

ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME DAN BIAYA ANTARA *SOFTWARE* TEKLA STRUCTURES DENGAN MENERAPKAN METODE *BIM* TERHADAP METODE KONVENSIONAL PADA PROYEK PEMBANGUNANKANTOR BARU PT. TUNAS JAYA SANUR

Ni Luh Ayu Sri Martini¹⁾, Ir. Ida Bagus Putu Bintana, MT²⁾, Fransiska Moi, ST, MT³⁾

¹Jurusan Teknik Sipil Program Studi D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung,Bali
Email: ayusrimartini27@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil Program Studi D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung,Bali
Email: gusbintana@gmail.com

³Jurusan Teknik Sipil Program Studi D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung,Bali
Email: inmoi1909@pnb.ac.id

Abstract

Miscalculation of volume and budget details is one of the obstacles in the world of construction. In the current era, the creation of new technology that can influence the working method of project construction before it is built. The technology in question is 3D-based Building Information Modeling (BIM). The purpose of this research is to apply BIM modeling with Tekla Structures software in 3D modeling as a comparison to conventional methods in terms of volume & cost in the construction project of New Office PT. Tunas Jaya Sanur.

This research was carried out by modeling on Tekla Structures and collecting data in the form of Shop Drawing & RAB obtained from the contractor, the entire modeling process followed the references and details used by the contractor.

Tekla Structures simplifies users in building modeling processes, such as material type, profile shape just by entering data in each parameter. In this research, the ratio obtained in concrete structures was 3% with a cost difference of Rp 49.617.135,25 while the comparison in rebar structures was 5% (kg) and 5% (m²) with a cost difference of Rp 188.400.652,11.

Keywords : *Building Information Modeling, Tekla Structures, Volume, Cost*

Abstrak

Kesalahan perhitungan volume & rincian anggaran biaya merupakan salah satu kendala dalam dunia konstruksi. Pada era saat ini, terciptanya teknologi baru yang dapat memberikan pengaruh pada metode kerja pembangunan proyek sebelum dibangun. Teknologi yang dimaksud yaitu *Building Information Modeling (BIM)* yang berbasis dari 3D. Tujuan penelitian ini yaitu mengaplikasikan pemodelan *BIM* dengan *software* Tekla Structures dalam pemodelan 3D sebagai pembandingan terhadap metode konvensional dari segi volume & biaya pada proyek pembangunan Kantor Baru PT. Tunas Jaya Sanur.

Penelitian ini dilakukan dengan cara pemodelan pada Tekla Structures serta mengumpulkan data berupa *Shop Drawing & RAB* yang didapatkan dari pihak kontraktor, seluruh proses pemodelan mengikuti acuan dan detail yang digunakan oleh pihak kontraktor.

Tekla Structures mempermudah pengguna dalam proses pemodelan bangunan, seperti jenis material, serta bentuk profil hanya dengan cara memasukkan data pada setiap parameter-parameternya. Pada penelitian ini perbandingan yang diperoleh pada struktur beton sebesar 3% dengan selisih biaya Rp 49.617.135,25 sedangkan perbandingan pada struktur pembersian yaitu 5% (kg) dan 5% (m²) dengan selisih biaya Rp 188.400.652,11.

KATA KUNCI : *Building Information Modeling, Tekla Structures, Volume, Biaya*

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang berkaitan dengan pelaksanaan membangun suatu bangunan konstruksi yang dilakukan oleh sekelompok orang untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan dengan waktu dan sumber daya yang terbatas di suatu lokasi tertentu. Pada era revolusi industri saat ini yang ditandai dengan perkembangan pesat dibidang teknologi komputer dimana berbagai macam teknologi telah ditemukan untuk membantu meningkatkan kualitas konstruksi bangunan serta meminimalisir biaya dan waktu. Untuk mewujudkan hal tersebut, diperlukan suatu metode yang tepat serta mencakup seluruh bagian konstruksi mulai dari perencanaan, perancangan, pengadaan, dan pelaksanaan di lapangan.

