

**PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG
PADA BANGUNAN WATCHROOM PKP-PK
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS
DI BANDAR UDARA KELAS I UTAMA JUWATA-TARAKAN**

Rizal Afandi¹, Bambang Wasito², Ranatika Purwayudhaningsari³
^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: rijul556@gmail.com

Abstrak

Watchroom atau ruang pemantau merupakan salah satu fasilitas yang berada di sebuah bandara untuk memantau pergerakan pesawat secara visual. Sehubungan dengan hal tersebut, di Bandar Udara Kelas I Utama Juwata Tarakan terdapat ruang pemantau (*watchroom*) dengan lokasi yang belum strategis sehingga harus dipindah sesuai dengan *master plan* yang ada. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk merencanakan struktur *watchroom* sesuai dengan SNI. Dari hasil analisis, lokasi pembangunan *watchroom* masuk kategori risiko D sehingga dalam analisa strukturnya digunakan metode SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

Pada perhitungan struktur digunakan konsep *Strong Column and Weak beam* (kolom kuat balok lemah) yang mengacu pada SNI 1726:2019 tentang gempa. Dalam merencanakan struktur bangunan digunakan SNI 2847:2019 tentang beton bertulang dan SNI 1727:2018 untuk pembebanan. Pada penelitian ini digunakan program bantu SAP 2000 untuk pemodelan 3D gedung, spColumn untuk perhitungan diagram interaksi kolom, dan Autocad 2016 untuk detail penulangan.

Dari hasil desain struktur didapat hasil dimensi balok anak 300/250, balok induk 400/300, kolom 400/400 dan tebal pelat 130 mm serta detail penulangan struktur yang dimasukkan dalam gambar teknik. Selain itu, Pada pengecekan kontrol desain struktur *watchroom* berdasarkan SNI 1726:2019 telah memenuhi syarat dan memenuhi konsep *Strong Column Weak Beam* dimana nilai $\Sigma M_{nc} = 314,7 \text{ kNm} \geq 1,2 \Sigma M_{nb} = 226,272 \text{ kNm}$, sehingga struktur *watchroom* memiliki daktilitas yang tinggi.

Kata Kunci: Perencanaan Struktur, SRPMK, *Watchroom*, Respons Spektrum, Gempa, *Strong Column Weak Beam*

Abstract

Watchroom or monitoring room is one of the facilities at an airport to visually monitor aircraft movements. In connection with this, at Juwata Tarakan Class I Main Airport there is a watchroom with a location that is not yet strategic so it must be moved according to the existing master plan. In this final project, it is intended to plan a watchroom structure in accordance with SNI. From the results of the analysis, the watchroom construction site is categorized as risk D so that in the structural analysis the SRPMK (Special Moment Resistant Frame System) method is used.

In the calculation of the structure, the concept of Strong Column and Weak beam is used, which refers to SNI 1726:2019 regarding earthquakes. In planning the building structure, SNI 2847:2019 regarding reinforced concrete and SNI 1727:2018 is used for loading. In this final project, SAP 2000 is used for building

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

3D modeling, spColumn for calculation of column interaction diagrams, and Autocad 2016 for reinforcement details.

From the results of the structural design, the dimensions of the child beams are 300/250, the main beam is 400/300, the column is 400/400 and the plate thickness is 130 mm and the structural reinforcement details are included in the technical drawings. In addition, in checking the control design of the watchroom structure based on SNI 1726:2019, it has fulfilled the requirements and fulfilled the Strong Column Weak Beam concept where the value of $M_{nc} = 314.7 \text{ kNm} \geq 1.2 M_{nb} = 226.272 \text{ kNm}$, so the watchroom structure has high ductility.

Keywords: *Structural Planning, SRPMK, Watch room, Response Spectrum, Earthquake, Strong Column Weak Beam.*

PENDAHULUAN

Setiap Bandar Udara memiliki *Master Plan* atau Rencana Induk yang bertujuan untuk memberikan suatu tuntunan mengenai pengembangan dari fasilitas-fasilitas fisik bandara dimasa mendatang. Sehubungan dengan rencana induk Bandar Udara Juwata Tarakan, lokasi gedung Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) eksisting harus berpindah tempat untuk memenuhi kebutuhan pengawasan dan pemantauan terhadap seluruh area pergerakan pesawat.

