

BAB III METODE PERENCANAAN

3.1 Lokasi Perencanaan

Lokasi studi untuk tugas akhir ini adalah Gedung Kantor Bupati Pasuruan di Komplek Perkantoran Raci, Kecamatan Bangil, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bupati Pasuruan

3.2 Data Umum Perencanaan Bangunan

Nama Bangunan	: Gedung Kantor Bupati Pasuruan		
Lokasi	: Komplek Perkantoran Raci, Kecamatan Bangil, Pasuruan Jawa Timur		
Fungsi Gedung	: Gedung Perkantoran		
Jenis Struktur	: Struktur Baja Komposit (Rencana)		
Jumlah Lantai	: 4 Lantai		
Tinggi antar lantai	Lantai 2	:	3,95 m
	Lantai 3	:	6 m
	Lantai 4	:	4,5 m
	Atap	:	4,55 m
Tinggi bangunan	:	19 m	
Panjang bangunan	:	38,25 m	
Lebar bangunan	:	42 m	
Profil Baja	: balok	:	<i>Wide Flange (WF)</i>
		Kolom	:

3.1 Khusus Bangunan

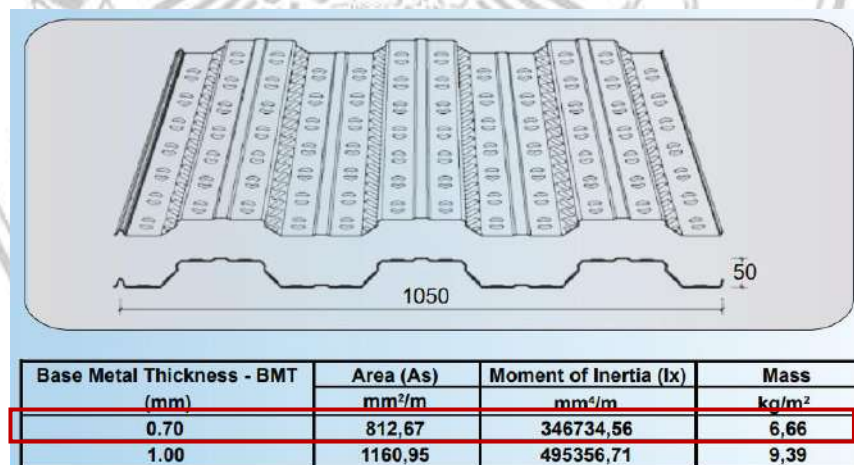
3.1.1 Spesifikasi Perencanaan

Spesifikasi perencanaan yang digunakan dalam merencanakan struktur Gedung Kantor Bupati Pasuruan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Perencanaan

Profil Wide Flange Hot Rolled		
Mutu Profil Balok Anak (350 x 175 x 7 x 11)	BJ 41	Fy = 250 MPa Fu = 410 MPa
Mutu Profil Balok Induk Arah X (450 x 200 x 9 x 14)	BJ 41	Fy = 250 MPa Fu = 410 MPa
Mutu Profil Balok Induk Arah Y (600 x 200 x 11 x 17)	BJ 41	Fy = 250 MPa Fu = 410 MPa
Profil King Cross		
Mutu Profil Kolom (800 x 300 x 14 x 26)	BJ 50	Fy = 290 MPa Fu = 500 MPa
Sambungan Struktur		
Mutu Baut	ASTM A325	
Mutu Angkur	ASTM F1554 Grade 55	
Mutu Kawat Las	FE70XX	

3.1.2 Spesifikasi *Floor Deck* Pelat Atap dan Lantai



Gambar 3.2 Spesifikasi Floordeck

(Sumber: PT. Union METAL, 2021)

Berat *floor deck* : 6,66 Kg/m² = 0,0666 kN/m²

Mutu Beton (fc') : 28 Mpa

Tebal <i>Floor deck</i>	: 0,70 mm
Luas <i>Floor deck</i>	: 812,67 mm ²
Tegangan leleh <i>Floor deck</i> (f_y)	: 560 MPa
Modulus elastisitas <i>Floor deck</i>	: 200000 Mpa
Inersia <i>Floor deck</i> (I)	: 346734,56 mm ⁴
Rencana tebal pelat atap	: 120 mm
Rencana tebal pelat lantai	: 120 mm

3.1.3 Spesifikasi Perencanaan Sambungan

Spesifikasi perencanaan sambungan yang digunakan dalam merencanakan struktur Gedung Kantor Bupati Pasuruan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi Perencanaan Sambungan

Data Sambungan Balok anak – Balok Induk Arah Y		
No.	Material Propertis	
1	Profil	Profil L (120 x 120 x 8)
2	Mutu	BJ 41
3	Kuat Leleh Minimum (F_y)	250 Mpa
4	Kuat Tarik Minimum (F_u)	410 MPa
No.	Material Propertis Baut	
1	Diameter	M20
2	Mutu	ASTM A325
3	Kuat tarik nominal (F_{nt})	620 Mpa
4	Kuat geser nominal (F_{nv})	469 Mpa (Ulir diluar bidang geser)
Data Sambungan Balok Induk Arah X - Kolom		
No.	Material Propertis	
1	Pelat Ujung	$t = 28$ mm
		$t = 32$ mm
2	Pelat menerus	$t = 14$ mm
3	Mutu	BJ 41
4	Kuat leleh Minimum (F_y)	250 Mpa
5	Kuat tarik minimum (F_u)	410 Mpa
No.	Material Propertis Baut	
1	Diameter	M33, M36

