %.

Kata Kunci : Bekisting, Konvensional, Sistem PERI, Investasi, Kelayakan

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam dunia konstruksi di Indonesia ditandai dengan semakin banyaknya inovasi yang digunakan dalam proses konstruksi. Peranan teknologi bertambah semakin besar terutama untuk mempermudah proses yang terjadi pada suatu proyek konstruksi. Salah satu contoh aplikasi teknologi pada proses konstruksi adalah teknologi cetakan beton atau bekisting (Baharudin dan Dodi, 2012).

Bekisting merupakan suatu sarana pembantu untuk mencetak beton dengan ukuran, bentuk, ataupun posisi yang dikehendaki (Bagus dan Ludfi, 2012). Dalam pelaksanaan pekerjaan, pemilihan jenis bekisting akan mempengaruhi biaya dan waktu pelaksanaan, serta kualitas konstruksi. Jenis bekisting di Indonesia ada 3 (tiga) macam diantaranya bekisting konvensional, bekisting semi sistem, dan bekisting sistem.

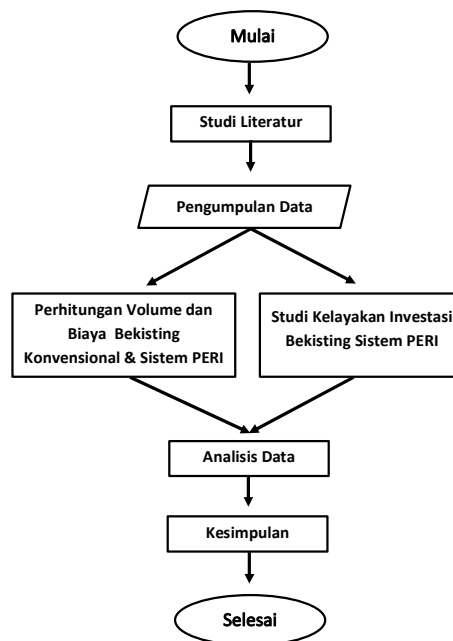
Bekisting konvensional adalah bekisting kontak terdiri dari kayu papan dengan perkuatan kayu kaso dan dikerjakan ditempat. Bekisting semi sistem adalah bekisting yang dirancang untuk proyek tertentu yang ukurannya disesuaikan dengan bentuk beton di lapangan. Sedangkan bekisting sistem PERI adalah bekisting yang dirancang oleh pabrik secara universal dengan segala kemungkinan agar dapat digunakan berbagai macam bangunan. (Sony, 2018).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana perbandingan kebutuhan material dan biaya antara bekisting konvensional dan bekisting sistem PERI, serta analisis kelayakan investasi dari bekisting Sistem PERI. Adapun data umum proyek pada pekerjaan Pembangunan Gedung Unit Kegiatan Mahasiswa, Tower Ruang Kelas Dan Laboratorium Politeknik Pekerjaan Umum Kota Semarang yang Terletak di Jalan Arteri Soekarno Hatta Semarang, pada koordinat GPS 6°58'38.5"S 110°27'00.6"E, Kelurahan Siwalan, Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang.

2. METODOLOGI

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data, baik data primer antara lain dokumentasi pekerjaan terhadap proses pelaksanaan pemasangan dan pembongkaran bekisting pada ketiga bangunan, Wawancara langsung dengan tenaga kerja dan pelaksana dilapangan, maupun data sekunder seperti data yang diperoleh dari kontraktor meliputi rencana anggaran biaya, laporan periodik pelaksanaan progres pembangunan seperti progres laporan harian, mingguan dan bulanan melalui daily report, Gambar perencanaan struktur, Spesifikasi dan perencanaan bekisting konvensional dan bekisting sistem (PERI). Kemudian Menganalisa kebutuhan material bekisting konvensional dan bekisting sistem PERI pada masing-masing struktur

gedung yaitu pelat, balok. Proses analisis dengan cara menghitung volume material yang dibutuhkan untuk membangun satu struktur gedung dengan bekisting konvensional serta bekisting Sistem PERI. Setelah mendapatkan kebutuhan material bekisting dalam satu gedung diketahui barulah kebutuhan biaya untuk pengadaan bekisting tersebut dapat dihitung. Selanjutnya dilakukan perhitungan studi kelayakan investasi penggunaan bekisting Sistem PERI. bentuk diagram alir sederhana dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian

Sumber : Hasil Analisis, 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan bekisting Konvensional maupun bekisting sistem PERI membutuhkan beberapa material. Perhitungan jumlah kebutuhan material tersebut sesuai dengan rencana denah masing-masing gedung. Kebutuhan material bekisting konvensional dan bekisting sistem PERI pada masing-masing Gedung dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Kebutuhan Material Bekisting Konvensional Berdasarkan Luas Bangunan

NO	ITEM	SAT	JUMLAH		
			AUDITORIUM	UKM	DIREKTORAT
1	Multiplek 12 mm	Lembar	1112	2184	3741
2	Meranti 5/7	m ³	37,17	47,24	48,24

3	Kayu 6/12	m ³	28,21	53,74	56,61
4	Kayu 8/16	m ³	27,62	52,77	56,34
5	Bambu (Perancah)	Batang	2542	5076	4626
6	Bambu Pengikat	Batang	3086	6107	6521
7	Kayu 5/7 (Siku)	m ³	23	43,5	45,86
8	Pasak Multiplek 12 mm	Lembar	9	34	18
9	Bambu Support	Batang	168	556	568
10	Paku	Kg	259	660	700

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Tabel 2. Kebutuhan Material Bekisting Sistem PERI Berdasarkan Luas Bangunan

NO	ITEM	SAT	JUMLAH		
			AUDITORIUM	UKM	DIREKTORAT
1	Multiplek 12 mm	Lembar	1112	2184	2184
2	Beam Waler UZR	Buah	2786	5304	5573
3	PERI GT 24	Buah	800	1526	1630
4	Segitiga Siku	Buah	5571	10607	11147
5	Perancah (MF)	Buah	1187	2250	2313
6	Cross Brace	Buah	1598	3053	3260
7	U-Head	Buah	2542	5076	5194
8	Base Jack	Buah	2542	5076	5194
9	Paku	Kg	259	259	259

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Dari hasil analisis diatas, diketahui bahwa perhitungan tersebut masih dalam pemakaian sekali pakai. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa material bekisting dapat dipakai beberapa kali bergantung pada jenis materialnya. Penghematan kebutuhan material akibat pemakaian material yang berulang sesuai dengan lapangan dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Kebutuhan Material Bekisting Konvensional Berdasarkan Lapangan

NO	ITEM	Jumlah Pakai	SAT	JUMLAH		
				AUDITORIUM	UKM	DIREKTORAT
1	Multiplek 12 mm	3x	Lembar	370.67	728.00	1247.00
2	Meranti 5/7	4x	m ³	9.29	11.81	12.06
3	Kayu 6/12	6x	m ³	4.70	8.96	9.44
4	Kayu 8/16	6x	m ³	4.60	8.80	9.39
5	Bambu (Perancah)	4x	Batang	635.50	1269.00	1156.50
6	Bambu Pengikat	2x	Batang	1543.00	3053.50	3260.50
7	Kayu 5/7 (Siku)	3x	m ³	7.67	14.50	15.29
8	Pasak Multiplek 12 mm	Selamanya	Lembar	9.00	34.00	18.00
9	Bambu Support	4x	Batang	42.00	139.00	142.00
10	Paku	1x	Kg	259.00	660.00	700.00

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Tabel 4. Kebutuhan Material Bekisting Sistem PERI Berdasarkan Lapangan

NO	ITEM	SAT	JUMLAH		
			AUDITORIUM	UKM	DIREKTORAT
1	Multiplek 12 mm	Lembar	371	728	728
2	Beam Waler UZR	Buah	1393	1768	1858
3	PERI GT 24	Buah	400	509	544
4	Segitiga Siku	Buah	2786	3536	3716
5	Perancah (MF)	Buah	594	750	771
6	Cross Brace	Buah	799	1018	1087
7	U-Head	Buah	1271	1692	1732
8	Base Jack	Buah	1271	1692	1732
9	Paku	Kg	259	259	259

