REDESAIN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG PERPUSTAKAAN DAERAH KABUPATEN MINAHASA

Charisdeo Joseferts Piahiang[1] , Ir. N. A. R. A. Mamrimbing S.T,. M.T[2] , Ir. Nicky W. Rampengan,. M.Sc[3]

Pendidikan Teknik Bangunan/Teknik Sipil, Universitas Negeri Manado

Email: charisdeop@gmail.com

ABSTRAK

Perpustakaan sebagai ruang pembelajaran publik membutuhkan bangunan yang aman, efisien, dan responsif terhadap kondisi lingkungan. Penelitian ini meredesain struktur atas *Gedung Perpustakaan Daerah Kabupaten Minahasa* dari beton bertulang menjadi struktur baja untuk memperoleh kinerja yang lebih ringan, cepat dirakit, dan memiliki daktilitas tinggi terhadap beban gempa. Proses perancangan dilakukan melalui pendefinisian beban, pemodelan menggunakan SAP2000, serta evaluasi elemen struktur berdasarkan standar SNI 1729:2020 (Nasional, 2020), SNI 1727:2020 (SNI 1727, 2020), SNI 1726:2019 (Nasional, 2019), dan SNI 2847:2019(*SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, n.d.). Hasil analisis menunjukkan bahwa profil balok, kolom, dan sambungan baja yang dipilih memenuhi kapasitas kekuatan serta stabilitas yang dipersyaratkan. Redesain ini memberikan alternatif konstruksi yang lebih efisien sekaligus mempertahankan keselamatan bangunan sebagai fasilitas publik.

Kata kunci: struktur baja, redesain, perpustakaan, analisis gempa, SAP2000, SNI.

ABSTRACT

Libraries as public learning spaces require buildings that are safe, efficient, and responsive to environmental conditions. This study redesigned the upper structure of the Minahasa Regency Regional Library Building from reinforced concrete to a steel structure to obtain lighter performance, quickly assembled, and have high ductility to earthquake loads. The design process is carried out through load definition, modeling using SAP2000, and evaluation of structural elements based on SNI 1729:2020 (Nasional, 2020), SNI 1727:2020 (SNI 1727, 2020), SNI 7860:2020 (Muhamad syamsuri utomo dan ugi ono, 2024), SNI 1726:2019 (Nasional, 2019), and SNI 2847:2019(*SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, n.d.) *standards. The results of the analysis showed that the selected beam, column, and steel joint profiles met the required strength and stability capacity. This redesign provides a more efficient construction alternative while maintaining the safety of the building as a public facility.*

Keywords: *steel structure, redesign, library, earthquake analysis, SAP2000, SNI.*

PENDAHULUAN

Perpustakaan memiliki peran penting dalam mendukung pendidikan, penelitian, dan pengembangan ilmu pengetahuan. Sebagai pusat literasi, perpustakaan menyediakan akses terhadap berbagai sumber informasi yang dibutuhkan oleh masyarakat, akademisi, dan pelajar. Oleh karena itu, fasilitas perpustakaan yang modern dan *futuristik* diperlukan guna meningkatkan kualitas pembelajaran serta mendukung program literasi nasional. Di Kabupaten Minahasa, sendiri telah dibangun Gedung Perpustakaan Daerah Kabupaten Minahasa dikarenakan kebutuhan akan perpustakaan yang representatif semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah pelajar dan mahasiswa.

Namun dibalik dari hal tersebut tingkat keamanan dan keselamatan gedung itu sendiri wajib menjadi fokus utama guna meminimalisir malfungsi gedung atau gedung pada saat gedung sementara digunakan.

Maka dari pada itu merujuk dari permasalahan ini penulis bertujuan untuk meredesain struktur atas dari "GEDUNG PERPUSTAKAAN DAERAH KABUPATEN MINAHASA" yang awalnya beton akan di desain ulang menggunakan struktur baja namun tidak akan mengurangi spesifikasi dan kemampuan dari struktur tersebut, jadi yang akan diubah hanya dari segi material struktur tersebut dengan tetap memperhitungkan kekuatan struktur awal atau meningkatkan kemampuan struktur dalam memikul beban.