2	Mutu	ASTM A325
3	Kuat tarik nominal (Fnt)	620 Mpa
4	Kuat geser nominal (Fnv)	469 Mpa (Ulir diluar bidang geser)

Data Sambungan Balok Induk Arah Y - Kolom

No.	Material	Propertis
1	Pelat Ujung	t = 32 mm t = 36 mm
2	Pelat menerus	t = 17 mm
3	Mutu	BJ 41
4	Kuat leleh Minimum (Fy)	250 Mpa
5	Kuat tarik minimum (Fu)	410 Mpa

No.	Material	Propertis Baut
1	Diameter	M36, M39
2	Mutu	ASTM A325
3	Kuat tarik nominal (Fnt)	620 Mpa
4	Kuat geser nominal (Fnv)	469 Mpa (Ulir diluar bidang geser)

Data Sambungan Kolom - Kolom

No.	Material	Propertis
1	Pelat penyambung	230 x 15
2	profil	Siku 200 x 200 x 15
3	Mutu	BJ 50
4	Kuat leleh Minimum (Fy)	290 Mpa
5	Kuat tarik minimum (Fu)	500 Mpa

No.	Material	Propertis Baut
1	Diameter	M20
2	Mutu	ASTM A325
3	Kuat tarik nominal (Fnt)	620 Mpa
4	Kuat geser nominal (Fnv)	469 Mpa (Ulir diluar bidang geser)

Data Sambungan Kolom - Pondasi

No.	Data	Base Plate
1	Dimensi (B x N)	1000 x 1000
2	Mutu	BJ 50
3	Kuat leleh Minimum (Fy)	290 Mpa
4	Kuat tarik minimum (Fu)	500 Mpa

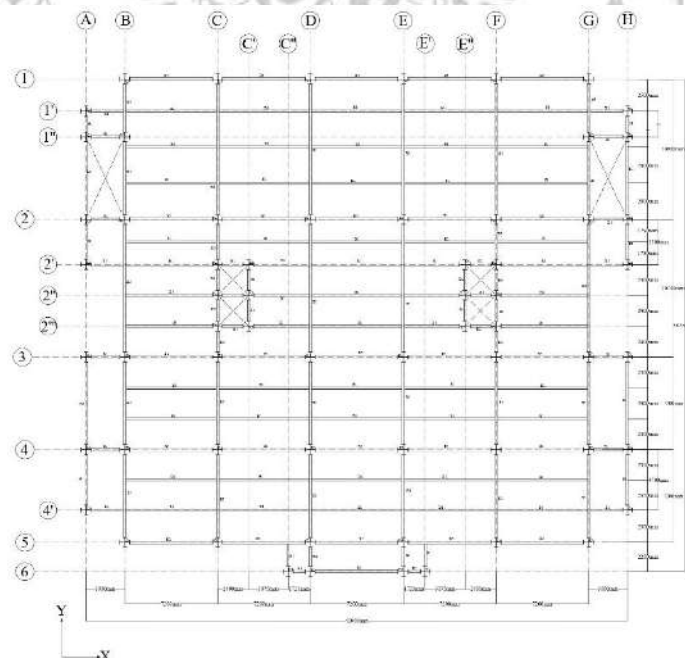
No.	Data	Angkur
-----	------	--------

1	Diameter	1.1/8 in (32 mm)
2	Mutu	ASTM F1554 grade 55
3	Kuat leleh Minimum (Fy)	379 Mpa
4	Kuat tarik minimum (Fu)	517 Mpa

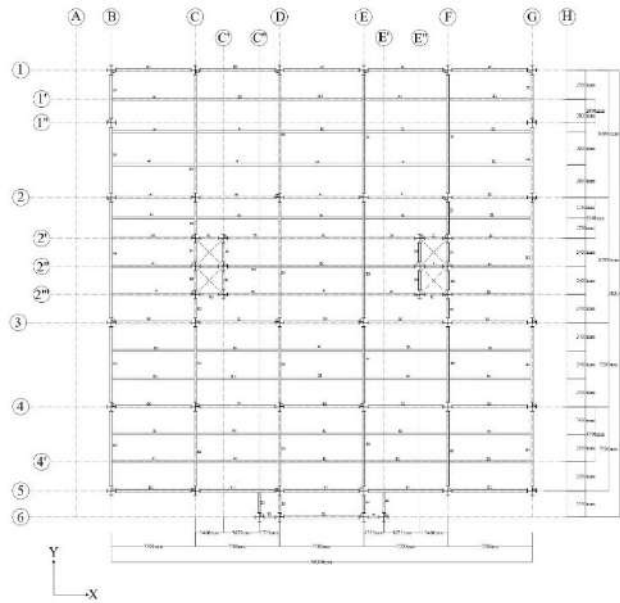
3.2 Peraturan – Peraturan Yang Dipakai Sebagai Acuan Perencanaan

- SNI 1726-2019 : tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
- SNI 1727-2020 : Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain
- SNI 1729-2020 : Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural
- SNI 2847-2019 : Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan
- SNI 7860-2020 : ketentuan seismik untuk bangunan gedung baja struktural
- SNI 7972-2020 : Sambungan terpraktualifikasi untuk rangka momen khusus dan menengah baja pada aplikasi seismik

