



## Analisis Biaya Rehabilitasi Dan Pemanfaatan Bangunan Gedung Asrama

Meilandy Purwandito<sup>1</sup>, Ellida Novita Lydia<sup>2</sup>

<sup>1,2)</sup> Jurusan Teknik Sipil, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh

### INFORMASI ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Dikirim 10 Mei 2015

Direvisi dari 20 Mei 2015

Diterima 30 Mei 2015

#### Kata Kunci:

bangunan gedung,  
rehabilitasi,  
analisis kelayakan

### ABSTRAK

Komplek Asrama Putra pada Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta memiliki 4 (empat) unit Gedung yang tidak dipergunakan sejak tahun 2008, yaitu Gedung A, Gedung B, Gedung C, dan Gedung D. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting berdasarkan software Keandalan Bangunan untuk Rusunawa, evaluasi struktur bangunan terhadap gempa rencana berdasarkan analisis kinerja batas layanan dan kinerja batas ultimit, biaya rehabilitasi (komponen struktur, arsitektur dan utilitas), dan kelayakan biaya rehabilitasi, dan kelayakan ekonomi berdasarkan rasio manfaat dan biaya, selisih manfaat dan biaya, tingkat pengembalian internal dan titik impas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Keandalan Bangunan adalah tidak andal. Struktur bangunan aman terhadap gempa rencana. Total biaya konstruksi rehabilitasi adalah sebesar Rp. 4.106.500.000 atau sebesar 23,43% dari biaya pembangunan gedung baru, sehingga layak untuk dilakukan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario 1, skenario 2, skenario 3, dan skenario 4 layak dilakukan jika tingkat hunian minimum masing-masing skenario adalah sebesar 74%, 98%, 65%, dan 87%.

© 2015 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

### 1. Pendahuluan

Gedung Asrama Putra pada Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta merupakan salah satu bangunan gedung yang sudah tidak dipergunakan lagi. Gedung ini dibangun berdasarkan keputusan Presiden tahun 1981 dan secara operasional dikelola oleh Koperasi mulai tahun 1986. Gedung ini terletak di Jalan Kartika III Ngoresan, Kelurahan Jebres, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. Bangunan gedung ini terdiri dari 4 unit (A, B, C dan D) dengan 4 lobby (U, N, S dan K) di tiap gedungnya kecuali blok D yang hanya memiliki 2 lobby saja (K dan M). Masing-masing lobby memiliki 5 (lima) sampai 6 (enam) kamar yang dapat dihuni oleh 2 orang per kamar. Sehingga total daya tampung keseluruhan dapat mencapai 594 orang ([www.asrama-ceria.com](http://www.asrama-ceria.com)). Gedung Asrama ini diperuntukkan khusus bagi mahasiswa putra yang menempuh jenjang pendidikan perguruan tinggi di Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Hunian di asrama ini berkurang mulai tahun 2007. Kemudian kegiatan operasional dan pemeliharannya ditutup. Selanjutnya, bangunan gedung mulai mengalami kerusakan akibat penjarahan yang dilakukan oleh sekelompok orang mulai tahun 2008. Hal ini menyebabkan kerusakan pada struktur, arsitektur dan utilitas bangunan, yaitu hilangnya railing tangga, plafond dan rangkanya, daun pintu dan jendela, dan lain-lain. Kini, Gedung Asrama tidak dipergunakan dan dipelihara lagi.

Bangunan Gedung Rumah Susun Sewa (Rusunawa) I dibangun pada tahun 2008. Gedung ini dibangun sebanyak 2 (dua) unit. Gedung ini merupakan bantuan hibah dari Kementerian Pekerjaan Umum melalui Direktorat Jendral Cipta Karya. Kemudian, Gedung rusunawa II juga dibangun pada akhir tahun 2009. Gedung ini dibangun sebanyak 1 (satu) unit. Gedung ini merupakan bantuan hibah dari Kementerian Perumahan Rakyat. Gedung rusunawa I dan rusunawa II dibangun pada komplek yang sama dengan Gedung asrama, yaitu di bagian belakang komplek. Ironisnya, bangunan gedung Asrama ini yang sudah tidak dipergunakan itu

\* Penulis Utama.

justru berada di depan pintu masuk kompleks. Kesan suram jelas terlihat dari kondisi ini.

Rehabilitasi pada Gedung asrama perlu dilakukan guna mengembalikan kembali fungsinya. Rehabilitasi dilakukan berdasarkan assessment terhadap kondisi eksisting bangunan Gedung asrama, baik pada aspek struktural, arsitektural, maupun utilitas.

Penelitian ini membahas rehabilitasi bangunan Gedung asrama berdasarkan kondisi kerusakan eksisting bangunan gedung agar laik fungsi. Kemudian, meninjau kelayakan investasi akibat rencana rehabilitasi yang akan dilaksanakan. Studi kelayakan investasi dibagi menjadi 2 (dua) kategori, yaitu analisis biaya rehabilitasi dan analisis ekonomi. Analisis biaya rehabilitasi berdasarkan rasio biaya rehabilitasi dan biaya pembangunan gedung baru. Analisis ekonomi berdasarkan rasio manfaat dan biaya/benefit and cost ratio (BCR), selisih manfaat dan biaya/net present value (NPV), tingkat pengembalian internal/internal rate of return (IRR) dan titik impas/break even point (BEP). Analisis ekonomi dilakukan dengan cara mensimulasikan skenario-skenario berdasarkan variabel harga sewa kamar dan tingkat hunian.

## 2. Tinjauan Literatur

### 2.1. Analisis Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting diketahui berdasarkan survei lapangan guna memperoleh data-data:

- geometri bangunan.
- jenis dan kondisi gedung secara keseluruhan.
- volume masing-masing komponen.

Kondisi eksisting yang ditinjau dibagi atas 3 (tiga) aspek, yaitu struktur, arsitektur, dan utilitas. Masing-masing aspek tersebut dilakukan penilaian guna memperoleh gambaran kondisi laik fungsi bangunan. Penilaian ini dilakukan berdasarkan form Keandalan Bangunan untuk Rusunawa yang merupakan hasil penelitian Rosalina (2011).

### 2.2. Evaluasi Struktur Bangunan

Evaluasi struktur bangunan akibat gempa rencana dilakukan terhadap pemenuhan persyaratan kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit berdasarkan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002).