Berdasarkan Peraturan KP 14 Tahun 2015, setiap pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) harus dilengkapi dengan ruang pemantau (*watchroom*) yang berfungsi sebagai tempat untuk memantau pergerakan pesawat secara visual dengan bebas halangan. Karena lokasi eksisting *watchroom* tidak strategis, maka harus dipindah tempatkan sesuai dengan master plan Bandar Udara Juwata Tarakan.

Dari hasil analisis dengan mengambil data tanah, di lokasi Bandar Udara Juwata Tarakan memiliki kategori tanah lunak (SE). Sehingga jika dihubungkan dengan respon spectral percepatan desain pada web Desain Spektra Indonesia 2021 yang mengacu pada SNI 1726:2019, maka didapat untuk lokasi Bandar Udara Juwata Tarakan masuk dalam kategori

risiko D, sehingga dalam analisa strukturnya harus menggunakan metode SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan komponen struktur beton bertulang tahan gempa pada *watchroom* PKP-PK menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus serta mendapatkan dimensi dari setiap elemen beton bertulang sesuai persyaratan dalam SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019.

METODE

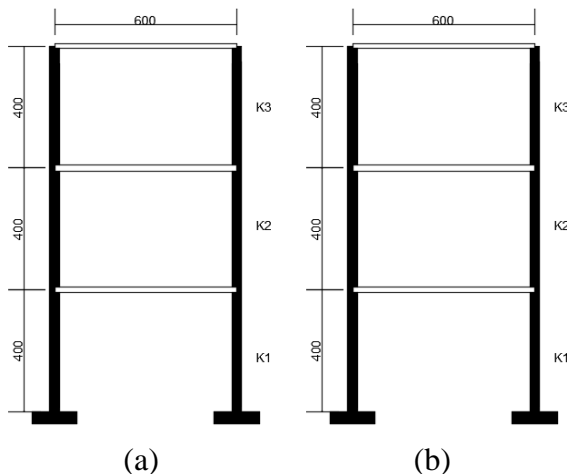
Pada penyelesaian penelitian ini, objek penelitian yang akan dibahas adalah struktur beton bertulang pada bangunan *watchroom* yang terdiri dari 3 lantai. Bangunan ini mempunyai panjang 5 m dan lebar 5 m dengan tinggi tiap lantai 4 m. Perhitungan gaya dalam pada setiap elemen struktur menggunakan analisa portal 3D dengan program SAP2000.

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu observasi secara langsung ke lapangan untuk mengetahui kondisi asli dan wawancara terhadap narasumber yang mempunyai wewenang serta mengumpulkan literatur untuk mengidentifikasi, mengolah data, dan menentukan metode penelitian yang akan digunakan.

Data Bangunan

- Nama bangunan : Watchroom
- Lokasi : Bandar Udara Kelas I Utama Juwata Tarakan
- Panjang bangunan : 5 m
- Lebar bangunan : 5 m
- Tinggi bangunan : 12 m
- Jumlah lantai : 3
- Struktur utama : Beton bertulang
- Mutu Beton : 30 Mpa
- Mutu Baja : 420 Mpa



Gambar 1 (a) Struktur Tampak Depan (b) Struktur Tampak Samping

Analisis Data

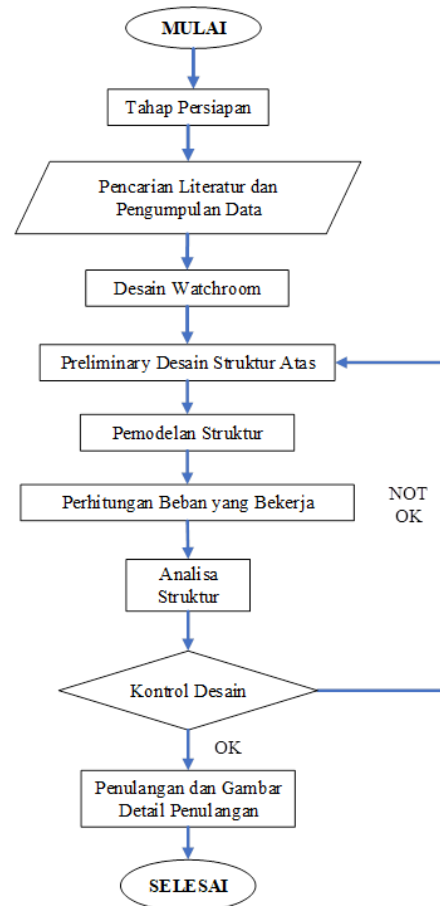
Analisis data untuk pembebanan menggunakan program SAP2000 dengan memasukkan data kombinasi pembebanan sesuai dengan SNI sebagai berikut:

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau R)
3. 1,2D + 1,6L (Lr atau R) + (1,0L atau 0,5W)
4. 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5 (Lr atau R)
5. 1,2D + 1,0E + 1,0L
6. 0,9D + 1,0W
7. 0,9D + 1,0E

Kombinasi beban digunakan untuk mencari nilai momen yang terjadi pada setiap elemen struktur, dengan mengambil nilai momen terbesar pada setiap elemen struktur yang dimensinya sama. Dari hasil momen

tersebut akan digunakan untuk menghitung kapasitas tulangan minimum secara manual menggunakan program excel.

Diagram Alir



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary Design

1. Dimensi awal balok didapat:
 - Balok induk = 400 x 300 mm
 - Balok anak = 300 x 250 mm
2. Tebal pelat didapat:
 - Pelat lantai = 130 mm
 - Pelat tangga = 180 mm
3. Dimensi awal kolom didapat:
 - Kolom = 400 x 400 mm

Pembebanan

1. Beban mati:
 - Beton bertulang = 2400 kg/m³
 - Plafond = 6,4 kg/m²
 - Penggantung = 7 kg/m²

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

- ME + Plumbing = 25 kg/m²
 - Spesi per 2 cm = 42 kg/m²
 - Keramik = 24 kg/m²
 - Sanitasi = 20 kg/m²
 - Bata ringan = 90 kg/m²
 - Kaca = 25,79 kg/m²
2. Beban hidup:
 - Perkantoran = 250 kg/m²
 - Atap = 100 kg/m²
 3. Beban angin:
 - Dinding (tekan) = 0,71 kg/m²
 - Dinding (hisap) = 0,59 kg/m²
 - Atap (tekan) = 1,31 kg/m²
 4. Beban gempa:

Tabel 1 Respon Spektrum

Respon Spektrum	
T (detik)	Sa (g)
0	0,204
0,138	0,51
0,667	0,51
0,8	0,425
1,006	0,338
2,003	0,1697
3	0,1133
4,006	0,0848
5,013	0,0678
6,005	0,0566

Sumber: Spektrum Respons Desain Indonesia 2021

Kontrol Periode Struktur

Hasil periode struktur (T) dari program SAP2000 sebesar 0,203194 detik. Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2.1 hasil tersebut tidak boleh melebihi $T_{max} = C_u T_a$

$$T_{min} = C_t \times h_m^x$$

$$= 0,0466 \times 12^{0,9}$$

$$= 0,43616 \text{ detik}$$

$$T_{max} = C_u T_a$$

$$= 1,4 \times 0,43616$$

$$= 0,610624 \text{ detik}$$

Jadi periode fundamental struktur tidak melebihi dari periode batas atas (T_{max}).

Kontrol Base Shear

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4 disebutkan bahwa nilai akhir respon dinamik dari struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari 100% nilai respon ragam yang pertama. Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$V_{dynamic} = 100\% V_{statik}$$

Berikut rekapitulasi hasil $V_{dynamic}$ dari program SAP2000 dan hasil V_{statik} dari perhitungan manual.

Tabel 2 Kontrol Gaya Geser Dasar

Arah	Base Shear (kg)		Kontrol
	Static	Dinamic	
	V	VT	VT/V x 100%
X	8293,12	8293,12	100%
Y	8293,18	8293,49	100%

Sumber: Hasil Olahan

Kontrol Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1 disebutkan bahwa simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan ijin antar lantai (Δ_a).

Berikut rekapitulasi hasil simpangan antar lantai:

Tabel 3 Kontrol Simpangan Antar Lantai

ΔX				
Lantai	hi (mm)	Drift antar lantai (mm)	Syarat Drift Δ_a (mm)	Ket.
1	4000	2,133	40	OK
2	4000	3,022	40	OK
3	4000	2,042	40	OK
ΔY				
Lantai	hi (mm)	Drift antar lantai (mm)	Syarat Drift Δ_a (mm)	Ket.
1	4000	2,140	40	OK
2	4000	2,973	40	OK
3	4000	1,974	40	OK

Sumber: Hasil Olahan

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

Simpangan terbesar terjadi pada lantai 2 dengan besar simpangan 3,022 mm pada arah X dan 2,973 mm pada arah Y. Tetapi masih dalam kondisi aman karena tidak melewati batas simpangan ijin.