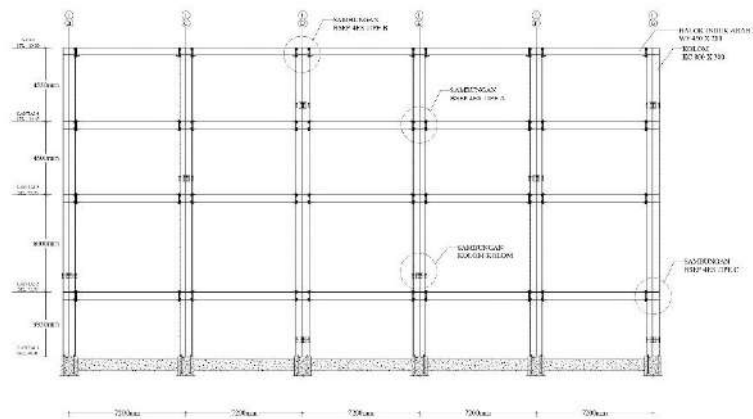
3.3 Gambar Rencana



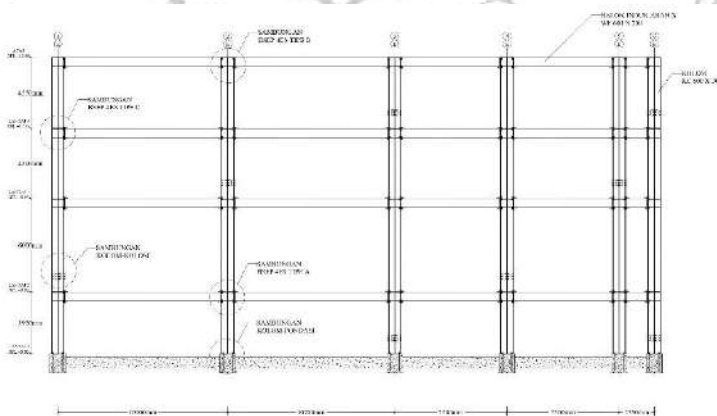
Gambar 3.3 Denah Rencana Balok dan Kolom Lantai 2-4



Gambar 3.4 Denah Rencana Balok dan Kolom Atap



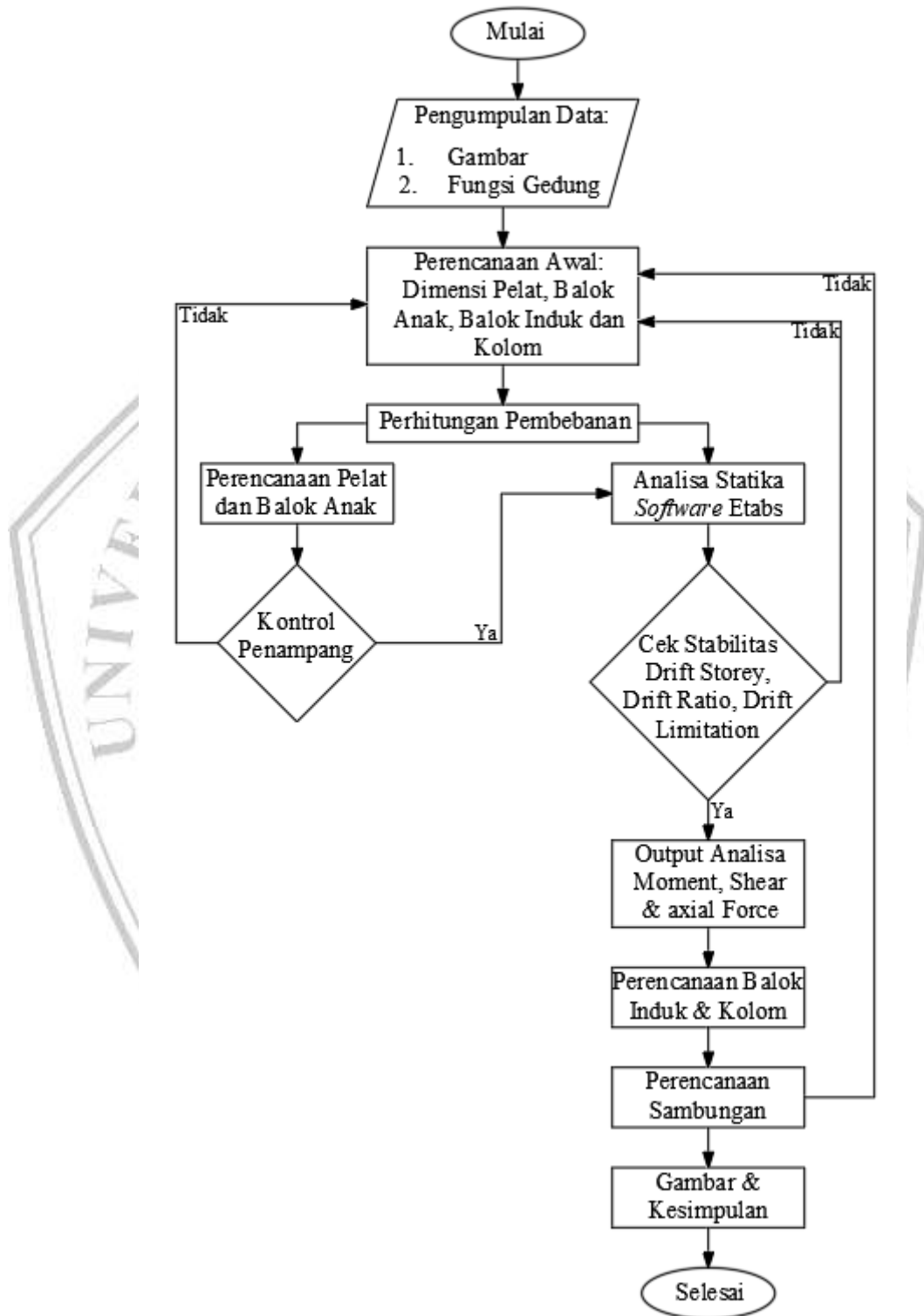
Gambar 3.5 Potongan A-A



Gambar 3. 6 Potongan B-B

3.4 Prosedur Perencanaan

3.4.1 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.7 Diagram Alir Perencanaan