Dalam bidang konstruksi kita mengenal istilah *BIM* yang merupakan singkatan dari *Building Information Modeling*. Representasi evolusi digital *BIM* dimulai dari model 2D menjadi 3D, hingga model 4D (*scheduling*), model 5D (*estimating*), 6D (*sustainability*), 7D (*facility management applications*), dan 8D (*safety building*) [2]. Salah satu *software* yang mendukung sistem *BIM* yaitu Tekla Structures yang saat ini resmi milik Trimble dan *software* ini dapat diperoleh dengan membuat *license* ataupun *trial* yang diberikan langsung oleh pihak Trimble. *BIM* bisa dijadikan sebagai peluang bagi pebisnis untuk berinvestasi dalam bidang baru yaitu pengolahan sampah. Kehadiran sistem *Building Information Modeling* ini dapat mengoptimalkan perhitungan volume pekerjaan sehingga mendapatkan hasil yang *balance* dengan volume yang terealisasi di lapangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan mengumpulakan dua jenis data yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder terdiri dari Shop Drawing dan RAB proyek, sedangkan data primer merupakan hasil wawancara dengan Quantity Surveyor mengenai metode perhitungan detail pembesian pada RAB proyek. Dalam penelitian ini data yang ada dikumpulkan dengan menggunakan teknik-teknik yang lazim digunakan dalam penelitian deskriptif yaitu dengan observasi langsung ke lokasi proyek pembangunan Kantor Baru PT. Tunas Jaya Sanur kemudian meminta secara langsung dokumen tertulis yang dibutuhkan serta melakukan wawancara dengan pihak proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses mendapatkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini dengan melakukan pemodelan 3D pada *software* Tekla Structures sesuai dengan *shop drawing* yang telah diperoleh dimulai dari meng-*input* ukuran dimensi dan spesifikasi komponen struktural, kemudian memasukkan informasi ke dalam model 3D dengan tahapan sebagai berikut :

1. Membuka *software* Tekla Structures, klik *create new project* pada tampilan awal yang terlihat di *software* Tekla Structures 2023.
2. Melakukan *editing grid default*, menyesuaikan jarak dan tampilan grid pada Tekla

Structures sesuai dengan *shop drawing*.

3. *Create view*, untuk dapat memperoleh view baik dari sumbu x, y, dan z sehingga memudahkan dalam tahap pemodelan.
4. Mulai melakukan pemodelan tiap elemen struktur, yang dimulai dari pemodelan beton dengan menu *concrete*, kemudian pilih beton struktur yang akan dimodelkan.
5. Memasukkan detail pembesian sesuai dengan struktur bangunan dengan diameter yang digunakan. Pemodelan dilakukan dengan menu *Rebar* → *Bar Group*, kemudian lakukan pemodelan pembesian & atur data agar sesuai dengan *shop drawing* dengan cara klik tulangan yang sudah terlihat.
6. Setelah seluruh penulangan dan elemen dibuat, selanjutnya akan dilakukan *clash check* dengan tujuan agar tidak ada komponen baik berupa *concrete element* maupun *rebar* yang saling bertabrakan maupun tumpang tindih melalui menu *Manage* → *Clash Check* → *block* seluruh elemen → *running*.
7. Untuk mendapatkan *output* pada Tekla Structures, *block* seluruh elemen → *Manage* → *Organizer*, kemudian pilih *menu default* pada pojok kiri menu *toolbar*, lalu *ekspor* data yang tersebut ke Microsoft Excel untuk mempermudah dalam pengolahan data.

Setelah melakukan pemodelan dan memperoleh *output* volume pekerjaan struktur dari pemodelan yang dilakukan pada Tekla Structures dilakukan rekapitulasi hasil perbandingan volume antara Tekla Structures terhadap metode konvensional yang dapat dilihat pada Tabel 1 mengenai perbandingan volume untuk pekerjaan beton.