Adapula faktor pendukung berupa statemen para ahli yang membuat saya memilih penelitian ini ialah: dibanding beton bertulang, struktur baja menawarkan rasio kekuatan terhadap berat yang lebih tinggi dan memungkinkan struktur yang lebih ringan serta waktu pemasangan yang lebih cepat

Baja memiliki daktilitas dan keseragaman yang lebih besar dibanding beton, sehingga lebih cocok untuk bangunan di daerah (Salmon et al., 2009) . Baja itu seperti Lego: ringan, kuat, bisa dibongkar pasang(Wiratman, 2015). Sistem struktur baja dapat dipabrikasi dan dirakit secara modular, sehingga meningkatkan efisiensi konstruksi dan mutu kendali (Nasional, 2020)

Meskipun baja memiliki banyak keunggulan, perancangannya harus memperhatikan beberapa aspek penting seperti pembebanan yang bekerja pada struktur, kekuatan material. Perpustakaan sebagai bangunan publik yang sering menampung banyak orang harus dirancang dengan mempertimbangkan aspek keamanan, baik terhadap beban statis seperti berat sendiri struktur dan koleksi buku, maupun beban dinamis seperti beban gempa dan angin. Oleh karena itu, redesain struktur baja harus dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek keteknikan, termasuk analisis struktur terhadap beban gempa sesuai dengan regulasi terbaru yang berlaku seperti (*SNI-1726-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung*, n.d.) tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung.

Penelitian ini berfokus pada redesain struktur dari beton ke baja, dengan tujuan menghasilkan desain yang optimal, aman, serta sesuai SNI yang berlaku,

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perencanaan dan pembangunan gedung perpustakaan yang tidak hanya memenuhi fungsi utamanya sebagai pusat literasi, tetapi juga memiliki struktur yang kokoh, efisien dalam penggunaannya, serta mampu bertahan terhadap kondisi lingkungan dan beban gempa yang terjadi di wilayah tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Bangunan yang dianalisis adalah Gedung perpustakaan 3 lantai dengan fungsi sebagai fasilitas publik (Perpustakaan), bangunan ini terletak di Sasaran , Kecamatan Tondano Utara, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara

Data umum bangunan :

- Jumlah lantai : 3 meter
- Lebar Ruang : 5 meter
- Tinggi antar lantai: 4.5m.
- Luas tiap lantai: 19 m x 26 m

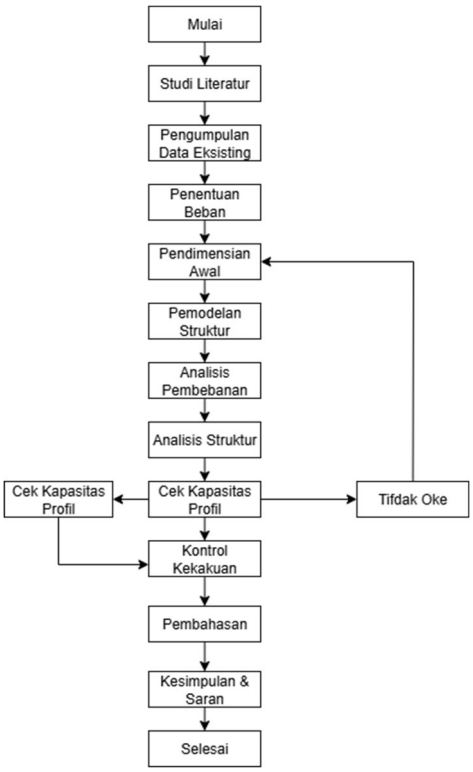
Penelitian ini menggunkan pendekatan metode kuantitatif, menggunakan aplikasi *structure analysis* SAP2000 dalam menghitung beban serta analisis respon spektrum atau beban gempa yang bekerja pada gedung. Beikut merupakan Tahapan penelitian yang harus dilalui:

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Studi Literatur
Mengumpulkan referensi terkait struktur baja, standar peraturan (SNI), serta metode analisis struktur.
2. Pengumpulan Data Eksisting:
Mendapatkan gambar kerja, dan spesifikasi teknis.
3. Pendimensian Awal
Menentukan dimensi awal elemen struktur berdasarkan perhitungan yang merujuk pada SNI.
4. Penentuan beban
Menentukan jenis beban yang nantinya akan bekerja pada elemen struktur, dan kombinasi pembebanan-nya.
5. Pembuatan Model Struktur
Membuat model struktur tiga dimensi menggunakan perangkat lunak SAP2000
6. Analisis Struktur
Melakukan perhitungan beban dan analisis struktur , atau memulai perhitungan SAP 2000
7. Cek Kapasitas Penampang
Membandingkan antara beban yang bekerja pada profil atau hasil analisis dengan beban yang mampu dipikul , hasil SAP 2000 harus lebih kecil dari kapasitas profil.
8. Penyusunan Kesimpulan dan Laporan
Merangkum hasil penelitian dalam bentuk susunan laporan akhir

Peralatan dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1) Perangkat Lunak Analisis Struktur: SAP2000 untuk analisis elemen hingga dan respons dinamis struktur.
2) Komputer dengan Spesifikasi Tinggi: Untuk pemrosesan model
3) Standar dan Panduan Teknis: SNI 1729:2020, SNI 1727:2020, AISC, ASCE sebagai acuan desain dan analisis.



Bagan Alir Penelitian

Gambar 1 Diagram Alir

Sumber:(Piahiang, 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A.Desain Pembebanan

1.Pembebanan Pada Plat Lantai

-Beban Hidup: 2.87-7.18 Kn/m2

-Beban Mati: 3.75 Kn/m2

2.Pembebanan Pada Plat Atap

-Beban Hidup: 0.96 Kn/m2

-Beban Mati:3.13 Kn/m2

3.Pembebanan Pada Balok

-Beban Dinding:3.13 Kn/m2

-Tinggi Dinding: 4.5m

-Total Beban Dinding:14.085 Kn/m2

B. Pendimensian Awal Kolom & Balok

1.Balok

-Balok Atap

Q Plat : (DL:3.13), (LL:0,96)

QTerfaktor : 1.2DL + 1.6LL

:1.2(3.13) + 1.6(0.96)

: 8,172Kn/m2

Q Balok :8,172 x 2,5

:13,23 Kn/m

M Perlu : 〖QxL/8〗^2

: 〖(13,23 x 5)/12〗^2

: 27,56 Kn/m

Pakai profil WF 250x125x6x9

Nilai Zx=324cm3

Kontrol kapasitas profil Momen Perlu < Momen Pakai

M Perlu ≤M Pakai .Φ

M Pakai .Φ=Zx . Fy .Φ

Mn Pakai = 324 x 300 x 0.9

= 87,48Kn/m

Mu : 27,56 ≤ 87,48 Mu Aman

-Balok 3,2,1 (Tebal dan lebar plat sama)

Q Plat : (DL:14,085 + 3,72), (LL:7,18)

QTerfaktor: 1.2DL + 1.6LL

:1.2(14,085+3,72) + 1.6(7,18)

: 32,854Kn/m2

Q Balok :QT x L/2

:32,854 x 2,5

: 82,135Kn/m

M Perlu : 〖QxL/8〗^2

: 〖(82,135 x 5)/12〗^2

: 171,11 Kn/m

Pakai profil WF 350x175x7,5x11

Nilai Zx=775cm3

Kontrol kapasitas profil Momen Perlu < Momen Pakai

M Perlu ≤M Pakai .Φ

M Pakai .Φ =Zx . Fy .Φ

Mn Pakai = 775 x 300 x 0.9

= 209,3Kn/m

Mu :171,11 Kn/m ≤ 209,3 Mn Aman

2.Kolom

-Lantai 3

P perlu =Total beban aksial (Q)

ϕP pakai = As≥ $\frac{P\ perlu}{\emptyset.fy}$

Profil yang dipakai H-Beam 200x200x8x12

: As = 2.(bf.tf)+ (hw.tw) > $\frac{13230}{0.9\,x\,300x10^{6}}$

: As= $6.2x10^{3}$ mm^{2} >$4.9x10^{-5}$ mm^{2}

-Lantai 2

P perlu =Total beban aksial (Q)

ϕP pakai = As≥ $\frac{P\,perlu}{\emptyset.fy}$

Profil yang dipakai H-Beam 200x200x8x12

: As = 2.(bf.tf)+ (hw.tw) > $\frac{97590}{0.9\,x\,300x10^{6}}$

: As= $6.2x10^{3}$ mm^{2} >$3.6x10^{-4}$ mm^{2}

-Lantai 1

P perlu =Total beban aksial (Q)