Pemodelan dilakukan pada konstruksi atap dan konstruksi rangka ruang dengan menggunakan *software SAP2000*. Gempa rencana dilakukan berdasarkan gempa dinamik ragam respons spektrum. Kombinasi pembebanan berdasarkan SNI-03-2847-2002. Pengujian dengan alat *schmidt rebound hammer* dilakukan untuk memperoleh mutu beton eksisting. Pengujian ini dilakukan pada balok, kolom, pelat lantai dan pelat tangga. Hasil analisis *SAP2000* yang digunakan adalah simpangan antar-tingkat maksimum yang terjadi searah sumbu-x dan sumbu-y.

Kinerja batas layan dihitung berdasarkan simpangan antar-tingkat. Simpangan antar-tingkat harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh Gempa Nominal yang telah dibagi Faktor Skala. Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui  $0,03/R$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil.

Kinerja batas ultimit struktur gedung tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan. Simpangan dan simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu faktor pengali  $\xi$ .

$$\xi = \frac{0,7R}{faktor\ skala} \quad (1)$$

dengan  $\xi$  adalah faktor pengali untuk kinerja batas ultimit, R adalah faktor reduksi gempa struktur gedung, dan faktor skala dihitung berdasarkan persamaan:

$$faktor\ skala = \frac{0,8V_1}{V_i} \quad (2)$$

dengan  $V_1$  adalah gaya geser dasar nominal sebagai respons dinamik ragam yang pertama,  $V_i$  adalah gaya geser dasar nominal yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum respons.

### 2.3. Analisis Biaya Rehabilitasi

Analisis biaya rehabilitasi dilakukan untuk masing-masing unit bangunan Gedung Asrama, yaitu Gedung A, Gedung B, Gedung C dan Gedung D. Biaya ini diperoleh dengan terlebih dahulu menganalisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) rehabilitasi terhadap masing-masing unit bangunan gedung tersebut, kemudian dijabarkan kepada masing-masing aspek tinjauan berupa struktural, arsitektural, dan utilitas.

Analisis ini mengacu kepada Tata Cara Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk Rumah dan Gedung berdasarkan pedoman yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Sedangkan, harga satuan untuk upah dan bahan mengacu kepada standar harga tertinggi upah dan bahan untuk Kota Surakarta.

### 2.4. Analisis Kelayakan Biaya Rehabilitasi

Biaya rehabilitasi dilakukan untuk masing-masing unit bangunan Gedung Asrama, yaitu Gedung A, Gedung B, Gedung C dan Gedung D. Biaya ini diperoleh dengan terlebih dahulu menganalisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) rehabilitasi terhadap masing-masing unit bangunan gedung tersebut, kemudian dijabarkan kepada masing-masing komponen struktur, arsitektur, dan utilitas. Biaya rehabilitasi ini mengacu kepada Tata Cara

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk Rumah dan Gedung berdasarkan pedoman yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Sedangkan, harga satuan untuk upah dan bahan mengacu kepada standar harga tertinggi upah dan bahan untuk Kota Surakarta tahun 2011.

Biaya pembangunan gedung baru dilakukan berdasarkan Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara (Permen PU nomor 45/PRT/M/2007). Besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan bangunan gedung dapat dilakukan berdasarkan harga satuan tertinggi per meter persegi yang dikeluarkan dan ditetapkan oleh Walikota/Bupati/Gubernur. Selain itu, klasifikasi bangunan dan koefisien lantai bangunan juga diperhitungkan untuk menentukan besarnya biaya konstruksi pembangunan gedung baru.

Analisis kelayakan biaya rehabilitasi dilakukan berdasarkan rasio antara biaya rehabilitasi dengan biaya pembangunan baru pada masing-masing unit gedung (Gedung A, B, C, D). Jika rasio tersebut lebih kecil atau sama dengan 65% maka gedung tersebut layak untuk direhabilitasi, sedangkan jika lebih besar daripada 65% maka gedung tersebut tidak layak untuk direhabilitasi.

**2.5. Analisis Ekonomi**

Analisis ekonomi dilakukan dengan cara simulasi pada masing-masing skenario. Masing-masing skenario akan dilakukan analisis kelayakan investasi. Menurut kuiper dalam Hari Prasetyo (2011), kelayakan investasi dapat dihitung berdasarkan:

1. rasio manfaat biaya/benefit and cost ratio (BCR), yang dihitung dengan persamaan:

$$BCR = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{Bt}{(1+i)^t} : \sum_{t=1}^{t=n} \frac{Ct}{(1+i)^t} \tag{3}$$

dengan BCR adalah rasio manfaat dan biaya (benefit and cost ratio), Bt adalah manfaat (benefit) pada tiap tahun, Ct adalah biaya (cost) pada tiap tahun, t adalah tahun ke-(1,2,3,..., n), n adalah jumlah tahun, dan i menyatakan suku bunga. Investasi dinyatakan layak jika nilai BCR lebih besar atau sama dengan 1 (satu), sedangkan apabila BCR lebih kecil daripada 1 (satu) maka investasi tersebut tidak layak untuk dilaksanakan.

2. selisih manfaat dan biaya/net present value (NPV), dihitung dengan persamaan:

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(Bt - Ct)}{(1+i)^t} \tag{4}$$

Apabila selisih manfaat dan biaya (net benefit) bernilai positif atau lebih besar atau sama dengan nol, maka investasi tersebut layak untuk dilaksanakan. Sedangkan, apabila selisih manfaat dan biaya (net benefit) bernilai negatif atau lebih kecil dari pada nol, maka investasi tersebut tidak layak untuk dilaksanakan.

3. tingkat pengembalian internal/internal rate of return (IRR), dihitung dengan persamaan:

$$\sum_{t=1}^{t=n} \frac{(Bt - Ct)}{(1 + IRR)^t} = 0 \tag{5}$$

Apabila nilai tingkat pengembalian internal (IRR) lebih besar daripada suku bunga (i) yang ditetapkan maka investasi tersebut layak untuk dilaksanakan. Sedangkan, jika tingkat pengembalian internal (IRR) lebih kecil daripada suku bunga (i) yang ditetapkan, maka investasi tersebut tidak layak untuk dilaksanakan.

4. titik impas/break even point (BEP), dihitung dengan persamaan:

$$\sum_{t=1}^{t=n} \frac{(Bt - Ct)}{(1 + i)^t} = 0 \tag{6}$$

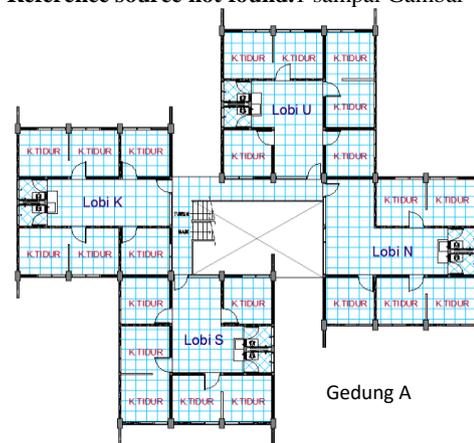
Apabila titik impas lebih cepat atau sama dengan jangka waktu yang telah ditentukan, maka investasi dinyatakan layak untuk dilakukan. Sebaliknya, apabila titik impas lebih lama daripada jangka waktu yang telah ditentukan, maka investasi dinyatakan tidak layak untuk dilakukan.