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Setelah semua kebutuhan material yang akan digunakan diketahui. Selanjutnya adalah melakukan perhitungan biaya sesuai kebutuhan dari masing-masing gedung. Biaya pengadaan

material bekisting konvensional dan bekisting system PERI dengan asumsi biaya pengadaan material baru. Harga untuk tiap materialnya didapatkan dari wawancara dengan pihak logistik untuk mendapatkan hasil yang sesungguhnya. Jumlah anggaran untuk melakukan pengadaan material bekisting konvensional dan bekisting system PERI dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 berikut :

Tabel 5. Biaya Pengadaan Material Bekisting Konvensional Berdasarkan Harga di Pasaran

NO	ITEM	JUMLAH (Rp)		
		AUDITORIUM	UKM	DIREKTORAT
1	Multiplek 12 mm	68.573.950	134.680.000	230.695.000
2	Meranti 5/7	41.805.000	53.145.000	54.270.000
3	Kayu 6/12	21.150.000	40.320.000	42.480.000
4	Kayu 8/16	20.700.000	39.600.000	42.255.000
5	Bambu (Perancah)	12.710.000	25.380.000	23.130.000
6	Bambu Pengikat	23.145.000	45.802.500	48.907.500
7	Kayu 5/7 (Siku)	30.680.000	58.000.000	61.160.000
8	Pasak Multiplek 12 mm	810.000	3.060.000	1.620.000
9	Bambu Support	840.000	2.780.000	2.840.000
10	Paku	4.662.000	11.880.000	12.600.000
	JUMLAH	225.075.950	414.647.500	519.957.500
	JUMLAH KESELURUHAN	1.159.680.950		

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Tabel 6. Biaya Pengadaan Material Bekisting PERI Berdasarkan Harga di Pasaran

NO	ITEM	JUMLAH (Rp)		
		AUDITORIUM	UKM	DIREKTORAT
1	Multiplek 12 mm	50.085.000	98.280.000	98.280.000
2	Beam Waler UZR	975.100.000	1.237.600.000	1.300.600.000
3	PERI GT 24	240.000.000	305.400.000	326.400.000
4	Segitiga Siku	278.600.000	353.600.000	371.600.000
5	Perancah (MF)	237.600.000	300.000.000	308.400.000
6	Cross Brace	39.950.000	50.900.000	54.350.000
7	U-Head	95.325.000	126.900.000	129.900.000
8	Base Jack	95.325.000	126.900.000	129.900.000

9	Paku	3.367.000	3.367.000	3.367.000
	JUMLAH	2.015.352.000	2.602.947.000	2.722.797.000
	JUMLAH KESELURUHAN	7.341.096.000		

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Analisis kelayakan investasi dilakukan untuk mengetahui suatu pembangunan proyek yang layak dan menguntungkan bagi wilayah sekitarnya. Menurut (Eka Nurus Sakinah dan Nyoman Ditang Pahang, 2021), analisis ini memberikan perbedaan tentang manfaat dan biaya yang dikeluarkan, dimana manfaat (benefit) yang diperoleh semestinya lebih besar dibandingkan dengan biaya (cost) yang dikeluarkan.

Rencana biaya pengadaan material bekisting PERI ini, terdiri atas biaya bahan, upah, penyusutan alat dan biaya langsung serta tidak langsung. keseluruhan biaya pengadaan material untuk 3 gedung sebesar Rp. 7.341.096.000,00. Selanjutnya terdapat biaya operasional dan biaya lain-lain yang terjadi akibat pengadaan tersebut. Biaya pemeliharaan rutin =1%, biaya pemeliharaan berkala 5% dan biaya pajak 11%.

Proses pengadaan material perancah dilakukan saat berjalannya pekerjaan yaitu pada tahun 2022 dan langsung digunakan dalam proses Pembangunan Politeknik Pekerjaan Umum. Diasumsikan bahwa nilai investasi tersebut akan kembali dalam kurun waktu 5 tahun dengan inflasi rata-rata per tahun sebesar 2,84% berdasarkan data dari BPS kota Semarang, biaya pemeliharaan rutin 1% dan pemeliharaan berkala 5%. Biaya pengeluaran akibat pengadaan material bekisting PERI dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengeluaran Biaya Akibat Pengadaan Material

