

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Memasuki era perkembangan teknologi yang semakin maju, pekerjaan dalam bidang konstruksi bangunan harus memiliki beberapa aspek yang harus terpenuhi yakni dalam segi kekuatan bangunan, ketahanan bangunan, kemudahan pengerjaan serta biaya pengerjaan. Para *engineer* saat ini banyak mendesign bangunan dalam skala yang cukup besar yang mencakup tinggi dan luas bangunan. Saat ini rangka batang sangat penting untuk pembangunan konstruksi. Bentuk struktur rangka batang dipilih karena mampu menerima beban struktur relatif besar dan dapat melayani kebutuhan bentang struktur yang panjang.

Rangka batang (*truss*) adalah suatu konstruksi yang terdiri dari sejumlah batang – batang yang disambung satu dengan yang lain pada kedua ujungnya, sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang kokoh (Seven Jantri, 2019). Banyak juga dijumpai konstruksi rangka batang yang dibuat dari bahan kayu, baik berupa balok maupun papan. Konstruksi rangka kayu ini banyak dimanfaatkan untuk kuda – kuda rangka atap, atau konstruksi yang terlindung (Seven Jantri, 2019). Bentuk rangka batang dapat bermacam – macam sesuai dengan fungsi dan konstruksi, seperti konstruksi untuk jembatan, rangka untuk atap, serta menara dan disesuaikan dengan bahan yang digunakan, seperti baja atau kayu. Pada konstruksi berat, batang konstruksi dibuat dari bahan baja, yakni batang baja yang disebut baja profil, seperti baja siku, baja kanal, baja C, baja I dan baja profil lainnya (Seven Jantri, 2019).

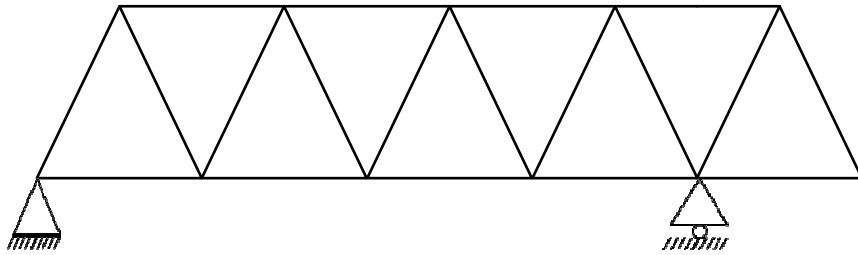
Rangka konstruksi berat yang dimaksud diatas adalah jembatan, rangka bangunan pabrik, menara yang tinggi dan sebagainya. Batang – batang yang ada pada konstruksi rangka baja biasanya disambung satu dengan yang lain menggunakan las, paku keling atau baut. Rangka batang juga merupakan suatu konstruksi yang terdiri dari batang - batang tarik dan batang - batang tekan saja. Struktur rangka batang umumnya dihitung menggunakan metode *ritter* (potongan). Pada metode ini, luas penampang di setiap elemen dianggap sama dengan elemen lain. Hal ini membuat perlu dilakukan pengontrolan kembali terhadap struktur rangka tersebut apabila luas penampang di setiap elemen berbeda - beda. Adapun

metode yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).

## 1.2 Rumusan Masalah

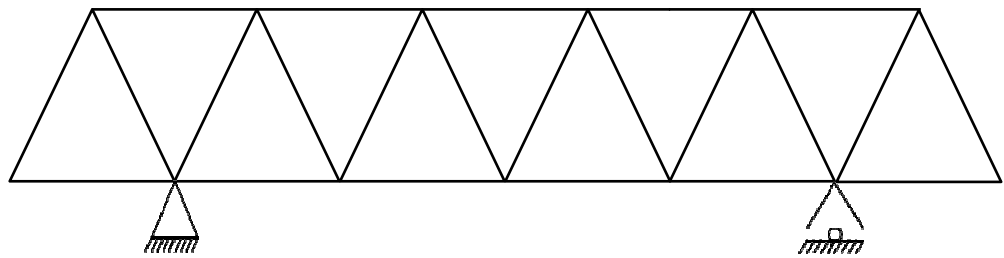
Berdasarkan latar belakang diatas penulis merumuskan masalah dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Untuk mengetahui hasil dari besar gaya – gaya dalam rangka batang menggantung menggunakan metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).
2. Bagaimana perbedaan hasil gaya – gaya dalam rangka batang menggantung menggunakan metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).



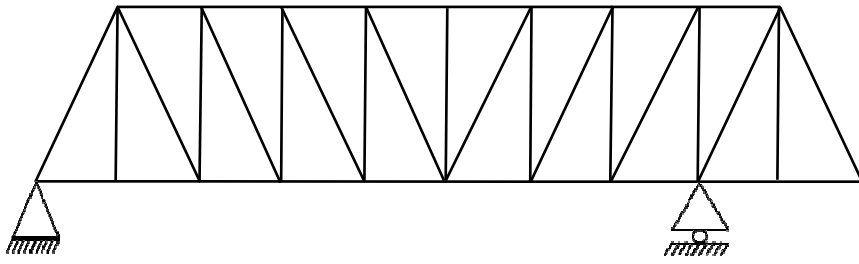
Gambar 1.1 Rangka Batang *Type Warren Truss* Dengan Satu (1) Ujung Menggantung

(Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)