Investasi dinyatakan layak apabila ke-empat parameter tersebut terpenuhi.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Kondisi Eksisting Bangunan**

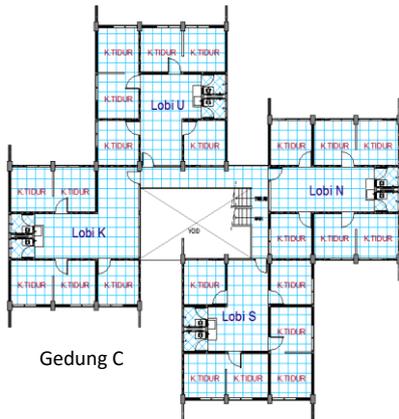
Denah Gedung Asrama ini umumnya tipikal dari lantai 1 sampai dengan lantai 4. Masing-masing gedung (Gedung A, Gedung B, Gedung C, Gedung D) memiliki denah yang berbeda-beda. Denah lantai 2 masing-masing gedung ini dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.1** sampai Gambar 4.



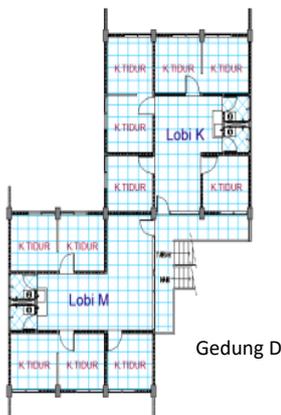
**Gambar 1. Denah Gedung A**



Gambar 2. Denah Gedung A



Gambar 3. Denah Gedung C



Gambar 4. Denah Gedung D

Kondisi gedung Asrama mengalami kerusakan, baik struktural, arsitektural maupun utilitas. Komponen struktur bangunan gedung

pada umumnya tampak baik, hanya beberapa bagian balok kantilever mengalami pengelupasan pada plesterannya. Kondisi komponen struktur dapat dilihat pada 0.



Gambar 5. Kondisi komponen struktur

Komponen arsitektur bangunan gedung banyak yang telah hilang, seperti pintu, jendela, dan railing tangga. Kondisi komponen struktur dapat dilihat pada 0.



Gambar 6. Kondisi komponen arsitektur

Komponen utilitas mengalami kerusakan dan hilang. Beberapa komponen utilitas bahkan tidak dapat berfungsi lagi, seperti pompa air, listrik, dan penangkal petir. Kondisi eksisting bangunan dapat dilihat pada sampai 0.



Gambar 7. Kondisi komponen utilitas

Penilaian Keandalan Bangunan dilakukan dengan mengisi form Keandalan Bangunan yang telah dimodifikasi untuk Gedung Rusunawa (Rosalina, 2011). Hasil penilaian ditunjukkan pada 0.

**Tabel 1 Nilai keandalan masing-masing gedung**

No	Aspek yang dinilai	Nilai Keandalan Gedung			
		A	B	C	D
1	Arsitektur	8,55	7,09	6,54	6,11
2	Struktur	28,50	28,64	27,48	26,85
3	Utilitas	14,71	14,30	13,32	13,01
4	Aksesibilitas	2,64	2,64	2,64	2,64
5	PBL	5,00	5,00	5,00	5,00
Total Nilai		59,40	57,67	54,98	53,60

Bangunan gedung dinilai andal jika nilai keandalannya sebesar 95 sampai 100, kurang andal jika nilai keandalannya sebesar 75 sampai 95, dan tidak andal jika nilai keandalannya lebih kecil daripada 75. Hasil penilaian menunjukkan bahwa nilai Keandalan masing-masing gedung lebih kecil daripada 75, sehingga Keandalan Bangunan Gedung Asrama adalah tidak andal.

**3.2. Analisis Kinerja Struktur Bangunan**

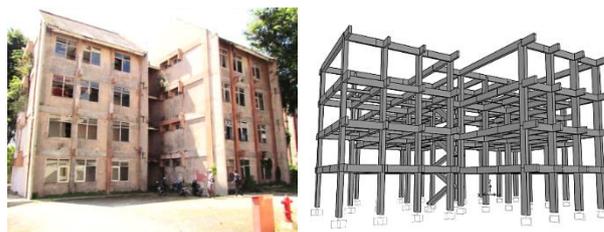
Analisis kinerja struktur bangunan dihitung berdasarkan simpangan yang terjadi akibat gempa rencana. Simpangan ini diperoleh berdasarkan hasil analisa struktur dengan program *SAP2000*. Pemodelan dilakukan pada masing-masing gedung. Pembebanan berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPRG) tahun 1987. Analisis gempa rencana yang digunakan adalah analisis dinamik respons spektrum berdasarkan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002). Gempa rencana berdasarkan gempa dinamik ragam respons spektrum. Kombinasi pembebanan berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Pemodelan struktur masing-masing gedung dengan *SAP2000* dapat dilihat pada 0 sampai 0.



**Gambar 8. Pemodelan Gedung A pada SAP2000**



**Gambar 9. Pemodelan Gedung B pada SAP2000**



**Gambar 10. Pemodelan Gedung C pada SAP2000**



**Gambar 11. Pemodelan Gedung D pada SAP2000**

Hasil analisis simpangan maksimum yang terjadi, baik arah sb-x, maupun arah sb-y, merupakan hasil *output SAP2000*. Simpangan dihitung berdasarkan masing-masing elevasi lantai, yaitu lantai 2, lantai 3, lantai 4, dan atap (ring balok). Rekapitulasi analisis kinerja batas layan ditunjukkan pada 0 dan 0. Rekapitulasi analisis kinerja batas ultimit ditunjukkan pada 0 dan 0

**Tabel 2 Kinerja batas layan arah sb-x**

No	Lantai	GE DUNG	Simpangan Antar Tingkat (mm)	Kinerja Batas Layan (mm)	Ket
1	Lantai 1	A	0,0	0,0	memenuhi
2	Lantai 2	A	5,5	18,5	memenuhi
3	Lantai 3	A	5,2	17,7	memenuhi
4	Lantai 4	A	3,6	17,7	memenuhi
5	Atap	A	1,2	17,7	memenuhi
6	Lantai 1	B	0,0	0,0	memenuhi
7	Lantai 2	B	5,2	18,5	memenuhi
8	Lantai 3	B	5,3	17,7	memenuhi