Pada prosedur perencanaan yang terdapat pada Gambar 3.7 akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data

Mengumpulkan data yang berkaitan dengan perencanaan, mulai dari gambar gedung, fungsi bangunan, data pembebanan, data mutu yang digunakan serta referensi dan SNI terbaru yang akan digunakan dalam perencanaan.

2. Perencanaan awal

Perencanaan awal berupa mutu, dimensi pelat profil baja untuk balok anak, balok induk dan kolom. Pada perencanaan awal ini menggunakan metode *trial and error*.

3. Pembebanan struktur

Pada perencanaan struktur dilakukan perhitungan pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban kombinasi

4. Perencanaan pelat dan balok anak

Melakukan perhitungan pada perencanaan pelat lantai serta atap dan balok anak yang berpedoman pada peraturan SNI terbaru

5. Kontrol Penampang

Melakukan kontrol pada penampang pelat dan balok anak terhadap gaya yang bekerja

6. Analisa Statika

Melakukan analisa statika dengan cara memodelkan struktur gedung dengan bantuan software Etabs dan menggunakan metode RSA (Respons Spectrum Analisis) serta memasukan beban-beban yang sudah didapat kedalam pemodelan tersebut.

7. Cek stabilitas

Melakukan pengecekan terhadap stabilitas untuk drift storey, drift ratio dan drift limination. Jika stabilitas sudah memenuhi maka bisa dilanjutkan ketahap berikutnya.

8. Perencanaan balok induk dan kolom

Melakukan perhitungan manual untuk perencanaan balok induk dan kolom yang sesuai dengan peraturan SNI terbaru.

9. Perencanaan sambungan

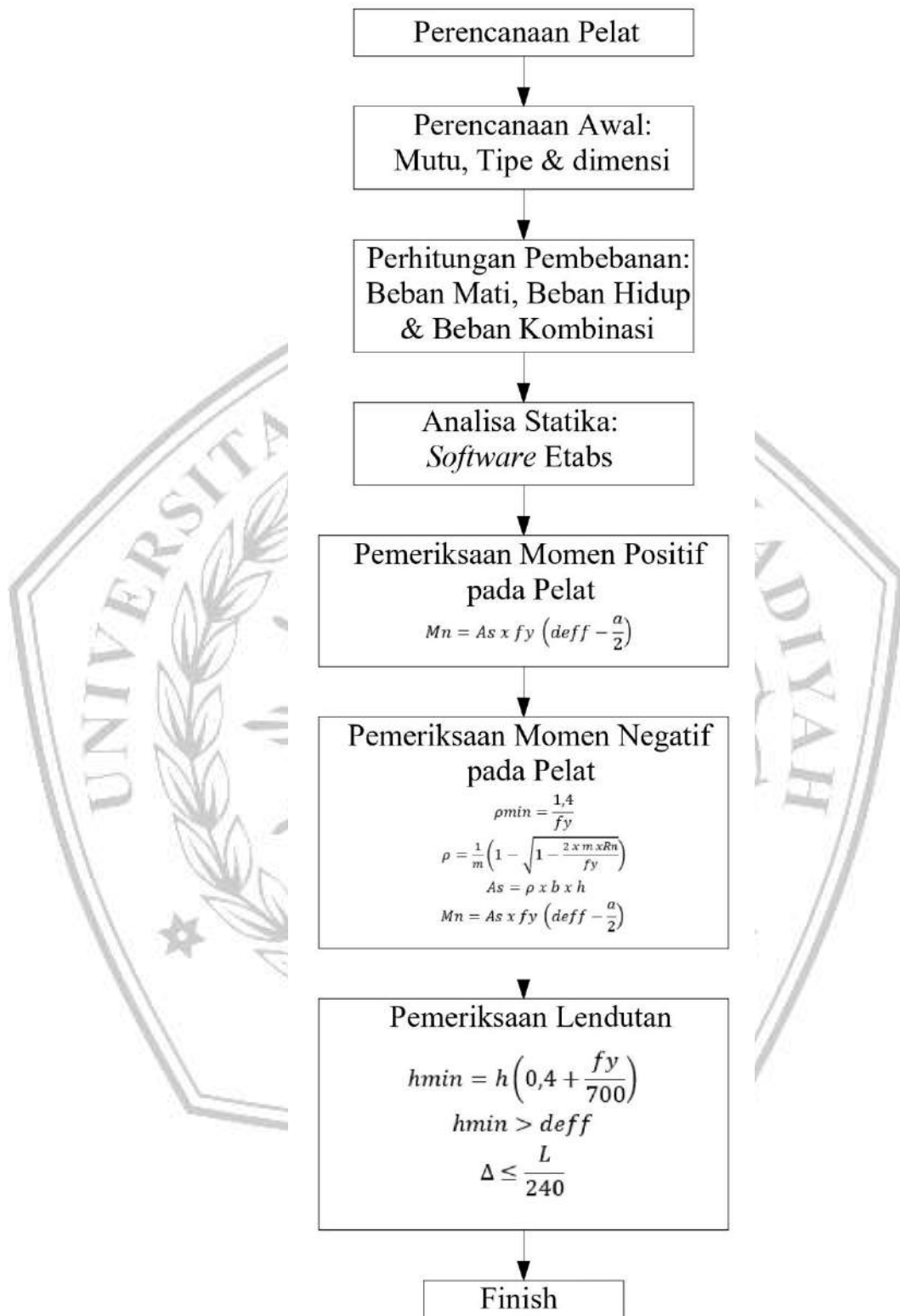
Melakukan perhitungan dan perencanaan sambungan pada balok anak- balok induk, balok induk-kolom, serta kolom -pondasi. Apabila hasil perhitungan memenuhi maka bisa dilanjutkan ke tahap berikutnya, namun jika hasil tidak memenuhi maka perlu percobaan ulang atau *trial and error*.

