

## ANALISIS REKAYASA NILAI (*VALUE ENGINEERING*) PEKERJAAN STRUKTUR KOLOM DAN BALOK PADA PROYEK RUMAH TINGGAL 2 LANTAI SUKOREJO PASURUAN

Fikri Nur Syarifudin<sup>1</sup>, Sucipto<sup>2</sup>,  
Prodi Teknik Sipil Universitas Yudharta Pasuruan<sup>1,2</sup>,  
E-Mail: [sucipto@yudharta.ac.id](mailto:sucipto@yudharta.ac.id)<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi biaya struktur kolom dan balok pada proyek pembangunan Rumah Tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan melalui penerapan metode Value Engineering (VE). Latar belakang penelitian ini berangkat dari tingginya biaya komponen struktural seperti kolom K1 (30×30 cm), dan balok B1 (25×50 cm) serta B2 (20×40 cm) yang berkontribusi signifikan terhadap total anggaran proyek. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan fokus pada evaluasi teknis dan ekonomis melalui analisis alternatif desain. Data primer diperoleh dari dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB), gambar kerja, dan observasi lapangan, sedangkan data sekunder berasal dari SNI, literatur ilmiah, dan analisis harga satuan pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan VE dengan mengubah dimensi balok B1 (20×40 cm) dan B2 (15×30 cm) serta mengganti beberapa kolom K1 menjadi kolo K2 (15x30 cm), mampu menurunkan biaya sebesar Rp. 140.572.000,00 atau sekitar 67% dari anggaran awal Rp. 426.926.000,00. Analisis dengan SAP2000 memastikan bahwa perubahan desain tidak mengurangi kekuatan dan keamanan struktur. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa VE efektif dalam memberikan solusi teknis yang ekonomis tanpa mengorbankan mutu. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan struktural bangunan, khususnya untuk efisiensi biaya pada proyek dengan elemen struktur berbiaya tinggi.

**Kata Kunci:** *Value engineering*, Efisiensi biaya, Kolom, Balok, SAP2000.

### PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan proyek Pembangunan Rumah Tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan, ditemukan permasalahan berupa tingginya biaya pada komponen struktur, khususnya kolom dan balok, yang menjadi bagian dengan proporsi anggaran terbesar. Struktur yang direncanakan meliputi Kolom K1 (30×30 cm), Balok B1 (25×50 cm), dan Balok B2 (20×40 cm) dengan mutu beton K-300. Total biaya untuk pekerjaan kolom dan balok mencapai Rp426.926.000,00 terdiri dari Kolom K1 lantai 1 dan 2 sebesar Rp.165.481.859,5, Kolom K3 lantai 1 dan 2 sebesar Rp. 36.057.626,22, Balok B1 lantai 1 sebesar

Rp. 120.022.144,56, serta Balok B2 lantai 1 dan 2 sebesar Rp 225.386.717,48.

Biaya yang tinggi pada elemen struktur ini sejalan dengan temuan (Juansyah et al., 2017) yang menyatakan bahwa pekerjaan struktur seringkali menyumbang porsi biaya terbesar dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB). Oleh karena itu, diperlukan upaya optimalisasi biaya tanpa mengurangi kualitas dan fungsi bangunan melalui pendekatan *Value Engineering* (VE). VE adalah metode analisis sistematis untuk mengevaluasi dan mencari alternatif desain yang lebih ekonomis namun tetap memenuhi standar teknis, keamanan, dan fungsi utama bangunan (Rumintang et al., 2008).

Proyek pembangunan ruang kelas ini memiliki nilai kontrak sebesar Rp 1.351.481.480,43 dengan fungsi utama sebagai rumah tempat tinggal di daerah Sukorejo Pasuruan. Berdasarkan analisis awal, pekerjaan balok dan kolom menempati biaya tertinggi pada struktur atas, sehingga penelitian ini difokuskan pada penerapan VE untuk merancang alternatif dimensi penampang dan volume beton yang lebih efisien.

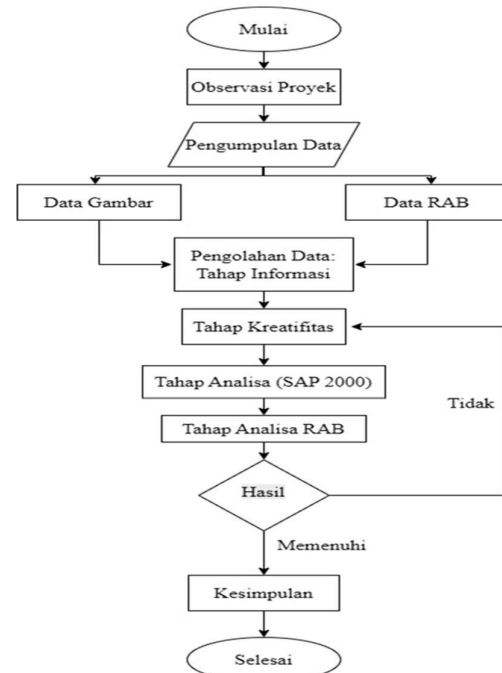
Melalui penerapan VE, penelitian ini bertujuan untuk menekan biaya konstruksi hingga lebih ekonomis tanpa mengurangi kekuatan, keamanan, dan kualitas bangunan. Alternatif desain diharapkan mampu memberikan penghematan biaya dengan tetap sesuai perhitungan teknis berbasis analisis SAP2000. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengendalian biaya struktur dan penerapan VE pada proyek konstruksi dengan komponen biaya tinggi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa nilai (*Value Engineering*) dengan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis efisiensi teknis dan ekonomis pada struktur kolom dan balok. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB), gambar kerja struktur, hasil observasi lapangan, serta wawancara dengan perencana dan pelaksana proyek. Data sekunder diperoleh dari (Badan Standardisasi Nasional, 2019), (Badan Standardisasi Nasional, 2020), Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), literatur ilmiah, jurnal, dan referensi teknis lainnya. Data tersebut diolah melalui tahapan *Value Engineering*, yaitu tahap informasi untuk mengidentifikasi item pekerjaan dengan biaya tinggi, tahap

kreatif untuk menghasilkan alternatif desain kolom dan balok yang lebih ekonomis, tahap analisa untuk mengevaluasi kelayakan teknis dan ekonomis menggunakan perangkat lunak SAP2000, serta tahap rekomendasi untuk menentukan alternatif terbaik yang mampu memberikan penghematan biaya tanpa mengurangi kekuatan dan keselamatan struktur bangunan.

## Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian (Mohammad Ilham Ramadhan, 2025)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Informasi

Proyek yang dianalisis adalah pembangunan ruang kelas skadron 4 di lanud abdulrachman saleh Malang, dengan total biaya Rp 1.351.481.480,43 dan dimensi bangunan 10 × 25 m. Fokus penelitian adalah elemen struktur kolom dan balok, karena komponen ini menyerap biaya beton dan tulangan terbesar.

Detail dimensi kolom dan balok awal:

1. Kolom K1: 30 × 30 cm (8D16, sengkang Ø10-150 mm), 22 pada lantai 1 dan 21 pada lantai 2.
2. Balok B1: 25 × 50 cm (10D16, sengkang Ø10-150 mm), panjang

210m pada lantai 1 dan tidak ada pada lantai 2.

3. Balok B2: 20 × 40 cm (8D16, sengkang Ø10-150 mm), 100,80m pada lantai 1 dan 2.

Rencana anggaran biaya awal:

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya Awal

N O	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	2	3	4	5	6
<b>Pekerjaan Struktur Kolom Lantai 1</b>					
1	Pekerjaan Kolom K1 30x30 cm	7,01	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.59.573.469,42
2			m3		Rp -
3	Pekerjaan Kolom KP 15x15cm	2,21	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.18.812.674,55
<b>Pekerjaan Struktur Kolom Lantai 2</b>					
4	Pekerjaan Kolom K1 30x30 cm	12,46	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.105.908.390,08
5			m3		Rp -
6	Pekerjaan Kolom KP 15x15cm	2,03	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.17.244.951,67
<b>Pekerjaan Struktur Balok Lantai 1</b>					
4	Pekerjaan Balok B1 25x50 cm	14,13	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.120.022.144,56
5	Pekerjaan Balok B2 20x40 cm	1,68	m3	Rp.8.497.142,98	Rp.14.275.200,20
<b>Pekerjaan Struktur Balok Lantai 2</b>					
4	Pekerjaan Balok B1 25x50 cm	0,00	m3	Rp.8.497.142,98	Rp -
5	Pekerjaan Balok B2 20x40 cm	10,72	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 91.089.372,72
				<b>JUMLAH TOTAL</b>	<b>Rp 426.926.203,21</b>
				Dibulatkan	<b>Rp 426.926.000,00</b>

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

### Tahap Kreatif

Berdasarkan analisis awal, dimensi beberapa elemen menunjukkan overdesign. Alternatif desain diusulkan untuk mengurangi volume beton, dengan tulangan tetap dipertahankan:

1. Kolom K1: 30×30cm diubah ke Kolom K2 15x30cm sebanyak 5 unit di lantai 1 dan 8 unit lantai 2
2. Balok B1: 25×50cm → 20x40cm, panjang balok tetap sama.
3. Balok B2: 20×40cm → 15x30cm, Panjang balok tetap sama

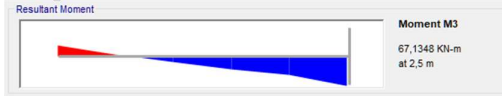
### Tahap Analisa SAP2000

Evaluasi struktur dilakukan dengan SAP2000 menggunakan kombinasi beban sesuai SNI 1727:2020.

Hasil menunjukkan semua elemen aman terhadap momen, aksial, dan geser.

Hasil Analisis Utama:

1. Momen maksimum: 67,1348 KNm pada B1



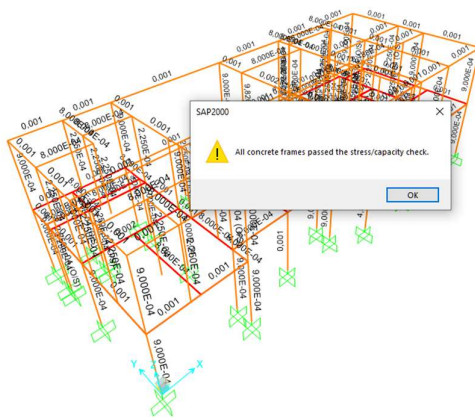
Tabel 2 *Element Forces Frames*.

Station	Output Case	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Mm	Text	Text	N	N	N	N-mm	N-mm	N-mm
3500	COMB1	Combination	0	123391,29	1,99E-14	95981841,64	2,159E-09	85529140,89

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025) Tabel 2 menunjukkan nilai-nilai maksimum *element forces frame* yang diperoleh dari analisis SAP2000.

#### Cek Desain dan Analisa Struktur

Setelah pemodelan struktur dan aplikasi beban selesai, diperoleh besaran gaya-gaya dalam yang bekerja. Tahap selanjutnya adalah verifikasi desain secara menyeluruh untuk memastikan kapabilitas struktur dalam menahan seluruh beban rencana yang bekerja.



Gambar 4 Hasil Desain Struktur (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

Gambar 2 Moment Maksimum M3 (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

2. Gaya aksial maksimum: -224,337 KN pada K1



Gambar 3 Axial Maksimum (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

Tabel Hasil SAP2000

Hasil analisis terhadap desain struktur menunjukkan bahwa seluruh elemen rangka beton telah memenuhi kriteria kekuatan dan kapasitas. Hal ini diverifikasi melalui keluaran analisis yang menyatakan *All concrete frames passed the stress/capacity check*.

#### Tahap Rekomendasi RAB

Tahap ini menyajikan rekomendasi akhir dari desain Value Engineering. Hasil perhitungan menunjukkan pengurangan volume beton dan biaya yang signifikan.

Menentukan ukuran volume terbaru.

Kolom Volume kolom dihitung dengan persamaan:

$$V = A \times h \times n$$

Dimana:

V = Volume

A = Luas penampang kolom

h = Tinggi kolom

n = Jumlah kolom

Kolom K1 (30 × 30 cm) Lantai 1

$V = A \times h \times n$

$V = (0,35 \times 0,35\text{m}) \times 4,1\text{m} \times 14$

$V = 5,17m^3$   
 Kolom K1 (30 × 30 cm) Lantai 2  
 $V = A \times h \times n$   
 $V = (0,30 \times 0,30m) \times 4,1m \times 11$   
 $V = 4,74m^3$   
 Kolom K2 (15 × 30 cm) Lantai 1  
 $V = A \times h \times n$   
 $V = (0,15 \times 0,30m) \times 4,1m \times 5$   
 $V = 0,92m^3$   
 Kolom K2 (15 × 30 cm) Lantai 2  
 $V = A \times h \times n$   
 $V = (0,15 \times 0,3m) \times 4,1m \times 8$   
 $V = 1,48m^3$   
 Balok  
 Volume balok dihitung dengan persamaan:

$$V = L \times b \times h$$

Dimana:

Tabel 3 Rekapitulasi Volume Rencana dan Volume VE

No	Elemen	Dimensi Rencana (cm)	Volume Rencana (m <sup>3</sup> )	Dimensi VE (cm)	Volume VE (m <sup>3</sup> )	Selisih
1	Kolom K1 lantai 1 dan 2	30 x 30 cm	19,48	30 x 30 cm	9,90	9,58
2	Kolom K2 lantai 1 dan 2	-	-	15 x 30 cm	2,40	-
3	Balok B1 lantai 1 dan 2	25 x 50 cm	15,81	20 x 40 cm	9,04	6,77
4	Balok B2 lantai 1 dan 2	20 x 40 cm	12,4	15 x 30 cm	6,98	5,42
Total (m <sup>3</sup> )			46,0		28,3	7,2
Persentase Penghematan				37%		

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

Persentase penghematan = Selisih / Total Volume Rencana x 100%  
 $= 7,2/46,0 \times 100\%$   
 $= 38\%$

Menentukan Rencana Anggaran

Biaya VE

$$\text{Biaya VE} = \sum (\text{Volume VE} \times \text{Harga Satuan})$$

Kolom K1 Lantai 1 (30 x 30cm)

$= 5,17m^3 \times Rp 8.497.142,98.$

$= Rp 43.896.240,62$

Kolom K1 Lantai 2 (35 x 35cm)

$= 4,74m^3 \times Rp 8.497.142,98.$

$= Rp 40.238.220,57$

Kolom K2 Lantai 1 (15 x 30cm)

$= 0,92m^3 \times Rp 8.497.142,98.$

Tabel 4 Rencana Anggaran Biaya VE

V = Volume

L = Panjang total bentangan balok

b = Lebar balok

h = Tinggi balok

Kolom B1 (20 × 34 cm) Lantai 1

$V = L \times b \times h$

$V = 113m \times 0,20m \times 0,40m$

$V = 9,04m^3$

Kolom B2 (15 × 30 cm) Lantai 1

$V = L \times b \times h$

$V = 113m \times 0,2 m \times 0,3m$

$V = 4,54m^3$

Kolom B1 (20 × 35 cm) Lantai 2

Tidak terdapat balok B1 pada lantai 2.

Kolom B2 (15 × 30 cm) Lantai 2

$V = L \times b \times h$

$V = 113m \times 0,15 m \times 0,30m$

$V = 6,03m^3$

$= Rp 7.838.614,40.$

Kolom K2 Lantai 2 (15 x 30cm)

$= 1,48m^3 \times Rp 8.497.142,98.$

$= Rp12.541.783,04.$

Balok B1 Lantai 1 (20 x 40cm)

$= 9,04m^3 \times 8.497.142,98.$

$= Rp 76.814.17,52$

Balok B2 Lantai 1 (15 x 30cm)

$= 0,95m^3 \times Rp 8.497.142,98.$

$= Rp8.029.800,11$

Balok B1 Lantai 2 (20 x 40cm)

Tidak ada balok B1 pada lantai 2.

Balok B2 Lantai 2 (15 x 30cm)

$= 6,03m^3 \times Rp 8.497.142,98.$

$= Rp 51.237.772,16.$

No	URAIAN	VOL	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>PEKERJAAN</b>					
<b>Pekerjaan Struktur Kolom Lantai 1</b>					
1	Pek K1 30x30 cm	5,17	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 43.896.340,62
2	Pek K2 15x30 cm	0,92	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 7.838.614,40
3	Pek KP 15x15cm	2,21	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 18.812.674,55
<b>Pekerjaan Struktur Kolom Lantai 2</b>					
4	Pek K1 30x30 cm	4,74	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 40.238.220,57
5	Pek K2 15x30 cm	1,48	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 12.541.783,04
6	Pek KP 15x15cm	2,03	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 17.244.951,67
<b>Pekerjaan Struktur Balok Lantai 1</b>					
7	Pek B1 20x40 cm	9,04	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 76.814.172,52
8	Pek B2 15x30 cm	0,95	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 8.029.800,11
<b>Pekerjaan Struktur Balok Lantai 2</b>					
9	Pek B1 20x40 cm	0,00	m3	Rp 8.497.142,98	Rp -
10	Pek B2 15x30 cm	6,03	m3	Rp 8.497.142,98	Rp 51.237.772,16
<b>JUMLAH TOTAL</b>					<b>Rp 140.572.484,86</b>
Dibulatkan					<b>Rp 140.572.000,00</b>

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

Maka dapat disimpulkan pada tabel 4 jumlah total rencana anggaran biaya (RAB) yang didapat setelah *value engineering* adalah Rp 140.572.000,00.

Hasil Perbandingan Rencana dan *Value Engineering*

Setelah dilakukan penerapan Value Engineering (VE) pada pekerjaan struktur kolom dan balok proyek rumah tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan, dilakukan analisis perbandingan antara Rencana Anggaran Biaya (RAB) awal

Tabel 5 Perbandingan RAB Rencana dan RAB VE

dengan RAB hasil VE untuk menentukan persentase penghematan biaya.

Persentase penghematan biaya dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{Penghematan} = (\text{Total Harga RAB Rencana} - \text{Total RAB VE}) / \text{Total Harga RAB Rencana} \times 100\%$$

Berikut tabel rekapitulasi perbandingan RAB rencana dan RAB ve.

No	Elemen	RAB Rencana (Rp)	RAB VE (Rp)	Selisih (Rp)	Penghematan (%)
1	Kolom K1	Rp 165.481.859,5	Rp 84.134.470,19	Rp 81.347.389,31	
2	Kolom K2	-	Rp 20.380.397,44	-	
3	Kolom Kp	Rp 36.057.626,22	Rp 36.057.626,22	-	
4	Balok B1	Rp 120.002.144,56	Rp 76.814.172,52	Rp 43.187.972,04	
5	Balok B2	Rp 105.364.572,92	Rp 59.267.572,27	Rp 46.097.000,65	
Total		Rp 426.926.203,21	Rp 140.572.000,00	Rp 286.354.000,00	67%

Hasil Analisis (Fikri Nur Syarifudin, 2025)

Dari Tabel 5 Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan Value Engineering pada pekerjaan struktur kolom dan balok berhasil menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 140.572.000,00, atau 67% dari total biaya awal sebesar Rp426.926.203,21

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada proyek rumah tinggal 2 lantai Sukorejo Pasuruan, penelitian ini berhasil dilaksanakan sesuai dengan diagram alir penelitian. Penerapan *Value Engineering* dilakukan melalui optimasi dimensi dan jumlah penampang struktur, khususnya pada elemen kolom dan balok. Kolom tipe K1 yang semula berukuran 30 cm × 30 cm sebanyak 38 buah, kami ganti 13 unit kolomnya menjadi kolom K2 berukuran 15x30cm. Selain itu, perubahan juga dilakukan pada dimensi balok, di mana balok B1 semula berukuran 25 cm × 50 cm diubah menjadi 20 cm × 40 cm, dan balok B2 yang semula 20 cm × 40 cm diubah menjadi 15 cm × 30 cm.