No	Lantai	GE DU NG	Simpangan Antar Tingkat (mm)	Kinerja Batas Layan (mm)	Ket
9	Lantai 4	B	3,9	17,7	memenuhi
10	Atap	B	1,4	17,7	memenuhi
11	Lantai 1	C	0,0	0,0	memenuhi
12	Lantai 2	C	5,5	18,5	memenuhi
13	Lantai 3	C	5,1	17,7	memenuhi
14	Lantai 4	C	3,5	17,7	memenuhi
15	Atap	C	1,3	17,7	memenuhi
16	Lantai 1	D	0,0	0,0	memenuhi
17	Lantai 2	D	5,5	18,5	memenuhi
18	Lantai 3	D	5,1	17,7	memenuhi
19	Lantai 4	D	3,6	17,7	memenuhi
20	Atap	D	1,4	17,7	memenuhi

Tabel 3 Kinerja batas layan arah sb-y

No	Lantai	GE DU NG	Simpangan Antar Tingkat (mm)	Kinerj a Batas Layan (mm)	Ket
1	Lantai 1	A	0,0	0,0	memenuhi
2	Lantai 2	A	3,6	18,5	memenuhi
3	Lantai 3	A	5,2	17,7	memenuhi
4	Lantai 4	A	4,3	17,7	memenuhi
5	Atap	A	2,6	17,7	memenuhi
6	Lantai 1	B	0,0	0,0	memenuhi
7	Lantai 2	B	2,7	18,5	memenuhi
8	Lantai 3	B	5,9	17,7	memenuhi
9	Lantai 4	B	4,4	17,7	memenuhi
10	Atap	B	2,7	17,7	memenuhi
11	Lantai 1	C	0,0	0,0	memenuhi
12	Lantai 2	C	3,3	18,5	memenuhi
13	Lantai 3	C	5,1	17,7	memenuhi
14	Lantai 4	C	4,2	17,7	memenuhi
15	Atap	C	2,8	17,7	memenuhi

Tabel 4 Kinerja batas layan arah sb-y (sambungan)

No	Lantai	GE DU NG	Simpangan Antar Tingkat (mm)	Kinerja Batas Layan (mm)	Ket
16	Lantai 1	D	0,0	0,0	memenuhi
17	Lantai 2	D	3,1	18,5	memenuhi
18	Lantai 3	D	4,3	17,7	memenuhi
19	Lantai 4	D	3,6	17,7	memenuhi
20	Atap	D	2,6	17,7	memenuhi

Tabel 5 Kinerja batas ultimit arah sb-x

No	Lantai	GE DU NG	Simpangan mak. terjadi (mm)	Kinerja Batas Ultimit (mm)	Ket
1	Lantai 1	A	0,0	0,0	memenuhi
2	Lantai 2	A	21,2	68,0	memenuhi
3	Lantai 3	A	20,0	65,0	memenuhi
4	Lantai 4	A	13,7	65,0	memenuhi
5	Atap	A	4,7	65,0	memenuhi
6	Lantai 1	B	0,0	0,0	memenuhi
7	Lantai 2	B	20,1	68,0	memenuhi
8	Lantai 3	B	20,5	65,0	memenuhi
9	Lantai 4	B	15,0	65,0	memenuhi
10	Atap	B	5,5	65,0	memenuhi
11	Lantai 1	C	0,0	0,0	memenuhi
12	Lantai 2	C	21,2	68,0	memenuhi
13	Lantai 3	C	19,6	65,0	memenuhi
14	Lantai 4	C	13,5	65,0	memenuhi
15	Atap	C	5,0	65,0	memenuhi
16	Lantai 1	D	0,0	0,0	memenuhi
17	Lantai 2	D	21,2	68,0	memenuhi
18	Lantai 3	D	19,6	65,0	memenuhi
19	Lantai 4	D	13,9	65,0	memenuhi
20	Atap	D	5,4	65,0	memenuhi

Tabel 6 Kinerja batas ultimit arah sb-y

No	Lantai	GE DU NG	Simpangan mak. terjadi (mm)	Kinerja Batas Ultimit (mm)	Ket
1	Lantai 1	A	0,0	0,0	memenuhi
2	Lantai 2	A	13,9	68,0	memenuhi
3	Lantai 3	A	20,2	65,0	memenuhi
4	Lantai 4	A	16,6	65,0	memenuhi
5	Atap	A	9,9	65,0	memenuhi
6	Lantai 1	B	0,0	0,0	memenuhi
7	Lantai 2	B	10,5	68,0	memenuhi
8	Lantai 3	B	22,8	65,0	memenuhi
9	Lantai 4	B	16,8	65,0	memenuhi
10	Atap	B	10,5	65,0	memenuhi
11	Lantai 1	C	0,0	0,0	memenuhi
12	Lantai 2	C	12,8	68,0	memenuhi
13	Lantai 3	C	19,6	65,0	memenuhi
14	Lantai 4	C	16,0	65,0	memenuhi
15	Atap	C	10,8	65,0	memenuhi
16	Lantai 1	D	0,0	0,0	memenuhi
17	Lantai 2	D	11,8	68,0	memenuhi
18	Lantai 3	D	16,5	65,0	memenuhi
19	Lantai 4	D	13,7	65,0	memenuhi
20	Atap	D	10,2	65,0	memenuhi

Hasil analisis menunjukkan bahwa gedung Asrama ini aman terhadap simpangan akibat gempa rencana.

**3.3. Analisis Biaya Rehabilitasi**

Komponen struktural bangunan yang memerlukan rehabilitasi adalah rangka atap, pelat tangga, dan lantai rabat beton. Pada Gedung C dan Gedung D, rangka kuda-kuda atap mengalami rusak berat dimana sebagian besar rangka kuda-kuda telah hilang dan tidak dapat dipergunakan lagi. Kayu sebagai bahan penyusun rangka kuda-kuda pada bangunan eksisting telah mengalami kenaikan harga yang signifikan jika dibandingkan dengan jenis bahan yang lain, seperti rangka baja ringan. Oleh karena itu, jenis bahan yang digunakan pada konstruksi atap adalah rangka baja ringan. Penanganan ini dapat dilihat pada 0.