ϕP pakai = As≥ $\frac{P\,perlu}{\emptyset.fy}$

Profil yang dipakai H-Beam 200x200x8x12

: As = 2.(bf.tf)+ (hw.tw) > $\frac{181910}{0.9\,x\,300x10^{6}}$

: As= $6.2x10^{3}$ mm^{2} >$6.7x10^{-4}$ mm^{2}

3.Beban Angin

-Hitung gaya total

F = p.A

A = luas permukaan yang dikenai angin

Fx:625.6 x (13,5 x 5)

=42228 N/m2

Fy;625 x (13,5 x 3,5)

=29559,6 N/m2

Fy:625.6 x (13,5 x 5)N/m2

=42.228 KN/m2

4. Respon Spektrum

1. Menentukan Nilai Ss dan S1

Nilai Ss dan S1 Wilayah Tondano adalah

Ss = 1,0 – 1,2

S1 = 0,3 -0,4

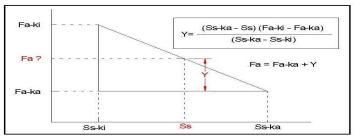
Diambil :

Ss = 1,15

S1 = 0,35

2. Menentukan Koefisien Fa

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCEᵣ) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, S_s					
	$S_s \le 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \ge 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SSSNI					



Kelas Situs SD dan Ss = 1,15

Fa-ki = 1,1

Fa-ka = 1,0

Ss-ki = 1,0

Ss-ka = 1,25

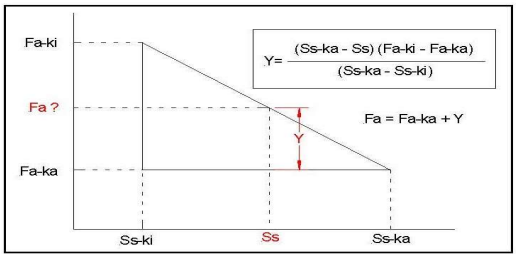
Y = ((Ss-ka - Ss) (Fa-ki - Fa-ka))/((Ss-ka -Ss-ki)) = (((1,25 -1,15) (1,1-1,0))/((1,25-1,0))) = 0.04

Fa = Fa-ka + Y

= 1,0 + 0,04

= 1,04

3. Menentukan Koefisien Fy



Kelas Situs SD dan S1 = 0,35

Fv-ki = 2,0

Fv-ka = 1,9

S1-ki = 0,3

S1-ka = 0,4

Y = ((S1-ka - S1) (Fv-ki - Fv-ka))/((S1-ka -S1-ki))=(((0,4-0,35)(2,0 - 1,9)/((0,4-0,3))) = 0.05

Fv = Fv-ka + Y
=1,9 + 0,05
= 1.95

4. Menghitung SMS dan SM1
SMS = Ss x Fa = 1.15 x 1.04= 1.196
SM1 = S1 x Fy = 0.35 x 1.95= 0.6825

5. Menghitung SDS dan SD1
SDS = 2/3 x SMS = 2/3 x 1,196
= 0.7974
SD1 = 2/3 x SM1 = 2/3 x 0.6825
= 0.455

6.Menghitung Periode Getar dan Penentuan Batas Peralian
T0 = 0,2 x SD1/SDS
= 0,2 x (0,455 / 0,7974)
= 0,11412 sec
Ts = SD1/SDS
= 0,455 / 0,7974
= 0,5706 sec
TL = 16 detik

Tabel 1. Respon Spektrum

Rekapan	
Ss	**1,15**
S1	**0,35**
Fa	**1,04**
Fv	**1,95**
Sms	**1.196**
Sm1	**0.6825**
SDs	**0.7974**
SD1	**0,455**
T0	**0.1142**
Ts	**0,5706**

Sumber:(Piahiang, 2025)

5.SAP
Rekapan Gaya Dalam SAP 2000
Setelah memelui pemrograman SAP2000 didapat nilai maksimum aksial lentur dan geser yang dirangkum dalam tabel di bawah ini:

Tabel 2 Rekapan Gaya Dalam

KOLOM

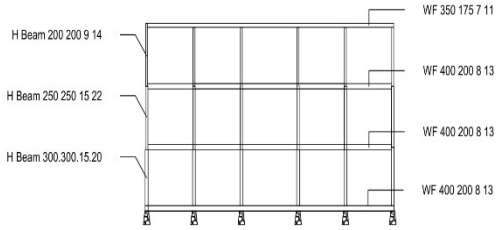
		P	V2	V3	T	M2	M3
1	MIN	-1257.79	-94.956	-67.064	-0.0377	-148.388	-214.529
	MAX	359.741	94.423	67.622	0.0378	149.1681	213.6243
2	MIN	-718.5	-108.423	-88.407	-0.3245	-105.39	-208.554
	MAX	251.894	107.781	94.464	0.3238	108.0896	211.1405
3	MIN	-149.22	-26.13	-13.102	-0.0004	-29.5277	-64.9574
	MAX	138.363	28.796	12.775	0.066	29.4362	64.6315

BALOK

		P	V2	V3	T	M2	M3
1	MIN	-57.906	-149.433	-4.562	-0.0397	-1.8805	-121.853
	MAX	56.079	162.358	4.557	0.0398	1.8823	122.4969
2	MIN	-296.886	-252.498	-67.4	-0.6118	-67.2	65.14
	MAX	295.624	263.967	66.667	0.6135	66.6556	263.0627
3	MIN	-213.671	-388.845	-128.947	-0.116	-79.5855	-165.193
	MAX	218.486	147.059	129.211	0.1177	79.8316	244.4241
ATAP	MIN	-36.818	-47.678	-7.9	-0.0274	-13.3933	-42.7323
	MAX	38.336	100.016	8.295	0.0276	11.0123	65.1433

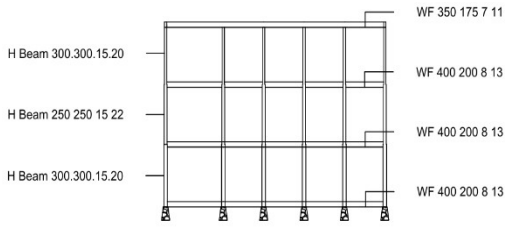
Sumber: (Piahiang, 2025)

6.Analisis dan Pembahasan
Portal X-Z



Gambar 2 Portal X-Z
sumber:(Piahiang, 2025)

Portal Y-Z



Gambar 3. Portal Y-Z
sumber:(Piahiang, 2025d)

1.Kolom
Cek Kapasitas Kolom
Kolom Lantai 1
H-Beam 300.300.15.20
Cek Penampang Kompak
Untuk Flens =b/(2 x tf) < λp→ (0.38√(E/Fy)) KOMPAK
=300/(2 x 20) < (0.38√(200000/300))
=7.5 < 9.8115578KOMPAK
Untuk Web = hw/tw < λp→ (3.76√(E/Fy)) KOMPAK
=260/15 < (0.38√(200000/300))
=13 < 97.082783 KOMPAK

Cek Kelangsingan Penampang
Kelangsingan harus dihitung berdasarkan kondisi yang terjadi, apabila:
λc < 4,71√(E/Fy) (kondisi tekuk tak elastis)
λc > 4,71 √(E/Fy) (kondisi tekuk elastis / euler

Cek Kelangsingan
Λx = KL/rx
= 1 . 4500 / 123.25
= 36.50 < / >4.71 √(200000/300)
= 36.50 < 121.6167 (kondisi tekuk tak elastis)
Λy= KL/ry
= 1 . 4500 / 70
=64.28< / > 4.71√(200000/300)
=64.28< 121.6167 (kondisi tekuk tak elastis)
Pakai kondisi kritis untuk menghitung FCR (64.28)

Cek Fcr
Perhitungan Fcr ditinjau dari 2 koondisi
Bila KL/r ≤4.71 E/Fy (atau Fy/Fe ≤ 2.25)
Fcr = ⌊0.658 Fy/Fe⌋Fy
Bila KL/r >4.71 E/Fy (atau Fy/Fe > 2.25)
Fcr = 0.877Fe (SNI 1729:2015 E3-3)
-KL/Ry= 64.28 < / >4.71 √(200000/300)
=64.28< 121.61 pakai (Fcr[〖0.685〗^(Fy/Fe)].Fy
HitungFe:(π^2E)/(KL/Ry)^2
Fe〖3.1〗^2 x 200000)/ 〖(64.28)〗^2
Fe:477.15
Hitung Fcr:〖0.685)^(Fy/Fe)].Fy
Fcr:[〖0.685〗^(300/477.15)]x 300
Fcr:230.58