10. Gambar kerja dan kesimpulan

Menyajikan gambar kerja dan kesimpulan dari hasil perencanaan gedung dengan menggunakan software AutoCAD.



3.4.2 Perencanaan Pelat Komposit



Gambar 3.8 Diagram Alir Perencanaan Pelat Komposit

pada prosedur perencanaan pelat yang terdapat pada gambar 3.8 akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Perencanaan awal

Merencanakan dan menentukan desain awal seperti mutu, tipe dan dimensi pada pelat.

2. Perhitungan pembebanan

Melakukan perhitungan manual pada pembebanan perencanaan pelat seperti beban mati, beban hidup serta beban kombinasi

3. Analisa Statika

Melakukan analisa statika dengan bantuan *software* Etabs, untuk mendapatkan nilai momen tumpuan dan lapangan terbesar.

4. Pemeriksaan momen positif

Melakukan pemeriksaan momen positif pada pelat setelah mendapatkan nilai momen lapangan dari Etabs, maka dilakukan kontrol $\phi M_n \geq M_u$

5. Pemeriksaan momen negatif

Melakukan perhitungan perencanaan pada pelat atap maupun lantai untuk memeriksa momen negatif.

Rasio tulangan pelat

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

Rasio tulangan perlu:

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

Setelah mendapatkan rasio tulangan perlu dan rasio tulangan pelat, maka diambil nilai yang terbesar diantara keduanya

$$A_s = \rho \times b \times h$$

Setelah mendapatkan nilai A_s perlu, maka dapat ditentukan A_s tulangan yang digunakan.

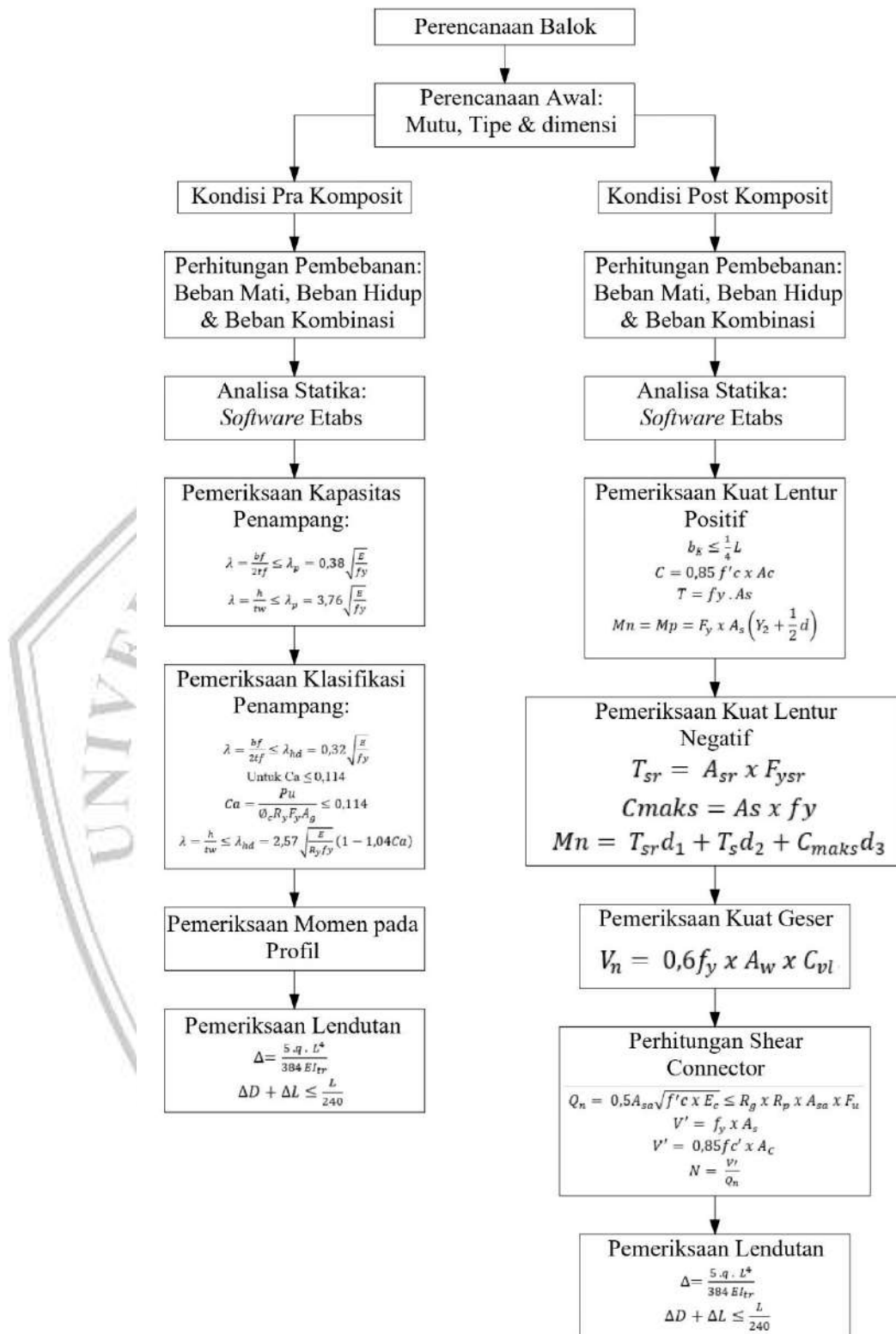
$$M_n = A_s \times f_y \left(d_{eff} - \frac{a}{2} \right)$$