**Rencana rehabilitasi struktural**

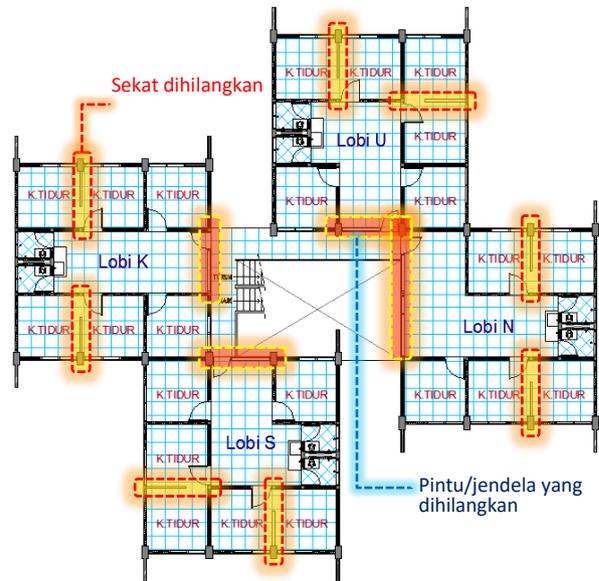
No	Komponen	Jenis Rehabilitasi
1	Rangka atap, gording, dan reng	rangka kayu diganti dengan rangka baja ringan
2	Langit-langit (plafond)	penggantian dengan material kalsiboard dan rangka <i>zincalum/ceiling</i>
3	Pelat tangga	rehabilitasi dengan jenis dan volume tetap
4	Lantai rabat beton	Penggantian dengan material tetap

Komponen arsitektur yang mengalami kerusakan umumnya berupa kerusakan pada pelapis muka lantai, pelapis muka dinding, pintu/jendela, dan penutup atap. Tata ruang umumnya tidak berubah pasca-rehabilitasi, hanya saja beberapa bagian seperti sekat ruangan antar kamar yang sebelumnya berupa partisi dinding, kini dihilangkan. Kemudian, pintu dan jendela pada masing-masing lobi dihilangkan untuk memperoleh kesan luas dan mudah dalam pengontrolan. Konsep rehabilitasi arsitektural dapat dilihat pada 0.

**Tabel 7 Rencana rehabilitasi arsitektural**

No	Komponen	Jenis Rehabilitasi
1	pelapis muka lantai (keramik)	penggantian dengan keramik lantai yang baru
2	pelapis muka dinding	pengcatan dan penggantian keramik dinding kamar mandi
3	pintu/jendela	kusen kayu diganti rangka aluminium
4	penutup atap	penutup genteng diganti seng metal
5	railing tangga	pengadaan railing <i>stainless steel</i>
6	tata ruang	penataan baru

Denah bangunan dimana sekat kamar tidur dihilangkan ditunjukkan pada 0. Ilustrasi perubahan tampak arsitektur bangunan ditunjukkan pada 0 sampai 0.



**Gambar 12. Rencana sekat ruangan yang dihilangkan**



**Gambar 13. Tampak Gedung A sebelum (kiri) dan setelah (kanan) rehabilitasi**



**Gambar 14. Tampak Gedung B sebelum (kiri) dan setelah (kanan) rehabilitasi**



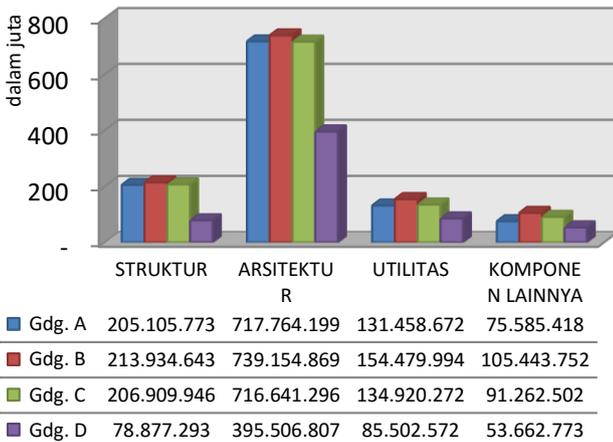
**Gambar 15. Tampak Gedung C sebelum (kiri) dan setelah (kanan) rehabilitasi**



**Gambar 16. Tampak Gedung D sebelum (kiri) dan setelah (kanan) rehabilitasi**

Komponen utilitas pada umumnya tidak dapat dipergunakan lagi. Komponen ini dihitung berdasarkan kebutuhan sebagai berikut:

1. instalasi air bersih, meliputi kebutuhan air bersih, ukuran pipa distribusi, dan kapasitas pompa air.
2. instalasi air kotor, meliputi daya buang sanitari, dan ukuran pipa distribusi (air kotor, air bekas dan air hujan)
3. tata udara, meliputi kapasitas air conditioning (AC) untuk kamar ukuran (3,0×3,0×2,7) m<sup>3</sup> dan (6,0×3,0×2,7) m<sup>3</sup>.
4. instalasi listrik, meliputi kebutuhan daya lampu masing-masing ruangan, stop kontak, listrik pada beban puncak, dan kapasitas kabel penghantar arus listrik.
5. instalasi penangkal petir, meliputi Kepala penghantar, hantaran pbumian, dan elektroda pbumian (*arde*)
6. instalasi pemadam kebakaran, meliputi hidran (luar dan dalam gedung), selang pemadam, APAR, dan alarm kebakaran.



**Gambar 17. Grafik rekapitulasi biaya rehabilitasi**

**3.4. Analisis Kelayakan Biaya Rehabilitasi**

Analisis biaya pembangunan gedung baru mengacu pada standard pembangunan untuk Gedung bertingkat. Selain itu, koefisien lantai bangunan juga diperhitungkan untuk gedung-gedung bertingkat. Perhitungan besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan gedung baru merupakan hasil perkalian antara luas lantai bangunan, koefisien lantai bangunan dan harga satuan tertinggi bangunan gedung. Biaya pembangunan baru pada masing-masing gedung adalah sebagai berikut:

1. Gedung A sebesar Rp. 4.846.200.000,-
2. Gedung B sebesar Rp. 5.383.900.000,-
3. Gedung C sebesar Rp. 4.861.900.000,-
4. Gedung D sebesar Rp. 2.434.500.000,-

Kelayakan biaya rehabilitasi dihitung berdasarkan pemenuhan persyaratan maksimum rasio biaya rehabilitasi dan biaya pembangunan baru. Perhitungan ini ditunjukkan pada 0.

**Tabel 8 Rasio biaya rehabilitasi dan biaya pembangunan baru**

No	Uraian	Persentase	Batas Maks.	Keterangan
1	Gedung A	23,32%	65,00%	Layak
2	Gedung B	22,53%	65,00%	Layak
3	Gedung C	23,65%	65,00%	Layak
4	Gedung D	25,20%	65,00%	Layak
5	A+B+C+D	23,43%	65,00%	Layak

Biaya rehabilitasi dinilai layak karena masih lebih kecil daripada 65% biaya pembangunan baru.