Tabel 1 Perbandingan Volume Pekerjaan Beton

NO	PEKERJAAN STRUKTUR	VOLUME		SATUAN	SELISIH (C) (A-B)	PERSENTASE (C/A)
		KONVENSIONAL (A)	TEKLA STRUCTURES (B)			
1	LANTAI BASEMENT					
	Pekerjaan Beton Pilecap	196,69	184,2	m ³	12,49	6,35%
	Pekerjaan Beton Sloof	80,17	80,1	m ³	0,07	0,09%
	Pekerjaan Beton Kolom	81,47	76,1	m ³	5,37	6,59%
	Pekerjaan Beton Slab	310,21	310,1	m ³	0,11	0,04%
2	LANTAI 1					
	Pekerjaan Beton Balok	123	120,6	m ³	2,4	1,95%
	Pekerjaan Beton Slab	299,04	291,08	m ³	7,96	2,66%
	Pekerjaan Beton Kolom	46,14	41,9	m ³	4,24	9,19%
3	LANTAI 2					
	Pekerjaan Beton Balok	67,36	52,8	m ³	14,56	21,62%
	Pekerjaan Beton Slab	118,59	111,60	m ³	6,99	5,89%
	Pekerjaan Beton Kolom	36,96	36,9	m ³	0,06	0,16%
4	LANTAI 3					
	Pekerjaan Beton Balok	81,78	78,4	m ³	3,38	4,13%
	Pekerjaan Beton Slab	120,75	117,40	m ³	3,35	2,77%
	Pekerjaan Beton Kolom	27,57	29	m ³	-1,43	-5,19%

5	LANTAI 4 TOWER A					
	Pekerjaan Beton Balok	36,93	46,1	m ³	-9,17	-24,83%
	Pekerjaan Beton Slab	82,17	81,00	m ³	1,17	1,42%
	Pekerjaan Beton Kolom	11,22	10,9	m ³	0,32	2,85%
6	ATAP					
	Pekerjaan Beton Ring Balok	17,36	16,6	m ³	0,76	4,38%
TOTAL SUMMARY		1737,41	1684,78		52,63	3%

Berdasarkan Tabel 1 sebelumnya, perbandingan total volume yang diperoleh untuk pekerjaan beton mencapai 3%. Berikut ini hasil perbandingan volume untuk pekerjaan pembesian yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan Volume Pekerjaan Pembesian

NO	PEKERJAAN STRUKTUR	VOLUME		SATUAN	SELISIH(C) (A-B)	PERSENTASE (C/A)
		KONVENSIONAL (A)	TEKLA STRUCTURES (B)			
1	LANTAI BASEMENT					
	Pekerjaan Pembesian Pilecap	29252,5	24002	kg	5250,5	18%
	Pekerjaan Pembesian Sloof	22068,81	22043	kg	25,81	0,1%
	Pekerjaan Pembesian Kolom	20058,63	19525	kg	533,63	3%
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 single layer	4136,07	4065,76	m ²	70,31	2%
2	LANTAI 1					
	Pekerjaan Pembesian Balok	36810,95	38379	kg	-1568,05	-4%
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 double layer	4189,87	4152,526	m ²	37,344	1%
	Pekerjaan Pembesian Kolom	10297,76	8700	kg	1597,76	16%
3	LANTAI 2					
	Pekerjaan Pembesian Balok	19356,41	17300	kg	2056,41	11%
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 double layer	2146,51	1705,96	m ²	440,55	21%
	Pekerjaan Pembesian Kolom	7995,22	6714	kg	1281,22	16%
4	LANTAI 3					
	Pekerjaan Pembesian Balok	23627,1	22680	kg	947,1	4%
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 double layer	2012,48	1884,97	m ²	127,51	6%
	Pekerjaan Pembesian Kolom	6426,7	5530	kg	896,7	14%
5	LANTAI 4					
	Pekerjaan Pembesian Balok	13627,27	15521	kg	-1893,73	-14%
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 double layer	1369,44	1284,87	m ²	84,57	6%
	Pekerjaan Pembesian Kolom	2792,65	2600	kg	192,65	7%
6	ATAP					
	Pekerjaan Pembesian Ring Balok	2572,33	2461	kg	111,33	4%
TOTAL SUMMARY		194886,33	185455	kg	9431,33	5%
		13854,37	13094,08	m²	760,29	5%

Berdasarkan dari Tabel 2 sebelumnya, didapatkan bahwa perbandingan yang diperoleh untuk pekerjaan pembesian sebesar 5% dengan satuan kg serta 5% dengan satuan m². Setelah mendapatkan seluruh perbandingan volume pekerjaan struktur yang terdiri dari pembesian dan beton, selanjutnya dilakukan rekapitulasi selisih biaya pekerjaan struktur antara Tekla Structures terhadap metode konvensional yang dapat dilihat pada Tabel 1.3 mengenai selisih biaya pada pekerjaan beton.