6. Pemeriksaan lendutan

Pemeriksaan lendutan dilakukan untuk meninjau pelat yang direncanakan agar tidak melebihi dari lendutan maksimum.



3.4.3 Perencanaan Balok



Gambar 3.9 Diagram Alir perencanaan Balok

pada prosedur perencanaan balok yang terdapat pada gambar 3.9 akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Perencanaan Awal

Menentukan dimensi dan mutu profil yang akan digunakan pada perencanaan balok anak dan balok induk.

2. Kondisi Pra Komposit

Kondisi pelat beton yang belum mengeras serta beban guna bangunan belum bekerja.

3. Perhitungan Pembebanan

Melakukan perhitungan pembebanan struktur yang meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa serta beban kombinasi.

4. Analisa Statika

Menganalisa struktur gedung yang direncanakan menggunakan *software* Etabs.

5. Pemeriksaan Kapasitas Penampang

Melakukan pemeriksaan penampang terhadap tekuk pada balok anak dan balok induk dengan syarat $\lambda \leq \lambda_p$.

6. Pemeriksaan Klasifikasi Penampang

Menggunakan penampang dengan daktilitas tinggi.

7. Pemeriksaan Momen pada Profil

Melakukan pemeriksaan dengan nilai $T < C$ untuk mengetahui bahwa garis netral plastis jatuh pada pelat beton. Maka dapat dilanjutkan dengan kontrol $\phi M_n \geq M_u$

8. Pemeriksaan Lendutan

Setelah melakukan perhitungan inersia pada balok anak dan balok induk, maka dapat dilakukan kontrol lendutan: $\Delta_D + \Delta_L \leq L/240$.

9. Kondisi Post Komposit

Menampilkan kondisi pelat beton yang telah mengeras serta beban guna telah bekerja.

10. Perhitungan Pembebanan

Melakukan perhitungan pembebanan struktur yang meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa serta beban kombinasi.

11. Analisa Statika

Menganalisa struktur gedung yang direncanakan menggunakan *software* Etabs.

12. Pemeriksaan Kuat Lentur Positif

Melakukan pemeriksaan diantara 3 kondisi yaitu: $T \leq C$, $T > C$ dan $T > C$.

13. Pemeriksaan Kuat Lentur Negatif

Melakukan perbandingan antara tahanan tarik nominal (T_{sr}) dan gaya tekan maksimum (C_{maks})

14. Perhitungan Kuat Geser

Melakukan kontrol kuat geser $\phi V_n \geq V_u$.

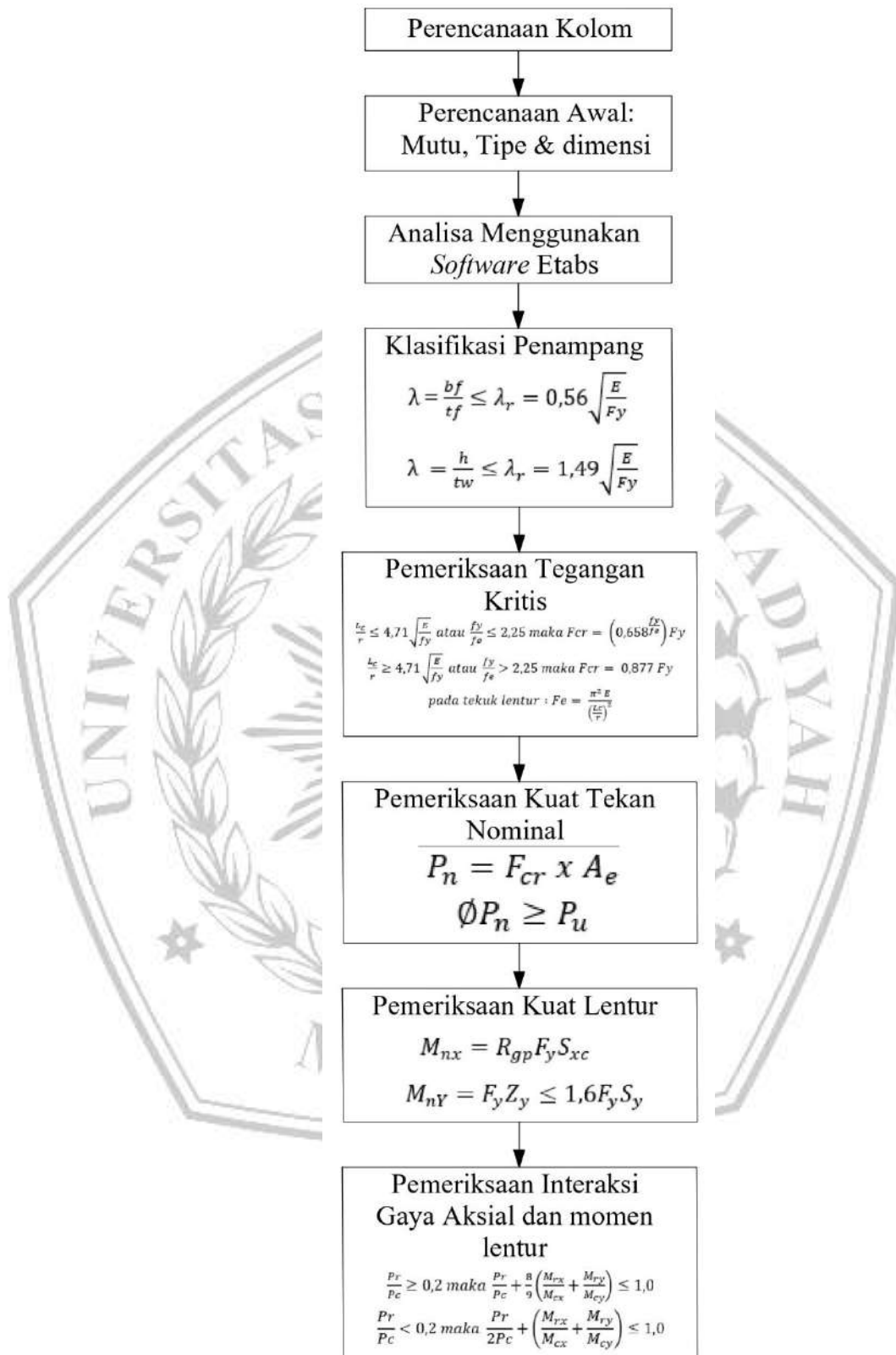
15. Perhitungan *Shear Connector*

Setelah melakukan perhitungan kuat geser *shear stud* yang dipakai, dilanjutkan dengan gaya geser perlu, V' yang dihitung dari kuat lentur maksimum balok, khususnya nilai terkecil resultan desak beton atau tarik profil baja. Dari hitungan kuat lentur balok komposit tersebut, dapat diperoleh jumlah *shear stud*.

16. Pemeriksaan Lendutan

Setelah melakukan perhitungan inersia pada balok anak dan balok induk, maka dapat dilakukan kontrol lendutan: $\Delta_D + \Delta_L \leq L/240$.

3.4.4 Perencanaan Kolom



Gambar 3.10 Diagram Alir Perencanaan Kolom

pada prosedur perencanaan kolom yang terdapat pada gambar 3.10 akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Perencanaan Awal

Menentukan dimensi dan mutu dari profil yang akan digunakan pada perencanaan kolom.

2. Analisa Statika

Menganalisa struktur gedung yang direncanakan menggunakan *software* Etabs.

3. Klasifikasi Penampang

Melakukan pemeriksaan klasifikasi penampang terhadap tekuk pada kolom dengan syarat $\lambda \leq \lambda_r$.

4. Pemeriksaan Tegangan Kritis

Melakukan analisa tegangan kritis dengan perbandingan 2 syarat yaitu:

$$\frac{L_c}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ atau } \frac{F_y}{F_e} \leq 2,25 \text{ tekuk inelastic } F_{cr} = \left(0,658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y$$

$$\frac{L_c}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ atau } \frac{F_y}{F_e} > 2,25 \text{ tekuk elastis } F_{cr} = 0,877 F_e$$

5. Pemeriksaan Kuat Tekan Nominal

Setelah melakukan perhitungan tegangan kritis maka perlu melakukan pemeriksaan terhadap kuat tekan nominal yaitu dengan syarat $\phi P_n \geq P_u$.