No	Tahun	Pengadaan (Rp)	Pemeliharaan		Total Biaya (Rp)
			Rutin (1%)	Berkala (5%)	
1	2022	7.341.096.000	73.410.960	367.054.800	7.781.561.760
2	2023		73.410.960	367.054.800	440.465.760
3	2024		73.410.960	367.054.800	440.465.760
4	2025		73.410.960	367.054.800	440.465.760
5	2026		73.410.960	367.054.800	440.465.760

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Analisis manfaat adalah gabungan benefit dari adanya pengadaan bekisting system PERI. Perhitungan benefit didapatkan dari Barang yang sudah dibeli diasumsikan akan digunakan keseluruhan untuk pekerjaan konstruksi selama kurun waktu 5 tahun dengan asumsi pertahun disewa sebanyak 8 bulan sesuai dengan pekerjaan struktur dilapangan. Biaya manfaat dari bekisting tersebut dihitung dengan biaya sewa per unitnya. Inflasi juga mempengaruhi harga sewa bekisting. Kenaikan harga bergantung pada tingkat inflasi yang ada berdasarkan data dari BPS kota semarang inflasi yang terjadi sebesar 2,84% sehingga nilai manfaat dari adanya bekisting tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Manfaat Akibat Pengadaan Material

Tahun	Harga Sewa (Rp)	Jumlah Bulan	Nilai Manfaat (Rp)	Keterangan
2022	287.533.000	3	862.599.000	Sewa 1x
2023	295.698.937	8	2.365.591.498	Sewa 2x
2024	304.096.787	8	2.432.774.296	Sewa 2x
2025	312.733.135	8	2.501.865.086	Sewa 2x
2026	321.614.756	8	2.572.918.055	Sewa 2x
2026	1.477.396.000	1	1.477.396.000	Penjualan Investasi

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Setelah nilai manfaat didapatkan selanjutnya dilanjutkan dengan Net Present Value (NPV) adalah nilai sekarang dari manfaat yang akan diterima dimasa depan. NPV digunakan untuk menghitung nilai skarang dari cash inflows dan cash outflows yang diperkirakan dimasa mendatang. Berikut perhitungan NPV dengan asumsi tingkat suku Bunga 9%:

$$\begin{aligned} NPV &= B-C \\ NPV &= 9.064.957.697 - 8.040.849.271 \\ &= 1.024.108.426 \end{aligned}$$

Dimana : B = Nilai Sekarang Total Manfaat
C = Nilai sekarang total biaya

Benefit Cost Ratio (BCR) adalah rasio antara manfaat yang diperoleh dari suatu proyek, dengan biaya yang dikeluarkan proyek tersebut. Dalam perhitungan BCR, masing-masing komponen manfaat dan biaya dijadikan nilai sekarang (Present Value) hal ini untuk mempermudah perhitungan, Tingkat suku bunga yang dipakai 9%.

$$BCR = \frac{PV\ Manfaat}{PV\ Biaya} = \frac{9.064.957.697}{8.040.849.271} = 1,127$$

Nilai BCR didapatkan nilai 1,127 dimana nilai ini lebih dari 1.

Dengan nilai NPV yang lebih besar dari 0 dan nilai BCR yang didapat lebih besar dari 1 maka pengadaan material bekisting PERI dikatakan layak untuk dilakukan investasi.

Analisis perhitungan Internal Rate Of Return diasumsikan dengan nilai I =9%.

$$IRR = i' + \frac{NPV'}{(NPV' - NPV'')} (i'' - i')$$

Dimana : I' = 9%

I'' = 16%

NPV' = Rp 1.024.108.427

NPV'' = Rp -20.846.003

$$IRR = 9\% + \frac{1.024.108.427}{(1.024.108.427 - (-20.846.003))} (16\% - 9\%)$$

IRR = 15,86%

Dari perhitungan IRR diatas dapat disimpulkan bahwa Pengadaan Bekisting Sistem PERI layak secara ekonomi, hal ini disebabkan karena nilai IRR yang didapatkan lebih tinggi daripada nilai yang dipakai dalam evaluasi kajian yaitu sebesar 15,86 %.