Tabel 3 Selisih Biaya Pekerjaan Beton

NO	PEKERJAAN STRUKTUR	BIAYA		SELISIH(A-B)
		KONVENSIONAL (A)	TEKLA STRUCTURES(B)	
1	LANTAI BASEMENT			
	Pekerjaan Beton Pilecap	Rp181.972.670,75	Rp170.417.235,00	Rp11.555.435,75
	Pekerjaan Beton Sloof	Rp74.171.279,75	Rp74.106.517,50	Rp64.762,25
	Pekerjaan Beton Kolom	Rp75.374.007,25	Rp70.405.817,50	Rp4.968.189,75
	Pekerjaan Beton Slab	Rp286.998.536,75	Rp286.896.767,50	Rp101.769,25
2	LANTAI 1			
	Pekerjaan Beton Balok	Rp113.796.525,00	Rp111.576.105,00	Rp2.220.420,00
	Pekerjaan Beton Slab	Rp276.664.332,00	Rp269.299.939,00	Rp7.364.393,00
	Pekerjaan Beton Kolom	Rp42.687.574,50	Rp38.764.832,50	Rp3.922.742,00
3	LANTAI 2			
	Pekerjaan Beton Balok	Rp62.319.788,00	Rp48.849.240,00	Rp13.470.548,00
	Pekerjaan Beton Slab	Rp109.716.503,25	Rp102.324.355,00	Rp7.392.148,25
	Pekerjaan Beton Kolom	Rp34.194.468,00	Rp34.138.957,50	Rp55.510,50
4	LANTAI 3			
	Pekerjaan Beton Balok	Rp75.660.811,50	Rp72.533.720,00	Rp3.127.091,50
	Pekerjaan Beton Slab	Rp111.714.881,25	Rp108.615.545,00	Rp3.099.336,25
	Pekerjaan Beton Kolom	Rp25.507.074,75	Rp26.830.075,00	-Rp1.323.000,25
5	LANTAI 4 TOWER A			
	Pekerjaan Beton Balok	Rp34.166.712,75	Rp42.650.567,50	-Rp8.483.854,75
	Pekerjaan Beton Slab	Rp76.021.629,75	Rp74.939.175,00	Rp1.082.454,75
	Pekerjaan Beton Kolom	Rp10.380.463,50	Rp10.084.407,50	Rp296.056,00
6	ATAP			
	Pekerjaan Beton Ring Balok	Rp16.061.038,00	Rp15.357.905,00	Rp703.133,00
TOTAL SUMMARY		Rp1.607.408.296,75	Rp1.557.791.161,50	Rp49.617.135,25

Berdasarkan Tabel 3 sebelumnya, selisih total biaya yang diperoleh untuk pekerjaan beton yaitu Rp 49.617.135,25 (Empat Puluh Sembilan Juta Enam Ratus Tujuh Belas Ribu Seratus Tiga Puluh Lima Koma Dua Puluh Lima Rupiah). Hasil selisih biaya untuk pekerjaan pembesian yang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Selisih Biaya Pekerjaan Pembesian