Hasil Perencanaan Balok

Dari hasil perhitungan yang dilakukan didapat hasil perencanaan balok sebagai berikut.

Tabel 4 Rekapitulasi Penulangan Lentur Balok

Story	Balok	Momen	Tul. Tarik	Tul. Tekan
			mm	mm
1	Induk	Tumpuan	2 D16	5 D16
		Lapangan	3 D16	3 D16
	Anak	Tumpuan	2 D13	2 D13
		Lapangan	3 D13	2 D13
2	Induk	Tumpuan	2 D16	5 D16
		Lapangan	3 D16	3 D16
	Anak	Tumpuan	2 D13	2 D13
		Lapangan	3 D13	2 D13
3	Induk	Tumpuan	2 D16	5 D16
		Lapangan	3 D16	3 D16

Sumber: Hasil Olahan

Tabel 5 Rekapitulasi Penulangan Geser Balok

Story	Balok	Momen	Tul. Geser
			mm
1	Induk	Tumpuan	2 D10 – 75
		Lapangan	2 D10 – 150
	Anak	Tumpuan	2 D10 – 50
		Lapangan	2 D10 – 100
2	Induk	Tumpuan	2 D10 – 75
		Lapangan	2 D10 – 150
	Anak	Tumpuan	2 D10 – 50
		Lapangan	2 D10 – 100
3	Induk	Tumpuan	2 D10 – 75
		Lapangan	2 D10 – 150

Sumber: Hasil Olahan

Hasil Perencanaan Pelat

Berikut hasil dari perencanaan kebutuhan penulangan pada pelat.

Tabel 6 Rekapitulasi Penulangan Pelat

Story	Arah	Momen	Tul. Pakai
1 Lantai	Arah X	Tumpuan	D13 - 250
		Lapangan	D13 - 250
	Arah Y	Tumpuan	D13 - 100
		Lapangan	D13 - 200
2 Lantai	Arah X	Tumpuan	D13 - 250
		Lapangan	D13 - 250
	Arah Y	Tumpuan	D13 - 100
		Lapangan	D13 - 200
3 Atap	Arah X	Tumpuan	D10 - 250
		Lapangan	D10 - 250
	Arah Y	Tumpuan	D10 - 250
		Lapangan	D10 - 250

Sumber: Hasil Olahan

Hasil Perencanaan Tangga

Tangga digunakan untuk penghubung antar lantai. Berikut hasil dari perencanaan tangga.

Tabel 7 Rekapitulasi Penulangan Tangga

Pelat	Tul. Pokok	Tul. Bagi
	mm	mm
Tangga	D10 - 150	D10 - 200
Bordes	D10 - 200	D10 - 250

Sumber: Hasil Olahan

Hasil Perencanaan Kolom

Dari perencanaan yang dilakukan didapat hasil penulangan kolom sebagai berikut.

Tabel 8 Rekapitulasi Penulangan Kolom

Story	Momen	Tul. Utama	Tul. Geser
		mm	mm
1	L ₀	8 D19	2 D16 – 100
	Luar L ₀	8 D19	2 D16 – 125
2	L ₀	8 D19	2 D16 – 100
	Luar L ₀	8 D19	2 D16 – 125
3	L ₀	8 D19	2 D16 – 100
	Luar L ₀	8 D19	2 D16 – 125