Hitung Pn: Fcr x A
Pn: 230.58 x 14200
Pn: 3274338.891
ΦPn: 3274338.891 x 0.9
ΦPn: 2946905.002 hasil ini dalam Newton/m)
ΦPn: 2946.90 KN/m

Cek Kapasitas Aksial dan Rasio
ΦPn > Pu . . . OKE
2946.90> 1257.79 (hasil SAP 2000) . . . OKE
Cek RasioPu/ΦPn=1257.79/2946.90
=0.42
Cek Kapasitas Lentur dan Rasio
Momen Hasil Analisis SAP2000
Mu=214.52 (Hasil SAP 2000)
Hitung ΦMperlu (Mp)
M=Zx.Fy
Mn=1620500 x 300
=486150000 N/mm
Mn=486.15 Kn/m
ΦMn=486.15 x0.9
ΦMn=437.535

Kontrol Lentur
Mp= 437.535 > Mu=214.52
Cek Rasio Lentur (Momen) Mu/(ΦMn)
214.52/437.535=0.49

Cek Kombinasi Aksial Lentur
Pu/Pn=0.42=Pu/Pn+8/9(Mu/Mn)<1
=1257.79/2946.90+8/9(214.52/437.535<
< 1
=0.81 < 1 AMAN

Tabel 3 Rekapan Kapasitas Aksial Kolom

KAPASITAS AKSIAL (KOLOM)							
Lantai	Pu	Pn	Pu/Pn	Mu	Mn	Mu/Mn	(Pu/Pn)+(Mu/Mn)
1	1257.79	2946.9	0.426818	214.52	437.535	0.490292	0.81
2	716.5	2230.39	0.32	211.1405	300.95	0.70158	0.91
3	149.22	871.62	0.17	64.95	120.78	0.537755	0.623

Sumber:(Piahiang, 2025c)

2.Balok
Balok Lantai 1
Properti Penampang
WF 400.200.8.13
Cek Kapasitas Momen Plastis
Mp : Fy x Zx
Mp = 300 x 1263067.755
Mp = 378920326.4
Cek Plastis, Elastis, LTB
Lb = 5000 mm
Lp = 1.76ry√(E/Fy)
= 1.76 .80.47√(200000/300)
= 3656.94mm
Lr = 1.95 r_ts E/(0.7 x fy) √((J .c)/(Sx . Ho) +√(((J x c)/(Sx Ho))^2+((0.7 x Fy)/E)^2))
Keterangan:
Ho = h-tf Ho=387
Rts = bf/√(12 (1+1/6 (h tw)/(bf tf)))Rts=52.59
J= 2[1/3 h.〖tf〗^2]+[1/3(h-2(tf) 〖(tw〗 〗^3] J = 28866.3
Cw=〖Iy.Ho〗^2/4
Cw=1954825525476.00
C= 1
Lr= 1.95 .52.29 200000/(0.7 x 300) √((28866.3 . 1)/(1148243.413 . 387) +√(((28866.3 . 1)/(1148243.413 . 387))^2+((0.7 x 300)/200000)^2))
= 4239.64 mm
Karena LB : 5000 > Lr : 4239.64 (desain elastis) maka dipakai :
Mn= FCr.Sx
Fcr= Cb (π^2 E)/(Lb/rts)^2
Mn= 347643183(desain elastis)
Ø.Mn= 0.9 . 347643183
Ø.Mn=312878864.7 N
Ø.Mn(Sx)=281.59 KN <Mu =129.59 KN
Ø.Mn(Zx)=378920326.4 . 0.9 (Newton)
Ø.Mn(Zx)=341.028KN<Mu=129.59 KN
Dari hasil perhitungan penampang dinyatakan kompak dan mampu memikul momen yang bekerja.
Cek Defleksi
ΔMax = wL4/834EI
W = 14.085+7.18+3.72 (DL+LL)
L = 5000
E = 200000
I = 132705003,33
= (24.985 x 5000^4)/(384 x 200000 x 132705003.33)
Δmax =1.53 mm <Δijin= L/240 (untuk balok lantai)
Δmax = 1.53 mm <Δijin= 5000/240
Δmax = 1.53mm<Δijin= 20.83 AMAN