NO	PEKERJAAN STRUKTUR	BIAYA		SELISIH(A-B)
		KONVENSIONAL (A)	TEKLA STRUCTURES (B)	
1	LANTAI BASEMENT			
	Pekerjaan Pembesian Pilecap	Rp398.828.585,00	Rp327.243.268,00	Rp71.585.317,00
	Pekerjaan Pembesian Sloof	Rp300.886.155,54	Rp300.534.262,00	Rp351.893,54
	Pekerjaan Pembesian Kolom	Rp273.659.889,09	Rp266.203.850,00	Rp7.456.039,09
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 single layer	Rp357.960.314,22	Rp351.875.264,96	Rp6.085.049,26
2	LANTAI 1			
	Pekerjaan Pembesian Balok	Rp501.880.492,30	Rp523.259.286,00	-Rp21.378.793,70
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 double layer	Rp362.616.489,02	Rp359.384.515,20	Rp3.231.973,82
	Pekerjaan Pembesian Kolom	Rp140.399.659,84	Rp118.615.800,00	Rp21.783.859,84
3	LANTAI 2			
	Pekerjaan Pembesian Balok	Rp263.905.293,94	Rp235.868.200,00	Rp28.037.093,94
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 double layer	Rp185.771.854,46	Rp147.644.014,16	Rp38.127.840,30
	Pekerjaan Pembesian Kolom	Rp109.006.829,48	Rp91.538.676,00	Rp17.468.153,48
4	LANTAI 3			
	Pekerjaan Pembesian Balok	Rp322.131.881,40	Rp309.219.120,00	Rp12.912.761,40
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 double layer	Rp174.172.094,08	Rp163.136.613,62	Rp11.035.480,46
	Pekerjaan Pembesian Kolom	Rp87.621.627,80	Rp75.396.020,00	Rp12.225.607,80
5	LANTAI 4			
	Pekerjaan Pembesian Balok	Rp185.794.199,18	Rp211.613.314,00	-Rp25.819.114,82
	Pekerjaan Pembesian BRC m-8 double layer	Rp18.670.944,96	Rp17.517.917,58	Rp1.153.027,38
	Pekerjaan Pembesian Kolom	Rp38.074.990,10	Rp35.448.400,00	Rp2.626.590,10
6	ATAP			
	Pekerjaan Pembesian Ring Balok	Rp35.071.147,22	Rp33.553.274,00	Rp1.517.873,22
TOTAL SUMMARY		Rp3.756.452.447,63	Rp3.568.051.795,52	Rp188.400.652,11

Berdasarkan Tabel 4 sebelumnya, selisih total biaya yang diperoleh untuk pekerjaan pembesian yaitu Rp 188.400.652,11 (Seratus Delapan Puluh Delapan Juta Empat Ratus Ribu Enam Ratus Lima Puluh Dua Koma Sebelas Rupiah). Perbandingan perhitungan volume sertaselisih biaya dengan metode *BIM* terhadap metode konvensional berdasarkan studi kasus yang didapatkan bahwa masing-masing pekerjaan memiliki perbedaan selisih perbandingan yang signifikan yang dapat disebabkan karena ketelitian dalam perhitungan volume dari kedua

metode yang diterapkan. Volume yang diperoleh pada tabel sebelumnya, terjadi perbedaan *quantity* per item material, dimana terdapat perbandingan yang minus terutama pada pekerjaan balok dan sloof hal ini terjadi dikarenakan adanya perubahan gambar kerja yang terjadi pada struktur balok sehingga terjadi perbedaan antara RAB dan *Shop Drawing*.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data, dapat disimpulkan bahwa perbandingan volume pada pekerjaan struktur yang diperoleh menggunakan *software* Tekla Structures terhadap metode konvensional secara garis besar volume konvensional lebih banyak dibandingkan dengan volume pada *software* Tekla Structures. Perbandingan volume yang diperoleh pada pekerjaan beton mencapai 3% dengan selisih biaya Rp 49.617.135,25 (Empat Puluh Sembilan Juta Enam Ratus Tujuh Belas Ribu Seratus Tiga Puluh Lima Koma Dua Puluh Lima Rupiah), sedangkan perbandingan volume pada pekerjaan pembersihan mencapai 5% dengan satuan kg & 5% dengan satuan m² dan mencapai selisih biaya sebanyak Rp 188.400.652,11 (Seratus Delapan Puluh Delapan Juta Empat Ratus Ribu Enam Ratus Lima Puluh Dua Koma Sebelas Rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

I Putu Gede Bagus Luhur Swambhara Sthanu, "ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME PEKERJAAN STRUKTUR MENGGUNAKAN TEKLA STRUCTURES DENGAN METODE," 2022.

I. A. Baskoro, "Penerapan Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Tekla Structures," *Student Res. Binus Univ.*, pp. 8–10, 2019.