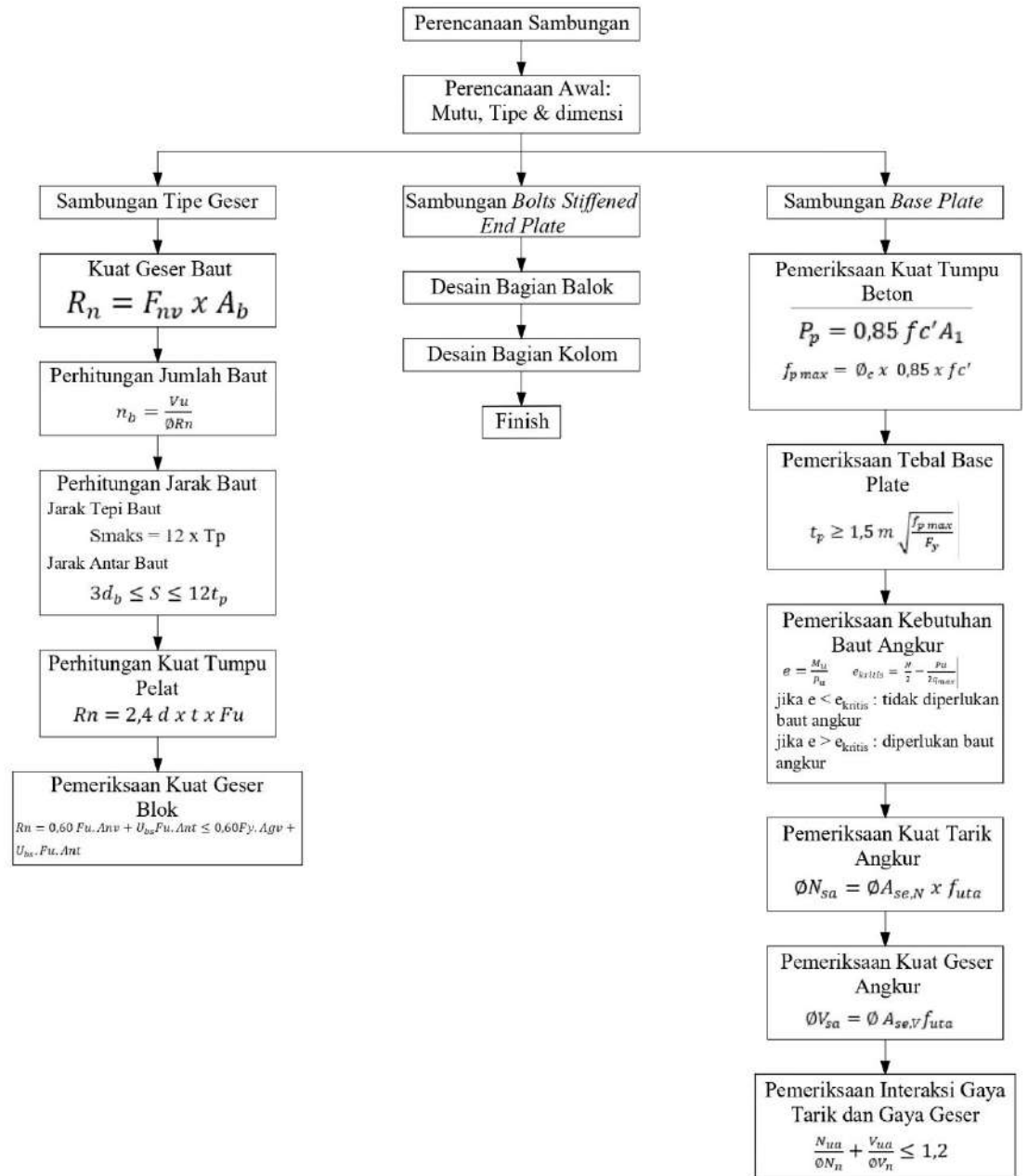
6. Pemeriksaan Kuat Lentur

Melakukan pemeriksaan kuat lentur terhadap sumbu mayor dan sumbu minor.

7. Pemeriksaan Interaksi Gaya Aksial dan Momen lentur

Melakukan kontrol pada kekuatan lentur arah X dan arah Y, sehingga tidak melebihi yang disyaratkan.

3.4.5 Perencanaan Sambungan



Gambar 3.11 Diagram Alir Perencanaan Sambungan

pada prosedur perencanaan sambungan yang terdapat pada gambar 3.11 akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Perencanaan Awal

Menentukan mutu dan tipe sambungan yang akan digunakan dalam perencanaan.

2. Sambungan Tipe Geser harus menggunakan baut dengan mutu tinggi sebab ini akan berpengaruh pada kekuatan dan kekakuan sebuah sambungan.

3. Kuat geser baut

Kuat geser baut dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut

$$R_n = F_n v \times A_b$$

4. Perhitungan Jarak Baut

Perhitungan jarak baut perlu dilakukan dengan memperhitungkan jarak baut ke tepi pelat dan jarak antar baut.

5. Perhitungan Kuat Tumpu Pelat

Perhitungan kuat tumpu pelat sebagai berikut

$$R_n = 2,4 \times d_b \times t_p \times F_u$$

6. Pemeriksaan Kuat Geser Blok

Perhitungan kuat geser dilakukan analisis perbandingan antara kondisi leleh dan kondisi fraktur.

7. Sambungan *Bolts Stiffened End Plate*

8. Desain Bagian Balok

Desain bagian balok meliputi, momen pada muka kolom, diameter baut, tebal pelat ujung, gaya sayap balok terfaktor, tebal pengaku pelat ujung, menghitung keruntuhan geser, menghitung kegagalan tumpu dan mendesain las balok ke pelat ujung.

9. Desain Bagian Kolom

Desain bagian kolom meliputi, pemeriksaan ketebalan sayap kolom, kuat lentur sayap kolom, kuat leleh badan kolom, kuat tekuk badan kolom, kuat lipat badan kolom, desain pelat menerus, dan zona panel.

10. Sambungan *Base Plate*

11. Pemeriksaan kuat tumpu beton

Melakukan pemeriksaan kuat tumpu beton dengan syarat $\phi P_p \leq P_u$

12. Pemeriksaan Tebal Base Plate

Melakukan perhitungan tebal *base plate* yang akan digunakan dalam perencanaan.

13. Pemeriksaan Kebutuhan Baut Angkur, dilakukan analisis perbandingan untuk mencari tahu digunakan atau tidaknya baut angkur.

14. Pemeriksaan kuat tarik angkur

Melakukan pemeriksaan kuat tarik angkur.

15. Pemeriksaan kuat geser angkur

Melakukan pemeriksaan kuat geser angkur

16. Pemeriksaan interaksi kuat tarik dan kuat geser angkur

Melakukan pemeriksaan interaksi kuat tarik dan kuat geser angkur sesuai dengan syarat yang ada.