**3.5. Analisis Ekonomi**

Analisis kelayakan investasi secara ekonomis dilakukan dengan memperhitungkan aliran kas berdasarkan besarnya biaya modal, pemasukan, biaya pengeluaran, depresiasi, pajak, dan bunga. Masing-masing biaya dipengaruhi oleh variabel-variabel tertentu. Misalnya, biaya modal sangat dipengaruhi oleh besarnya biaya rehabilitasi dan pengadaan meubeler, pemasukan sangat dipengaruhi oleh jumlah sewa kamar per bulan dan kenaikan sewa kamar per tahun, biaya pengeluaran sangat dipengaruhi oleh biaya penggunaan arus listrik dan air, dan lain-lain.

Simulasi adalah proses penggambaran suatu sistem dengan peragaan berupa model tertentu untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Simulasi kelayakan investasi dilakukan untuk mempermudah perhitungan analisis kelayakan investasinya dengan penentuan variabel-variabel tertentu menjadi variabel bebas dan variabel terikat. Variabel Terikat pada simulasi ini adalah:

1. Kenaikan harga sewa kamar sebesar 10% per tahun.
2. Harga tarif dasar listrik (TDL) dari PLN:
3. Rp. 1.330,00 (+AC) dan Rp. 860,00 (non-AC),
4. kenaikan TDL sebesar 13,0% per tahun.

5. Harga tarif air bersih dari PDAM sebesar Rp. 1.600,00 dengan kenaikan harga sebesar 15,0% per tahun.
6. Suku bunga kredit sebesar 9,0% selama 10 tahun.
7. Jumlah personel, berupa: kepala pengelola, staf administrasi, dan staf teknis dengan gaji yang tetap, tetapi mengalami kenaikan sebesar 10% per tahun.

Variabel Bebas pada simulasi ini adalah:

1. Harga sewa kamar
2. Tingkat hunian (occupancy)
3. Kapasitas hunian per kamar
4. Air Conditioner (AC)
5. Jumlah petugas keamanan

Simulasi dilakukan berdasarkan 4 (empat) skenario, yaitu:

1. Skenario 1 dengan harga sewa kamar ditetapkan lebih kecil daripada harga sewa kost sekitar UNS, yaitu sebesar Rp.260.000/kamar/bulan,
2. Skenario 2 dengan harga sewa kamar yang masih memungkinkan, yaitu sebesar Rp.200.000/kamar/bulan
3. Skenario 3, dilakukan berdasarkan skenario 1 dengan menambahkan fasilitas AC pada Gedung A dan Gedung D serta mengurangi kapasitas kamar menjadi 1 orang/kamar,
4. Skenario 4, dilakukan berdasarkan skenario 2 dengan menambahkan fasilitas AC pada Gedung A dan Gedung D serta mengurangi kapasitas kamar menjadi 1 orang/kamar.

**Tabel 9 Skenario simulasi kelayakan investasi**

No	Uraian	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
1	Gedung A				
	a. Harga Sewa Kamar	260.000,00	200.000,00	460.000,00	400.000,00
	b. Jumlah Penghuni	2 org/kmr	2 org/kmr	1 org/kmr	1 org/kmr
2	Gedung B				
	a. Harga Sewa Kamar	260.000,00	200.000,00	260.000,00	200.000,00
	b. Jumlah Penghuni	2 org/kmr	2 org/kmr	1 org/kmr	1 org/kmr
3	Gedung C				
	a. Harga Sewa Kamar	260.000,00	200.000,00	260.000,00	200.000,00
	b. Jumlah Penghuni	2 org/kmr	2 org/kmr	1 org/kmr	1 org/kmr
4	Gedung D				
	a. Harga Sewa Kamar	260.000,00	200.000,00	460.000,00	400.000,00
	b. Jumlah Penghuni	2 org/kmr	2 org/kmr	1 org/kmr	1 org/kmr
5	Biaya Modal	5.689.890.000	5.689.890.000	5.521.939.365	5.521.939.365
6	Pengelola				
	a. Kepala Pengelola	1 orang	1 orang	1 orang	1 orang
	b. Staf Administrasi	1 orang	1 orang	1 orang	1 orang
	c. Staf Teknis	2 orang	1 orang	1 orang	1 orang
7	Tingkat Hunian	50% s/d 100%	50% s/d 100%	50% s/d 100%	50% s/d 100%

0 menunjukkan bahwa penetapan skenario telah merubah variabel bebas menjadi variabel terikat. Beberapa variabel masih menjadi variabel bebas yang terikat, seperti jumlah petugas keamanan dan penggunaan AC. Tingkat hunian yang ditinjau adalah sebesar 50% sampai dengan 100% untuk masing-masing simulasi, sebagai berikut:

1. Tingkat hunian sebesar 50%;
2. Tingkat hunian sebesar 60%;
3. Tingkat hunian sebesar 70%;
4. Tingkat hunian sebesar 75%;
5. Tingkat hunian sebesar 80%;
6. Tingkat hunian sebesar 85%;
7. Tingkat hunian sebesar 90%;
8. Tingkat hunian sebesar 95%;
9. Tingkat hunian sebesar 100%.

Kebutuhan jumlah petugas keamanan disesuaikan dengan tingkat hunian, sebagai berikut:

1. jumlah petugas keamanan sebanyak 2 orang jika tingkat hunian 50% dan 60%,
2. jumlah petugas keamanan sebanyak 3 orang jika tingkat hunian 70%, 75%, 80% dan 85%,
3. jumlah petugas keamanan sebanyak 4 orang jika tingkat hunian 90%, 95% dan 100%.

Pemodelan simulasi ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Pemodelan simulasi berdasarkan aliran kas dan/atau laba/rugi per tahun dengan memperhatikan:

1. Biaya modal
2. Pemasukan
3. Biaya Pengeluaran
4. Depresiasi
5. Pajak penghasilan

Hasil simulasi analisis ekonomi pada masing-masing skenario ditunjukkan pada 0 sampai 0.

**Tabel 10 Rekapitulasi analisis ekonomi pada skenario 1**

Tingkat Hunian	BCR	NPV	IRR	BEP	Keterangan
50%	0,74	-1.930.270.570	-24,59%	>10 tahun	Tidak Layak
60%	0,86	-1.078.380.420	-8,08%	>10 tahun	Tidak Layak
70%	0,96	-283.730.574	4,51%	>10 tahun	Tidak Layak
75%	1,01	62.265.188	10,00%	9,83 tahun	Layak
80%	1,07	556.315.718	18,45%	8,63 tahun	Layak
85%	1,11	928.755.860	25,68%	7,84 tahun	Layak
90%	1,15	1.304.399.034	34,13%	7,12 tahun	Layak
95%	1,19	1.613.176.769	43,01%	6,58 tahun	Layak
100%	1,23	2.038.849.243	59,84%	5,93 tahun	Layak

**Tabel 11 Rekapitulasi analisis ekonomi pada skenario 2**

Tingkat Hunian	BCR	NPV	IRR	BEP	Keterangan
50%	0,59	-3.036.648.042	-7000%	>10 tahun	Tidak Layak
60%	0,68	-2.378.232.891	-6100%	>10 tahun	Tidak Layak
70%	0,77	-1.761.923.959	-19,42%	>10 tahun	Tidak Layak
75%	0,81	-1.478.751.196	-14,03%	>10 tahun	Tidak Layak
80%	0,87	-1.075.978.218	-7,47%	>10 tahun	Tidak Layak
85%	0,90	-775.342.599	-2,81%	>10 tahun	Tidak Layak
90%	0,94	-501.876.904	1,34%	>10 tahun	Tidak Layak
95%	0,97	-239.205.692	5,31%	>10 tahun	Tidak Layak
100%	1,01	96.590.618	10,53%	9,75 tahun	Layak

Tabel 12 Rekapitulasi analisis ekonomi pada skenario 3

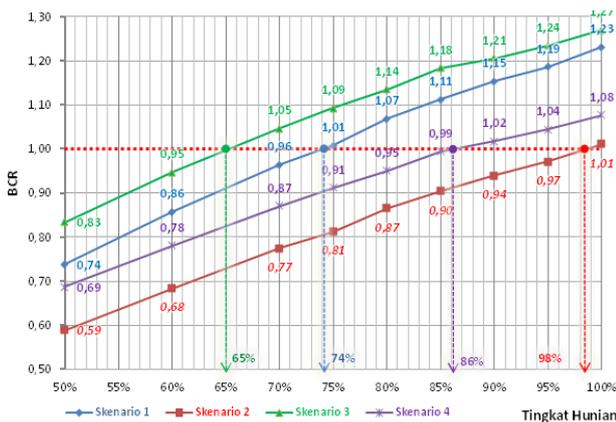
Tingkat Hunian	BCR	NPV	IRR	BEP	Keterangan
50%	0,83	-1.371.373.061	-16,19%	>10 tahun	Tidak Layak
60%	0,95	-459.701.367	0,78%	>10 tahun	Tidak Layak
70%	1,05	432.593.487	17,37%	8,78 tahun	Layak
75%	1,09	877.266.714	27,57%	7,67 tahun	Layak
80%	1,14	1.315.467.987	40,76%	6,74 tahun	Layak
85%	1,18	1.842.579.177	67,39%	5,83 tahun	Layak
90%	1,21	2.144.366.176	100,89%	5,37 tahun	Layak
95%	1,24	2.498.403.350	213,35%	0,00 tahun	Layak
100%	1,27	2.935.247.006	15492,39%	0,00 tahun	Layak

Tabel 13 Rekapitulasi analisis ekonomi pada skenario 4

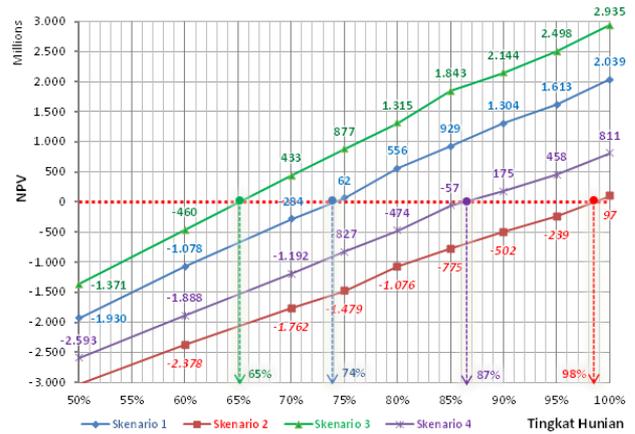
Tingkat Hunian	BCR	NPV	IRR	BEP	Keterangan
50%	0,69	-2.592.605.120	-5700%	>10 tahun	Tidak Layak
60%	0,78	-1.888.333.188	-27,48%	>10 tahun	Tidak Layak
70%	0,87	-1.191.882.654	-11,76%	>10 tahun	Tidak Layak
75%	0,91	-826.542.530	-5,27%	>10 tahun	Tidak Layak
80%	0,95	-474.363.090	0,72%	>10 tahun	Tidak Layak
85%	0,99	-57.409.400	7,96%	>10 tahun	Tidak Layak
90%	1,02	175.354.720	12,24%	9,50 tahun	Layak
95%	1,04	458.393.804	17,86%	8,78 tahun	Layak
100%	1,08	810.659.109	25,95%	7,97 tahun	Layak

0 menunjukkan bahwa investasi berdasarkan skenario 1 layak untuk dilaksanakan pada saat tingkat hunian minimum sebesar 80%. 0 menunjukkan bahwa investasi berdasarkan skenario 2 layak untuk dilaksanakan pada saat tingkat hunian minimum sebesar 100%. 0 menunjukkan bahwa investasi berdasarkan skenario 3 layak untuk dilaksanakan pada saat tingkat hunian minimum sebesar 70%. 0 menunjukkan bahwa investasi berdasarkan skenario 3 layak untuk dilaksanakan pada saat tingkat hunian minimum sebesar 85%.

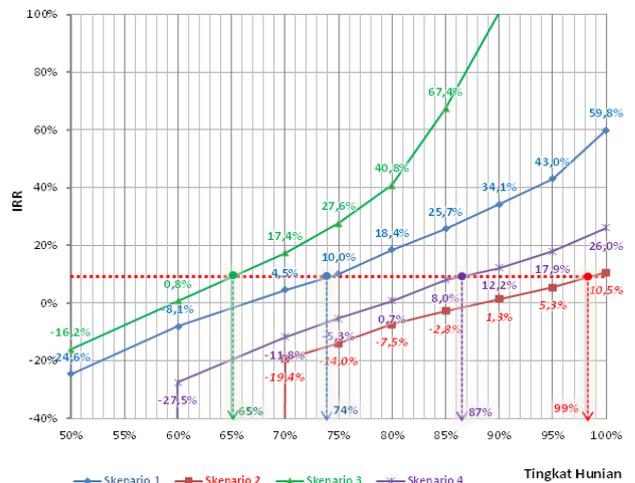
Hasil analisis terhadap skenario diatas akan sangat baik jika diketahui pada tingkat hunian berapakah investasi tersebut layak. Oleh karena itu, masing-masing analisis ekonomi akan dijabarkan dalam bentuk grafik hubungan antara tingkat hunian masing-masing skenario dengan nilai BCR, NPV, IRR dan BEP. Grafik ini ditunjukkan pada 0 sampai 0.



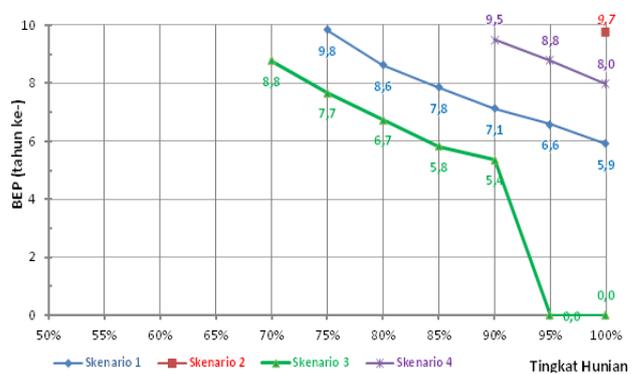
Gambar 18. Grafik hubungan tingkat hunian dan BCR



Gambar 19. Grafik hubungan tingkat hunian dan NPV



Gambar 20. Grafik hubungan tingkat hunian dan IRR



Gambar 21. Grafik hubungan tingkat hunian dan BEP

Hasil analisis menunjukkan bahwa kenaikan nilai BCR, NPV, dan IRR berupa garis lurus dengan tingkat kenaikan yang hampir seragam pada masing-masing skenario. Skenario 3 memiliki nilai

IRR yang lebih besar daripada skenario 1, 2 dan 4. Jika ditarik garis vertikal ke bawah untuk masing-masing skenario akan diperoleh:

1. skenario 1 layak jika tingkat hunian 74%,
2. skenario 2 layak jika tingkat hunian 98%.
3. skenario 3 layak jika tingkat hunian 65%.
4. skenario 4 layak jika tingkat hunian 87%.

0 menunjukkan hubungan antara tingkat hunian kamar dengan titik impas (BEP) pada masing-masing simulasi. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa skenario 3 memiliki titik impas yang lebih cepat jika dibandingkan dengan skenario 1, 2 dan 4. Skenario 3 dengan tingkat hunian yang sama dengan skenario 1, mampu memperoleh titik impas (BEP) yang jauh lebih cepat daripada skenario 1. Skenario 4 dengan tingkat hunian yang sama dengan skenario 2 mampu memperoleh titik impas (BEP) yang jauh lebih cepat daripada skenario 2. Bahkan, skenario 3 dengan tingkat hunian minimum 95% telah mengalami keuntungan sejak operasional di tahun pertama.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

5. Bangunan Gedung Asrama mengalami kerusakan pada komponen arsitektural dan utilitas, sedangkan kondisi struktural bangunan masih baik. Keandalan Bangunan Gedung A sebesar 58,25; Gedung B sebesar 56,52; Gedung C sebesar 53,94; dan Gedung D sebesar 52,70. Secara keseluruhan, Keandalan Bangunan Gedung tersebut masuk kedalam kategori tidak andal.
6. Hasil evaluasi struktur menunjukkan bahwa Gedung Asrama aman terhadap simpangan antar tingkat yang terjadi akibat gempa rencana. Persentase simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi adalah sebesar 33,4% dari kinerja batas layan yang diijinkan, dan 35,0% dari kinerja batas ultimit yang diijinkan.
7. Rehabilitasi dilakukan pada komponen struktur, arsitektur dan utilitas. Hasil analisis biaya konstruksi rehabilitasi Gedung Asrama adalah sebesar Rp. 4.106.500.000. Biaya ini dipergunakan untuk merehabilitasi Gedung A sebesar Rp.1.130.000.000, Gedung B sebesar Rp.1.213.100.000, Gedung C sebesar Rp.1.149.800.000, dan Gedung D sebesar Rp.613.600.000.
8. Total biaya pembangunan gedung baru adalah sebesar Rp.17.526.500.000. Persentase perbandingan antara biaya rehabilitasi dengan biaya pembangunan baru adalah sebesar 23,43%. Persentase ini lebih kecil daripada persyaratan maksimum biaya rehabilitasi sebesar 65% biaya pembangunan gedung baru, sehingga rehabilitasi layak dilakukan berdasarkan analisis biaya rehabilitasi.
9. Hasil analisis ekonomi pada masing-masing simulasi menunjukkan bahwa skenario 1 layak dilakukan jika tingkat hunian minimum sebesar 74%, skenario 2 layak dilakukan jika

tingkat hunian minimum sebesar 98%, skenario 3 layak dilakukan jika tingkat hunian minimum sebesar 65%, dan skenario 4 layak dilakukan jika tingkat hunian minimum sebesar 87%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Azis Hoessein, et al, 2011, Estimation of water value at Selorejo Dam-Indonesia, *Journal of Applied Sciences Research* 7(5): 649-653, American-Eurasia Network for Scientific Information.
- Anonim, 2007, Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara, Menteri Pekerjaan Umum Nomor 45/PRT/M/2007, Jakarta.
- Anonim, 2006, Pedoman Persyaratan Teknik Bangunan Gedung, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29/PRT/M/2006, Jakarta.
- Anonim, 2002, Bangunan Gedung, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002, Jakarta.
- Anonim, 2002a, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002), Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukiman Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2002b, Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002), Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukiman Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, 2000, Sistem Plambing (SNI 03-6481-2000), Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Anonim, 2000a, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) (SNI 04-0225-2000), Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Anonim, 1987, Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SKBI-1.3.53.1987, UDC: 624.042), Yayasan Badan Penerbitan PU, Jakarta.
- Hari Prasetijo, Lily Montarich, and Linda Prasetyorini, 2011, Evaluation of Water Price at Wonorejo Dam-Indonesia, *Journal of Applied Sciences Research* 7(3): 294-298, American-Eurasia Network for Scientific Information.
- Hartono Poerbo, 1992, *Utilitas Bangunan*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Hartono Poerbo, 1993, *Tekno Ekonomi Bangunan Bertingkat Tinggi*, Cetakan kedua (edisi revisi), Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Jimmy S. Juwana, 2005, *Panduan Sistem Bangunan Tinggi (untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sjafei Amri, 2006, *Teknologi Audit Forensik, Repair dan Retrofit untuk Rumah dan Bangunan Gedung*, Yayasan Jhon Hi-Tech Idetama, Jakarta.
- Sullivan, William G, et all, 2000, *Engineering Economy (8th Edition)*, International Edition, Prentice Hall International In.c, New Jersey, USA.