D. Kamelia, "Pengelolaan Proyek Konstruksi," pp. 5–31, 2019.

Y. Erick, "Jenis Jenis Proyek Konstruksi: Pengertian dan Contohnya." <https://stellamariscollege.org/jenis-proyek-konstruksi/> (accessed Jul. 24, 2023).

R. Pahlevi, "10 Jenis Proyek Konstruksi: Contoh dan Pengertian." <https://nibiobank.org/jenis-proyek-konstruksi/> (accessed Jul. 24, 2023).

buGuruku, "Jenis-jenis Proyek Konstruksi." <https://buguruku.com/jenis-jenis-proyek-konstruksi/> (accessed Jul. 24, 2023).

B. S. Nasional, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung," 2012, Accessed: Jul. 24, 2023. [Online]. Available: www.bsn.go.id

"Pondasi Tapak, Jenis, Fungsi, dan Keunggulan yang Harus Anda Ketahui." <https://www.rumah.com/panduan-properti/pondasi-tapak-41037> (accessed Jul. 24, 2023).

Y. Erick, "Pengertian Pondasi Menerus: Kegunaan, Kelebihan, Perhitungan." <https://stellamariscollege.org/pondasi-menerus/> (accessed Jul. 24, 2023).

D. Lumy, "Tinjauan pondasi rakit dan metode pelaksanaan pada pembangunan gedung sekolah dian harapan manado," *Tugas Akhir Poltek Negrei Manad.*, 2016.

"Pondasi Dalam, Pengertian dan 3 Jenisnya." <https://www.kobrapostonline.com/pondasi->

dalam/ (accessed Jul. 24, 2023).

Kalisa, “Sloof: Pengertian, Fungsi, dan Cara Menghitung Strukturnya | Mustika Land.” <https://www.mustikaland.co.id/news/sloof-pengertian-fungsi-dan-cara-menghitung-strukturnya/> (accessed Jul. 24, 2023).

Aska, “Pengertian Kolom dan Jenis-jenis Kolom pada Bangunan - Arsitur Studio.” <https://www.arsitur.com/2017/10/pengertian-kolom-dan-jenis-jenis-kolom.html> (accessed Jul. 24, 2023).

A. S. Saptari, “Analisis Perbandingan Kinerja Bangunan Gedung Bertingkat Kolom Persegi Dengan Kolom Bulat Berdasarkan Metode Fema 356,” *ITENAS Libr.*, pp. 5–31, 2020, [Online]. Available: <http://eprints.itenas.ac.id/1043/>

“Balok - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas.” <https://id.wikipedia.org/wiki/Balok> (accessed Jul. 24, 2023).

Z. Consulting, “JENIS-JENIS BALOK DI DALAM MANAJEMEN PROYEK.” <https://id.linkedin.com/pulse/jenis-jenis-balok-di-dalam-manajemen-proyek-pelatihan- teknik-sipil-1c> (accessed Jul. 24, 2023).

“Pengertian Ring Balk dan Cara Pasangnya Agar Bangunan Lebih Kokoh | Pengadaan (Eprocurement).” <https://www.pengadaan.web.id/2020/05/pengertian-ring-balk-dan-cara-pasangnya.html> (accessed Jul. 24, 2023).

NADIA DIANDRA, “Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pada Pekerjaan Pelat Lantai Konvensional Dan Bondek,” *Sifonoforos*, vol. 1, no. August 2015, p. 2019, 2019.

Ahadi, “Kelebihan dan kekurangan beton sebagai material bangunan.” <https://www.ilmusipil.com/kelebihan-dan-kekurangan-beton-sebagai-material-bangunan> (accessed Jul. 24, 2023).

“Kelebihan dan Kekurangan Beton Sebagai Material Pada Konstruksi Bangunan - Arafuru.” <https://arafuru.com/m/material/kelebihan-dan-kekurangan-beton-dalam-bangunan.html> (accessed Jul. 24, 2023).

“Standarisasi - BBSPJIT.” <https://bbt.kemenperin.go.id/layanan/standarisasi> (accessed Jul. 24, 2023).