Sumber: Hasil Olahan

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan struktur watchroom di Bandar Udara Kelas I Utama Juwata Tarakan menggunakan metode SRPMK, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perencanaan kolom ini telah memenuhi konsep Strong Column Weak Beam dimana nilai $\Sigma M_{nc} = 314,7 \text{ kNm}$
 $\geq 1,2 \Sigma M_{nb} = 226,272 \text{ kNm}$.
2. Berdasarkan Hasil SAP 2000 untuk kontrol desain struktur didapat kesimpulan sebagai berikut:
 - a. Dari hasil analisis periode struktur dari SAP 2000 diperoleh sebesar 0,203194 detik yang dibatasi sebesar T_{max} yaitu 0,610624 detik sesuai dengan SNI.
 - b. Nilai gaya geser $V_{dynamic}$ dari SAP2000 untuk arah X sebesar 8293,18 kg dan arah Y sebesar 8293,49 kg, nilainya sudah 100% dari V_{statik} yaitu sebesar 8293,1202 kg.
 - c. Simpangan terbesar terjadi pada lantai 2 dengan besar simpangan 3,022 mm pada arah X dan 2,973 mm pada arah Y. Tetapi masih dalam kondisi aman karena tidak melewati batas simpangan ijin.
3. Pada perencanaan struktur dari watchroom didapat detail penulangan sebagai berikut:
 - a. Pada perencanaan balok anak dengan panjang bentang 6 m didapat dimensi 30 x 25 cm, dengan tulangan tumpuan tarik 2 D 13 dan tekan 2 D 13, tulangan lapangan tarik 3 D 13 dan tekan 2 D 13, serta tulangan sengkang 2 D10 – 50 mm pada daerah tumpuan dan 2 D10 – 100 mm pada daerah lapangan.
 - b. Pada perencanaan pelat lantai dengan panjang bentang 6 x 4 m didapat ketebalan 13 cm, dengan tulangan arah X tumpuan D13 – 250 mm dan lapangan D13 – 250 mm, serta tulangan arah Y tumpuan D13 – 100 mm dan lapangan D13 – 200 mm.

- c. Pada perencanaan pelat atap dengan panjang bentang 6 x 6 m didapat ketebalan 13 cm, dengan tulangan arah X tumpuan dan lapangan D10 – 250 mm, serta tulangan arah Y tumpuan dan lapangan D10 – 250 mm.
- d. Pada perencanaan pelat tangga didapat ketebalan 18 cm dengan tulangan pokok D10 – 150 dan tulangan bagi D10 – 200, sedangkan pada pelat bordes didapat ketebalan 18 cm dengan tulangan pokok D10 – 200 mm dan tulangan bagi D10 – 250 mm.
- e. Pada perencanaan balok induk dengan panjang bentang 6 m didapat dimensi 40 x 30 cm, dengan tulangan tumpuan tarik 2 D 16 dan tekan 5 D 16, tulangan lapangan tarik 3 D 16 dan tekan 3 D 16, serta tulangan sengkang 2 D10 – 75 mm pada daerah tumpuan dan 2 D10 – 150 mm pada daerah lapangan.
- f. Pada perencanaan kolom didapat dimensi 40 x 40 cm dengan jumlah tulangan longitudinal 8 D19 dengan sengkang 2 D16 – 100 mm pada daerah sendi plastis dan 2 D16 – 125 mm pada daerah luar sendi plastis.

Saran

Dari hasil analisa selama proses pengerjaan penelitian ini ada beberapa saran yang disampaikan antara lain :

1. Diharapkan pihak Bandar Udara Kelas I Utama Juwata Tarakan untuk segera memindah ruang pemantau atau watchroom sesuai dengan master plan yang ada karena keberadaannya sangat penting terkait dengan keamanan dan keselamatan penerbangan.
2. Pada penelitian ini tidak termasuk perhitungan kebutuhan pondasi dan rencana anggaran biaya, sehingga perlu adanya penelitian lanjutan mengenai hal tersebut.

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2018). *SNI 03 1727 2018 Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi.
- [5] Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- [6] Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2021). *Desain Spektra Indonesia*. Retrieved from <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- [7] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2015). *Peraturan Nomor KP 14 Tahun 2015 Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 Volume IV Pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan Dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK)*. 2019: Kementerian Perhubungan.
- [8] Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 77 Tahun 2015 Tentang Standarisasi Dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- [9] Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2019). *Peraturan Direktorat Jendral Perhubungan Udara nomor 326 tahun 2019 tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil bagian 139 Volume I Bandar Udara (Aerodrome)*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- [10] Napoleao, M. (2016). *Studi Perencanaan Struktur Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Bangunan Gedung Serbaguna Widya Bhakti Jl.Ijen Kota Malang*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- [11] Rumagia, B. S. (2017). *Desain Struktur Gedung Venetian Menggunakan Metode SRPMK Dan Rencana Anggaran Biaya Lt 2. Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [12] Soffi , D. R. (2009). *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [13] U.S. Department of Transportation. (2008). *AC No: 150/5210-15A Aircraft Rescue And Firefighting Station Building Design*. Washington: Federal Aviation Administration.