Tabel 9. Hasil Analisis Kelayakan Investasi DF 9%

Tahun ke-	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Total Biaya	Manfaat	DF 9%	PV Biaya	PV Manfaat	B-C
	Rp (Juta)	Rp (Juta)	Rp (Juta)	Rp (Juta)		C Rp (juta)	B Rp (juta)	Rp (Juta)
2022	7.341	-	7.341	862	0.917	6.731	791	-5.940
2023		440	440	2.365	0.842	370	1.991	1.620
2024		440	440	2.432	0.772	340	1.878	1.538
2025		440	440	2.501	0.708	311	1.771	1.459
2026		440	440	4.050	0.650	286	2.632	2.364
Total	7.341	1.761	9.102	12.213		8.040	9.064	1.024
							B/C	1.127

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Tabel 10. Hasil Analisis Kelayakan Investasi DF 16%

Tahun ke-	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Total Biaya	Manfaat	DF 9%	PV Biaya	PV Manfaat	B-C
	Rp (Juta)	Rp (Juta)	Rp (Juta)	Rp (Juta)		C Rp (juta)	B Rp (juta)	Rp (Juta)
2022	7.341	-	7.341	862	0.862	6.328	743	-5.584
2023		440	440	2.365	0.743	327	1.757	1.430

2024		440	440	2.432	0.641	282	1.559	1.277
2025		440	440	2.501	0.552	243	1.381	1.137
2026		440	440	4.050	0.476	209	1.927	1.718
Total	7.341	1.761	9.102	10.735		7.390	7.369	-Rp20.846
							B/C	0.9971

Sumber : Hasil Analisis, 2024

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Perbandingan biaya untuk pengadaan bekisting konvensional dan bekisting sistem PERI untuk ke-3 gedung terdapat selisih 6.181.415.050. Bekisting dengan sistem PERI secara pengadaan lebih mahal tetapi untuk biaya pemasangan dan pembongkaran lebih cepat.

- a. Selisih biaya pemasangan bekisting Gedung auditorium Rp 21.020.000 dan selisih biaya pembongkarannya adalah Rp. 11.475.000
- b. Selisih biaya pemasangan bekisting UKM Rp 43.875.000 dan selisih biaya pembongkarannya adalah Rp. 24.300.000
- c. Selisih biaya pemasangan bekisting Gedung Direktorat Rp 47.250.000 dan selisih biaya pembongkarannya adalah Rp 26.325.000

Berdasarkan Hasil Analisis Kelayakan Investasi Bekisting Sistem PERI didapatkan nilai NPV pada diskon factor 9 % adalah 1.024.108.426, BCR yang dihasilkan 1,127, dan Nilai IRR yang dihasilkan 15,86%. Sehingga pengadaan bekisting system PERI layak untuk dilaksanakan, dengan Tingkat keuntungan yang diisyaratkan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing dan pihak yang memberikan bantuan teknis atas kontribusi dan bimbingannya. Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan rekan sejawat yang telah memberikan dukungan moral dan semangat selama proses penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dimasa depan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arfah, C.A.(2019). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pada Pekerjaan Bekisting Metode Konvensional Dengan Sistem PERI. Laporan Skripsi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- Aji, K. (2020). Analisis Perbandingan Biaya Penggunaan Bekisting Konvensional Dan Bekisting Sistem Untuk Pekerjaan Kolom Gedung HSSE PLN Semarang. Laporan Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Aditya dkk. (2020). *Time and cost comparetion analysis of PERI formwork system method with conventional one in puncak kertajaya apartment project. Paper and Presentation of Civil Engineering*. RSS 692.5 Sap a.
- Illona dkk. (2021). Analisa Komparatif Antara Acuan Perancah Semi Sistem Dengan Acuan Perancah Aluminium. *Construction and Material Journal*. Politeknik Negeri Jakarta.
- Rivankar, Himanshu., Akshay Chordiya. (2017). “*Aluminium Formwork Technology.*” on *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, Volume 4, Issue 4.
- Surya, H.P. (2017), Analisis Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional Semi Sistem Dan Sistem PERI Pada Kolom Gedung Bertingkat, Departemen Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang. Vol. 6, 303-313.
- Yusron, A. (2010). Optimalisasi Waktu Dan Biaya Pekerjaan Bekisting Konvensional Dan PERI Melalui Sistem Siklus Pemakaian Dan Sistem Zoning Pada Gedung Bertingkat. Laporan Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia.