

***Value Engineering* Sistem Struktur Bangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina**

**Rahmat Akbar Handayani¹, Muh. Syahriadin Sahir², Amrinsyah Nasution³,
Hanafi Ashad⁴, Toni Utina⁵**

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
¹rahmt.akbar31@gmail.com; ²muhadin016@gmail.com; ³amrinsyah.nasution@gmail.com;
⁴hanafi.ashad@umi.ac.id; ⁵t_utina@yahoo.co.id

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi proses pekerjaan dilakukan secara bertahap mulai dari pra-rencana, perencanaan hingga pelaksanaan dengan harapan diperoleh hasil yang optimal. Oleh karena itu perlu adanya teknik manajemen yang dapat digunakan untuk menghasilkan suatu pekerjaan yang dapat mengurangi biaya tanpa mengurangi kualitas pekerjaan. Untuk itu dilakukan studi *value engineering* pada gedung Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina untuk mengetahui alternatif komponen struktur yang dapat menghasilkan nilai optimal. Objek penelitian tersebut akan dianalisis dengan menerapkan proses *value engineering* untuk mencari struktur alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti desain struktur eksisting. Sehingga dengan penerapan metode tersebut diperoleh alternatif dengan modifikasi pada penulangan penampang yang dapat memberikan penghematan hingga 11,38% untuk elemen struktur balok dan kolom. Dengan kontrol tingkat kinerja berdasarkan *pushover analysis* diperoleh perpindahan atap sebesar 0,151 m baik pada struktur eksisting maupun pada struktur alternatif, dimana keduanya masih berada pada tingkat *immediate occupancy* sehingga dapat diasumsikan memiliki fungsi yang sama. Dimana biaya yang dibutuhkan untuk struktur eksisting mencapai Rp. 10,444,076,368.95 sementara untuk struktur alternatif biaya yang dibutuhkan hanya mencapai Rp. 9,255,714,884.45.

Kata Kunci: *value engineering*, biaya, *pushover analysis*.

ABSTRACT

In the implementation of construction projects, the work process is carried out in stages starting from pre-planning, planning to implementation in the hope of obtaining optimal results. Therefore, there is a need for management techniques that can be used to produce a job that can reduce costs without reducing the quality of work. For this reason, a value engineering study was carried out on the Ibnu Sina Teaching Hospital building to find out alternative structural components that could produce optimal values. The object of this research will be analyzed by applying a value engineering process to find alternative structures that can be used as a substitute for the existing structure design. Thus, by applying this method, an alternative with modifications to the cross-sectional reinforcement can be obtained which can provide savings of up to 11.38% for beam and column structural elements. By controlling the level of performance based on pushover analysis, the roof displacement is 0.151 m both in the existing structure and in the alternative structure, both of which are still at the immediate occupancy level so it can be assumed to have the same function. Where the cost required for the existing structure reaches Rp. 10,444,076,368.95 while for the alternative structure the required cost only reaches Rp. 9,255,714,884.45.

Keywords: value engineering, cost, pushover analysis

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi proses pekerjaan dilakukan secara bertahap mulai dari pra-rencana, perencanaan hingga pelaksanaan. Untuk memperoleh hasil yang optimal pada tiap-tiap tahapan tersebut maka berbagai disiplin ilmu yang terkait mesti diatur oleh suatu unsur yakni unsur manajemen.

Salah satu teknik manajemen dalam perencanaan yang berkembang pesat adalah *value engineering* (rekayasa nilai) yang merupakan pendekatan sistematis serta usaha terarah untuk analisis fungsi dan biaya terhadap suatu pekerjaan proyek agar memperoleh biaya yang optimal, dengan batasan fungsional dan mutu pekerjaan (Firda & Saputra, 2018). Dengan memanfaatkan *value engineering* dapat dilakukan penghematan dari seluruh total biaya proyek (Pramesti et al., 2022).

Dalam studi ini, objek yang dikaji adalah gedung Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina pada tahap perencanaan. Dengan penggunaan *value engineering* terhadap objek kajian, maka diharapkan dicapai penghematan biaya yang optimal bahkan dapat diperoleh konsep perencanaan yang lebih baik.

Penelitian dengan objek dan metode yang sama, sebelumnya telah beberapa kali dilakukan di lokasi lain. Seperti pada Rumah Sakit Sumatera Barat (Yanto et al., 2019), bangunan di Kota Palu (Zain, 2018), dan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kertosono (Kadarusman, 2017).

Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana alternatif komponen struktur yang dapat memberikan nilai optimum dengan kontrol tingkat kinerja menggunakan *pushover analysis*?

2. Bagaimana perbandingan biaya struktur eksisting terhadap struktur alternatif?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui alternatif komponen struktur yang dapat memberikan nilai optimum dengan kontrol tingkat kinerja menggunakan *pushover analysis*?
2. Untuk mengetahui perbandingan biaya struktur eksisting terhadap struktur alternatif?

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahap Informasi

Merupakan tahap pengumpulan informasi-informasi yang akan menunjang proses *value engineering*. Informasi tersebut berupa data kajian studi literatur yang relevan dengan topik penelitian dan juga data objek penelitian berupa gambar desain rencana, rencana anggaran biaya, dan daftar harga material.

2.2 Tahap Kreatif

Merupakan tahap pengumpulan alternatif-alternatif sebagai pengganti desain asli dengan menggunakan teknik *brainstorming*. Tahapan yang dilakukan adalah:

1. Menganalisa komponen dan item pekerjaan yang berfungsi sekunder yang memungkinkan untuk dapat dihilangkan.
2. Menganalisa komponen dan item pekerjaan yang berfungsi primer dan menggantinya dengan alternatif yang memungkinkan.
3. Mengganti desain lama dengan desain baru dengan batasan analisa dalam struktur.
4. Mengumpulkan hasil kerja dari poin di atas dan melakukan pembobotan untuk setiap alternatif.
5. Memilih beberapa alternatif yang memiliki bobot tertinggi untuk kemudian diterapkan pada tahap selanjutnya.

2.3 Tahap Analisis

Merupakan tahap dalam memilih alternatif terbaik dari seluruh alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatif.

2.3.1 Analisa Pemilihan Alternatif

Tahapan dalam pemilihan alternatif adalah:

- a. Menentukan kriteria serta standar minimum yang harus dipenuhi oleh objek penelitian
- b. Melakukan analisis untuk setiap alternatif sesuai kriteria yang harus dipenuhi.
- c. Menentukan bobot tiap alternatif sesuai dengan kriteria yang harus dipenuhi.
- d. Melakukan pembobotan sehingga dapat diperoleh alternatif terbaik.

Pada tahap pemilihan alternatif akan dilakukan secara *trial and error* yang meliputi proses analisis dan desain, kontrol terhadap tingkat kinerja, dan perhitungan anggaran biaya.

2.3.2 Analisa Biaya

Analisa biaya yang dilakukan menggunakan metode perhitungan *Bill of Quantity* (BoQ).

2.4 Tahap Rekomendasi

Penerapan *value engineering* pada proyek perencanaan gedung Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina difokuskan hanya pada elemen struktur balok dan kolom.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

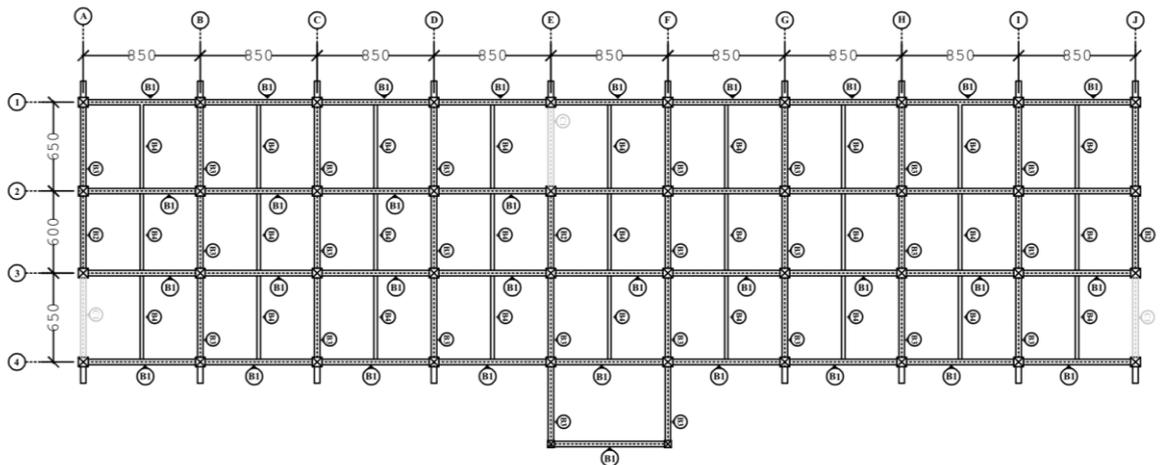
Penerapan *value engineering* pada proyek perencanaan gedung Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina difokuskan hanya pada elemen struktur balok dan kolom.

3.1. Tahap Informasi

Data yang diperoleh berupa data studi literatur dan data objek penelitian dari gedung Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina berupa gambar desain rencana, rencana anggaran biaya, dan daftar harga material.

3.1.1 Struktur Eksisting

Sistem struktur eksisting pada gedung Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina merupakan sistem ganda yaitu gabungan antara sistem rangka pemikul momen dan sistem dinding geser dengan material beton bertulang dengan mutu kuat tekan beton K-300 (Nasution, 2020).



Gambar 1 Denah balok lantai tipikal

3.2 Tahap Kreatif

Dengan teknik *brainstorming* diperoleh alternatif yang akan diterapkan pada

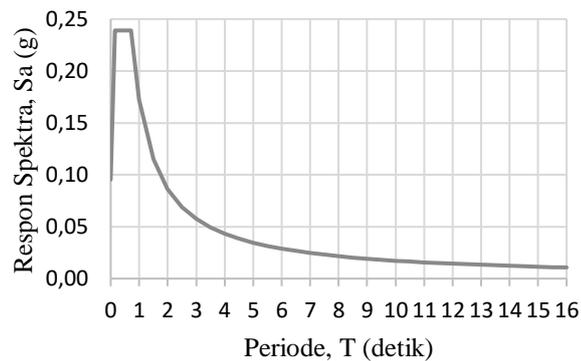
penelitian ini, yakni dengan melakukan modifikasi pada penulangan penampang dan tetap menggunakan mutu kuat tekan

beton K-300 dengan dimensi penampang yang sama pada struktur eksisting (Badan Standarisasi Nasional, 2019).

3.2 Tahap Analisis

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dan desain struktur alternatif dengan batasan-batasan kriteria desain dalam perencanaan sesuai peraturan yang

berlaku. Hasil analisis dan desain struktur alternatif kemudian ditinjau potensi penghematannya terhadap desain struktur eksisting. Tahapan ini dilakukan secara bertahap mulai dari tahap analisis struktur, desain struktur, penentuan tingkat kinerja (Nasution, 2016), dan perhitungan anggaran biaya.



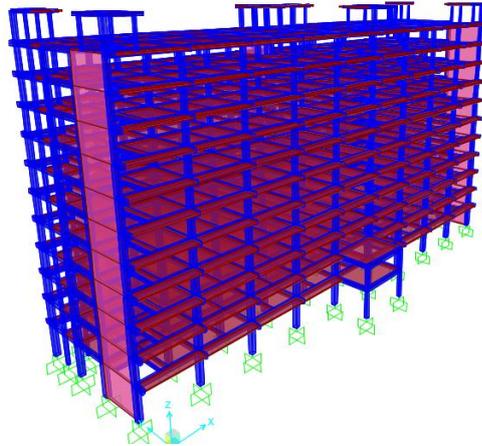
Gambar 2 Respon percepatan desain Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina

Tabel 1 Dimensi penampang balok

Balok	Dimensi Penampang (cm ²)
B1	40x70
B2	40x60
B3	40x60
B4	25x40

Tabel 2 Dimensi penampang kolom

Kolom	Dimensi Penampang (cm ²)
K1	70x70
K2	50x50
K3	70x70
K4	50x50
K5	60x60
K6	50x50
K7	30x30
KLift	40x40



Gambar 3 Pemodelan 3 dimensi pada SAP2000 v20.2.0

3.3.1 Desain Penulangan Alternatif

Berdasarkan gaya-gaya dalam yang diperoleh dari hasil analisa struktur

maka dapat dihitung kebutuhan tulangan pada penampang struktur alternatif.

TIPE	B1 EKSISTING		B1 ALTERNATIF	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN				
TULANGAN ATAS	8 D25	2 D25	8 D22	3 D22
TULANGAN BAWAH	4 D25	3 D25	4 D22	4 D22
SENGKANG	3D10-80	3D10-100	2D10-120	2D10-200
TULANGAN SAMPING	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16

Gambar 4 Perbandingan penulangan B1 struktur eksisting dan struktur alternatif

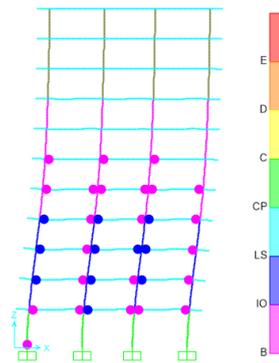
TIPE KOLOM	K1 EKSISTING	K1 ALTERNATIF
POTONGAN		
TULANGAN	32 D25	28 D25
SENGKANG TUMP.	3D10-120	3D13-100
SENGKANG LAP.	3D10-120	3D13-150

Gambar 5 Perbandingan penulangan K1 struktur eksisting dan struktur alternatif

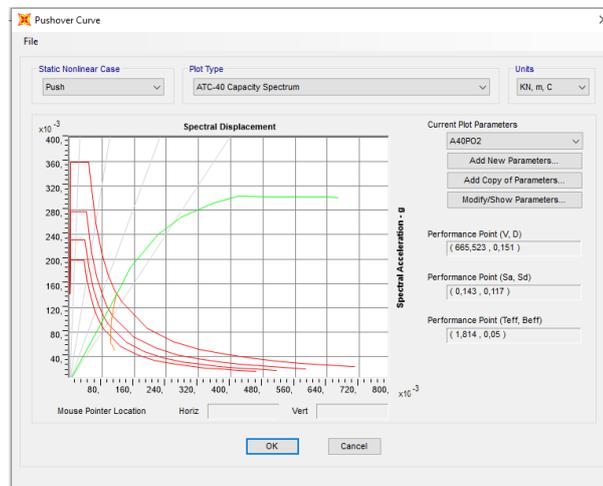
3.3.2 Tinjauan Kinerja Struktur dengan *Pushover Analysis*

Analisa pushover merupakan salah satu komponen performance based seismic design yang memanfaatkan teknik analisa non-linier berbasis komputer (Sultan, 2016).

Pada penelitian ini tinjauan kinerja struktur yang dilakukan hanya pada portal tipikal baik pada struktur eksisting maupun struktur alternatif, dikarenakan untuk melakukan *pushover analysis* secara 3 dimensi akan membutuhkan iterasi yang cukup lama.



Gambar 6 Sendi plastis struktur eksisting yang terbentuk pada *step* 6

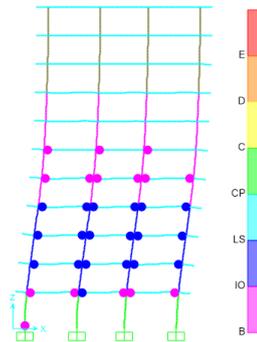


Gambar 7 Grafik kapasitas spektrum hasil *pushover analysis* struktur eksisting

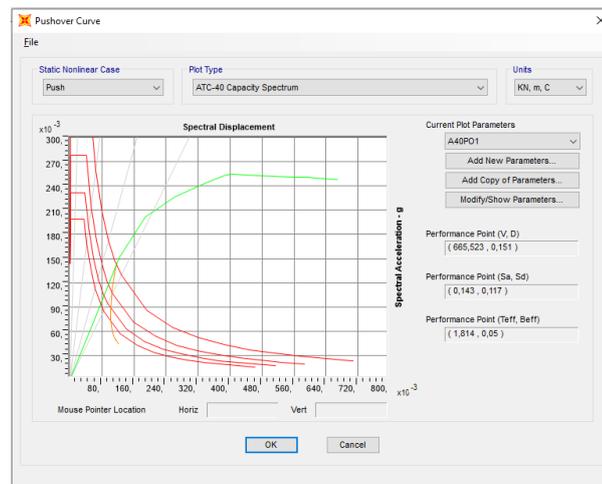
Dari hasil analisa SAP2000 v20.2.0 diperoleh nilai-nilai berikut untuk struktur eksisting (Kadarusman, 2017):
Sa ; Sd = 0,143 ; 0,117
Base shear (V) = 665,523 kN
Displacement (D) = 0,151 m

$$\begin{aligned} \text{Maksimum drift} &= D/H \\ &= 0,151/40,5 \\ &= 0,0037 < 0,01 \end{aligned}$$

Maka struktur masuk ke dalam tingkat kinerja *Immediate Occupancy* dengan target perpindahan sebesar 0,151 m.



Gambar 8 Sendi plastis struktur alternatif yang terbentuk pada step 5



Gambar 9 Grafik kapasitas spektrum hasil pushover analysis struktur alternatif

Dari hasil analisa SAP2000 v20.2.0 diperoleh nilai-nilai berikut untuk struktur alternatif:

$$\begin{aligned}
 Sa ; Sd &= 0,143 ; 0,117 \\
 \text{Base shear (V)} &= 665,523 \text{ kN} \\
 \text{Displacement (D)} &= 0,151 \text{ m} \\
 \text{Maksimum drift} &= D/H \\
 &= 0,151/40,5 \\
 &= 0,0037 < 0,01
 \end{aligned}$$

Maka struktur masuk ke dalam tingkat kinerja *Immediate Occupancy* dengan target perpindahan sebesar 0,151 m.

Tabel 3 Analisa harga satuan beton K-300 per m³

	Kebutuhan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Bahan	PC	kg	413	1.040,00	429.520,00
	PB	m ³	0,486	200.000,00	97.285,71
	KR	m ³	0,756	300.000,00	226.888,89
	Air	liter	215	146,00	31.390,00
Tenaga	Pekerja	OH	1,650	55.000,00	90.750,00

3.3.3 Analisa Biaya

Analisa biaya yang dilakukan menggunakan metode perhitungan *Bill of Quantity* (BoQ) sesuai dengan SNI 7394-2008 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan (Badan Standarisasi Nasional, 2008).

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Kerja	Tukang Batu	OH	0,275	85.000,00	23.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,028	100.000,00	2.800,00
	Mandor	OH	0,083	100.000,00	8.300,00
					910.309,60

Tabel 4 Analisa harga satuan 10 kg besi

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Bahan	Besi Beton (Polos/Ulir)	kg	10,500	13.905,00	146.002,00
	Kawat Beton	kg	0,150	18.000,00	2.700,00
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,070	55.000,00	3.850,00
	Tukang Besi	OH	0,070	85.000,00	5.950,00
	Kepala Tukang	OH	0,007	100.000,00	700,00
	Mandor	OH	0,004	100.000,00	400,00
					159.602,5

3.4 Tahap Rekomendasi

Tahap ini merupakan tahap pelaporan hasil analisis *value engineering* yang telah dilakukan. Pada proses *value engineering* salah satu faktor yang paling penting adalah indeks nilai yang diwakili oleh fungsi dan biaya. Untuk

kategori fungsi diwakili oleh tingkat kinerja dari struktur, sedangkan untuk kategori biaya dapat diketahui berdasarkan selisih biaya dari hasil perhitungan BoQ.

Tabel 5 Perbandingan hasil BoQ struktur eksisting dan struktur alternatif

Elemen	Eksisting (Rp.)	Alternatif (Rp.)	Selisih (%)
Balok	6.524.127.710,34	5.360.881.076,97	17,83
Kolom	3.919.948.658,61	3.894.833.807,48	0,64
Total	10.444.076.368,95	9.255.714.884,45	11,38

Pada struktur eksisting tingkat kinerja yang dicapai adalah pada level *Immediate Occupancy* yang mana masih terletak pada zona elastik dengan perpindahan atap sebesar 0,151 m. Struktur eksisting didesain menggunakan beton dengan mutu kuat tekan K-300 dan mutu baja fy 400 MPa. Struktur eksisting ini menggunakan biaya sampai dengan Rp. 10.444.076.368,95 untuk elemen struktur balok dan kolom.

Pada struktur alternatif dengan mutu material dan dimensi penampang yang sama dengan yang ada pada struktur eksisting namun dengan penulangan yang berbeda, tingkat kinerja yang terjadi juga sama pada level *Immediate Occupancy* dimana masih terjadi pada zona elastik dengan perpindahan atap yang sama dengan perpindahan atap pada struktur eksisting yakni sebesar 0,151 m. Sehingga dapat diasumsikan

bahwa struktur eksisting dan struktur alternatif memberikan fungsi yang sama. Struktur alternatif ini menggunakan biaya elemen struktur balok dan kolom senilai Rp. 9.255.714.884,45 sehingga lebih kecil 11,38% dari struktur eksisting.

4 PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis *value engineering* yang telah dilakukan pada penelitian ini diperoleh:

1. Nilai simpangan total maksimum baik pada struktur eksisting maupun pada struktur alternatif sebesar 0.0037 dimana masih lebih kecil dari 0.01 sehingga tingkat kinerjanya berada pada tingkat *Immediate Occupancy* dengan target perpindahan atap sebesar 0.151 m. Berdasarkan tingkat kinerja yang tercapai yakni pada tingkat *Immediate Occupancy* maka baik struktur eksisting maupun struktur alternatif dapat diasumsikan memiliki fungsi yang sama. Sehingga dalam melakukan analisis *value engineering* diperoleh komponen struktur dengan penggunaan penulangan yang berbeda namun dengan tetap mempertahankan mutu beton serta penggunaan dimensi penampang yang sama.
2. Penggunaan penulangan yang berbeda namun dengan tetap mempertahankan mutu beton serta penggunaan dimensi penampang yang sama dengan struktur eksisting pada struktur alternatif dapat memberikan potensi penghematan dalam tahap perencanaan pada gedung Rumah Sakit Pendidikan Ibnu Sina hingga 11,38% untuk elemen balok dan kolom. Dimana biaya yang dibutuhkan untuk struktur eksisting mencapai Rp. 10.444.076.368,95 sementara untuk struktur alternatif biaya yang dibutuhkan hanya mencapai Rp. 9.255.714.884,45.

4.2. Saran

Beberapa saran yang dapat diertimbangkan dalam studi proses *value engineering* elemen struktural berikutnya adalah:

1. Dalam melakukan proses *value engineering* pada tahap kreatif untuk mendapatkan alternatif komponen struktur maka perlu juga dilakukan perubahan secara menyeluruh dan acak pada elemen struktural balok dan kolom dengan tidak terpaku terhadap pendimensian awal struktur eksisting namun tetap memperhatikan batasan-batasan dalam peraturan perencanaan.
2. Dalam melakukan proses *value engineering* untuk mendapatkan ide-ide alternatif yang lebih dalam lagi maka dapat melibatkan tim dengan multidisiplin ilmu yang berbeda.
3. Dalam melakukan proses analisa biaya pada tahap analisis diharapkan kedepannya untuk menggunakan program bantu berbasis *Building Information Modelling* (BIM) mengingat perkembangan zaman dan juga ketelitian yang bisa diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI-7394 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan SNI 2847:2019*.
- Firda, A., & Saputra, S. (2018). Penerapan Value Engineering pada Pekerjaan Konstruksi Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Forum Mekanika*, 7(2). <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v7i2.201>
- Kadarusman, R. A. (2017). Kajian

- Analisis Pushover untuk Performance Based Design pada Gedung A Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kertosono. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(3).
- Nasution, A. (2016). *Rekayasa Gempa & Sistem Struktur Tahan Gempa*. Penerbit ITB.
- Nasution, A. (2020). *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Penerbit ITB.
- Pramesti, D. M., Handayani, F. S., & Suryoto, S. (2022). Kajian Efektivitas Proyek Menggunakan Konsep Value Engineering pada Proyek Gedung (Studi Kasus: Gedung Polres Kota Bekasi). *Matriks Teknik Sipil*, 10(3), 196–202.
<https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i3.59851>
- Sultan, M. A. (2016). Evaluasi Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Analisa Pushover. *Jurnal Sipil Sains*, 06(11), 1–8.
- Yanto, N., Imani, R., & Andika, Z. (2019). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Rumah Sakit Paru Sumatera Barat dengan Pushover Analysis. *Civil Engineering Collaboration*, 4(2), 1–9.
- Zain, A. M. (2018). Desain Kinerja Struktur dengan Menggunakan Analisis Pushover pada Bangunan Gedung di Kota Palu. *Siimo Engineering*, 2(1), 9–16.