Tabel 4 Rekapan Kapasitas Lentur

KAPASITAS LENTUR (BALOK)					
Lantai	Mu	Mn (Sx)	Mn (Zx)	Δ Max	Δ Ijin
1	129.59	281.59	341.028	1.53	20.83
2	267.97	267.97	341.028	1.53	20.83
3	244.42	256.83	341.028	1.53	20.83
Atap	65.14	115.0532	222.72	2.79	27.78

Sumber:(Piahiang, 2025c)

3.Sambungan
Sambungan Lantai 1
M= 122.59
M=T. M= Momen T = Tarik
d = Jarak
Cek kapasitas tarik baut:

Data baut: M16 mutu 8.8 (fu=400mpa, p=2.00, Ab=201mm2 , As=157mm2)
N ult: As x Fu bolt:
As : π/4 (d-0.9382p)^2
Fu bolt:800 mpa
As = 3.14/4 (16-(0.9382 x 2.00))^2 :157
Nult = 157 x 400 :62800
Nult = 62.8 KN per baut
T = Mu/d
T = 122590/0.6 T = 204316 N
T = 204.31 KN
Untuk menghitung jumlah baut Nbaut = T/Nult
Nbaut = 204.31/62.8 Nbaut = 3.253 pcs ≈ 4 pcs
Dipakai 4 buah baut untuk tiap 1 sudut.

SIMPULAN

Hasil penelitian mengenai perencanaan ulang struktur Gedung Perpustakaan Daerah Kabupaten Minahasa menunjukkan bahwa penggunaan baja sebagai material utama dapat diterapkan dengan aman dan tetap mengikuti ketentuan yang diatur dalam SNI 1729:2020(Nasional, 2020), SNI 1727:2020(SNI 1727, 2020), SNI 1726:2019(Nasional, 2019), serta standar terkait lainnya. Seluruh komponen struktural mulai dari balok, kolom, hingga sambungan telah diuji dan terbukti mampu memenuhi tuntutan kekuatan, kestabilan, dan kontrol lendutan sesuai batas yang dipersyaratkan. Analisis yang dilakukan memperlihatkan bahwa sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) merupakan pilihan yang paling sesuai untuk bangunan perpustakaan tiga lantai dengan tingkat risiko III dan klasifikasi desain seismik D. Respons struktur terhadap gaya gempa, termasuk nilai gaya geser dasar serta karakteristik spektrum responsnya, berada dalam rentang aman. Begitu pula kapasitas profil baja yang digunakan; seluruhnya dapat menahan momen, geser, maupun tekan dengan rasio utilisasi yang tetap berada di bawah batas kritis, baik pada beban gravitasi maupun beban lateral. Dengan terpenuhinya seluruh parameter verifikasi tersebut, penelitian ini berhasil menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan yang ditetapkan. Desain struktur baja yang dihasilkan tidak hanya memenuhi ketentuan teknis, tetapi juga layak dijadikan rujukan dalam proses perencanaan ulang gedung perpustakaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Muhamad syamsuri utomo dan ugi ono. (2024). *REDESAIN STRUKTUR BANGUNAN 3 LANTAI MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA BERDASARKAN SNI 7860:2020*.

Nasional, B. S. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. BSN.

Nasional, B. S. (2020). *SNI 1729:2020 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. BSN.

Piahiang, C. (2025a). *Flowchart*.

Piahiang, C. (2025b). *Gaya dalam*.

Piahiang, C. (2025c). *Hitungan kapasitas kolom dan balok*.

Piahiang, C. (2025d). *Portal Autocad*.

Piahiang, C. (2025e). *Respon Spektrum*.

Salmon, C. G., Johnson, J. E., & Malhas, F. A. (2009). *Steel Structures: Design and Behavior*. Pearson.

SNI 1727. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. *Jakarta*, *8*.

SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. (n.d.).

SNI-1726-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung. (n.d.).

Wiratman, Ir. Prof. (2015). *Wawancara dan Karya Struktur Prof. Ir. Wiratman Wangsadinata*. PT Wiratman.