Hasil penerapan Value Engineering tersebut mampu memberikan penghematan biaya yang signifikan, yaitu sebesar Rp 286.354.000,00 atau setara dengan 67% dari total biaya awal sebesar Rp 426.926.000,00, sehingga total biaya konstruksi berkurang menjadi Rp 140.572.000,00. Analisis kekuatan struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000 juga menunjukkan bahwa rancangan dimensi alternatif kolom dan balok memenuhi syarat kekuatan (*stress/capacity check*) dan dinyatakan aman untuk digunakan. Dengan demikian, desain alternatif yang dihasilkan dari Value Engineering layak direkomendasikan sebagai pengganti desain awal karena mampu

mengoptimalkan biaya tanpa mengurangi kualitas dan keandalan struktur.

### Saran

Berdasarkan hasil analisis, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diajukan pada tahap pelaksanaan proyek untuk meningkatkan efisiensi tanpa mengorbankan kualitas maupun keamanan struktur. Pertama, disarankan penggunaan desain alternatif dengan merekomendasikan dimensi penampang baru pada Balok B1 (20x35 cm), dan B2 (15x30 cm), serta mengganti 13 kolom K1 (30x30cm) menjadi K2(15x30cm) Perubahan dimensi ini terbukti mampu mengurangi penggunaan material secara signifikan tanpa menurunkan mutu serta keamanan struktur. Kedua, optimalisasi penggunaan material perlu dilakukan, khususnya dengan penurunan dimensi atau volume beton agar biaya konstruksi dapat ditekan. Meskipun pembesian tidak mengalami perubahan, perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap perhitungan pembesian untuk menemukan potensi efisiensi tambahan. Hal ini diharapkan mampu mengurangi biaya sekaligus mempercepat waktu pelaksanaan proyek. Ketiga, pengendalian mutu pelaksanaan harus diperketat meskipun efisiensi penampang telah diterapkan, sehingga pekerjaan di lapangan tetap sesuai dengan gambar kerja revisi dan perhitungan teknis yang telah ditetapkan. Dengan penerapan rekomendasi ini, diharapkan proses pembangunan dapat berlangsung lebih efisien dari segi biaya tanpa mengabaikan standar kekuatan, keamanan, serta fungsionalitas bangunan.

### DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.

- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. *Sni 1727-2020*, 196. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Juansyah, Y., Oktarina, D., & Zulfiqar, M. (2017). Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Bangunan Menggunakan Metode SNI dan BOW. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains*, 1(1), 1–3.
- Kartika, D. (2011). Penerapan Value Engineering pada Proyek Pembangunan Puskesmas di Blitar. *Spectra*, 9(17), 48–57. <http://eprints.itn.ac.id/2904/>
- Limbongan, S., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2016). Gedung Bertingkat. *Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih Pada Gedung Bertingkat*, 4(8), 499–508.
- Mahyuddin. (2020). Analisa Rekayasa Nilai (Value Engineer) Pada Konstruksi Bangunan Rumah Dinas Puskesmas Karang Jati Balikpapan Value Engineer Analysis in House Building Construction in Puskesmas. *Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta*, 5(1), 1–8.
- Nasikhin, M. K. (2023). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Kolom Pada Proyek Pembangunan Passenger Terminal Building Bandara Internasional Doho Kediri. *Jurnal Vokasi Teknik Sipil*, 1(3), 117–123.
- Nuh, S. A. K. (2016). *Tinjauan Kekuatan Struktur Kolom, Balok, Dan Pelat Pada Proyek Pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin Di Paal 4 Manado*. 1, 1–36.
- Pontoh, M. M., Tarore, H., Mandagi, R. J. M., & Malingkas, G. Y. (2013). Aplikasi Rekayasa Nilai Pada Proyek Konstruksi Perumahan (Studi Kasus Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado Pt. Wika Realty). *Jurnal Sipil Statik*, 1(5), 328–334. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/1403>
- Rumintang, A., Sipil, J. T., Veteran, U. P. N., & Timur, J. (2008). Analisa Rekayasa Nilai Pekerjaan Struktur Gedung Teknik Informatika U P N “ Veteran ” Jatim. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 2, 16.
- Simatupang, P. H., Sir, T. M. W., & Wadu, V. A. (2020). Integrasi Program Tekla Structures Dan Sap2000 Dalam Perencanaan Gedung Beton Struktural. *Jurnal Teknik Sipil*, IX(1), 67–80.