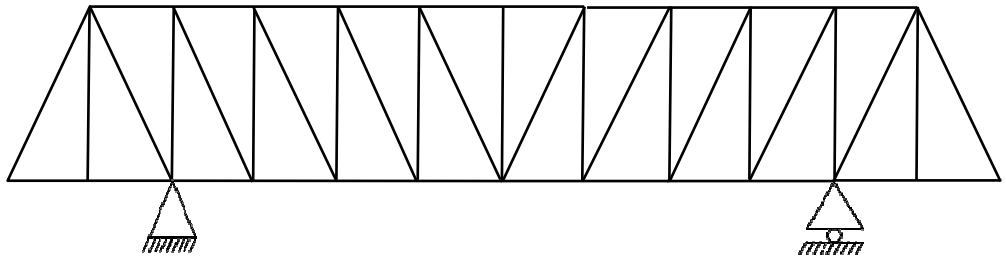


Gambar 1.2 Rangka Batang *Type Warren Truss* Dengan Dua (2) Ujung Menggantung

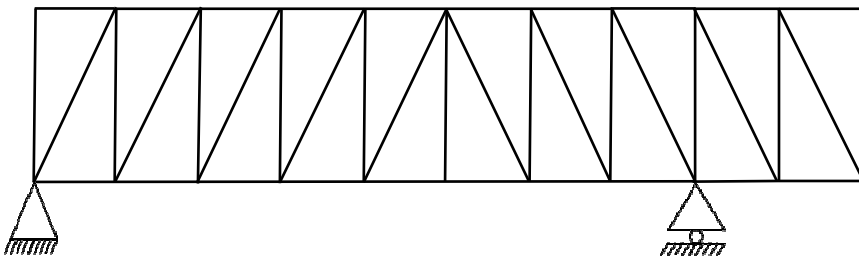
(Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)



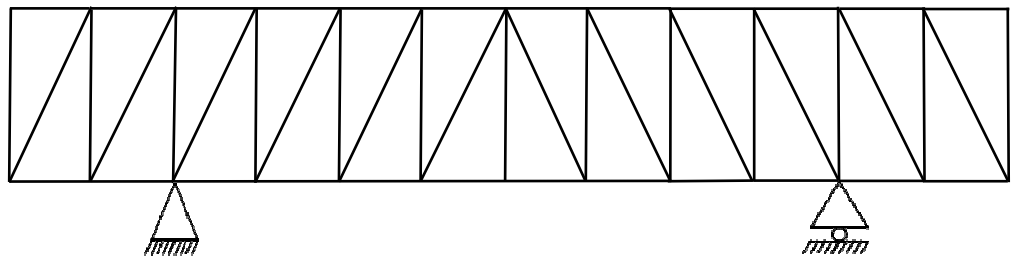
Gambar 1.3 Rangka Batang *Type Pratt Truss* Dengan Satu (1)  
Ujung Menggantung  
(Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)



Gambar 1.4 Rangka Batang *Type Pratt Truss* Dengan Dua (2)  
Ujung Menggantung  
(Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)



Gambar 1.5 Rangka Batang *Type Howe Truss* Dengan Satu (1)  
Ujung Menggantung  
(Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)



Gambar 1.6 Rangka Batang *Type Howe Truss* Dengan Dua (2)  
Ujung Menggantung  
(Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas penulis membuat tujuan penulisan dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Untuk mengetahui hasil dari besar gaya – gaya dalam rangka batang menggantung menggunakan metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).
2. Apakah ada perbedaan hasil gaya – gaya dalam rangka batang menggantung menggunakan metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).

### 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan diatas, untuk menghindari penyimpangan pembahasan maka dibuat pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Analisis hanya dilakukan pada tiga (3) bentuk struktur rangka batang menggantung struktur statis tertentu yaitu *type warren truss*, *type pratt truss*, dan *type howe truss*.
2. Metode pengerjaan menggunakan metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).
3. Hanya menggunakan tumpuan sendi – roll.
4. Beban yang saya analisis pada rangka batang adalah beban terpusat.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat di peroleh dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui pengerjaan perhitungan rangka batang menggantung struktur statis tertentu dengan metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).
2. Dapat menemukan metode untuk pengerjaan perhitungan rangka batang menggantung struktur statis tertentu yang efisien.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Struktur Rangka Batang

Rangka (*truss*) merupakan suatu struktur kerangka yang terdiri atas rangkaian batang - batang (*profil*) yang menghubungkan satu sama lain dengan perantara titik - titik simpul berupa sendi tanpa ada gesekan dimana gaya - gaya luar bekerja melalui titik - titik ini (Dian Ariestadi, 2008).

Struktur rangka batang sama juga dengan suatu jenis balok tiang (*post - and - beam*), tetapi dengan aksial struktural yang berbeda karena terdapat titik hubung kaku antar elemen vertical dan elemen horizontalnya. Kekakuan titik hubung ini memberi kestabilan terhadap gaya lateral. Pada sistem rangka ini, balok maupun kolom akan melentur sebagai akibat adanya aksi beban pada stuktur. Pada stuktur rangka panjang setiap elemen terbatas, sehingga biasanya akan dibuat dengan pola berulang (Dian Ariestadi, 2008).

Sistem struktur rangka batang ialah suatu sistem stuktur yang terdiri dari batang - batang lurus yang dirangkai menjadi suatu bentuk berupa segitiga (Agus Setiawan, 2015). Rangka batang merupakan susunan elemen - elemen linear yang membentuk segitiga atau suatu kombinasi segitiga, sehingga akan terbentuk suatu rangka yang tidak dapat berubah bentuk apabila diberi beban eksternal tanpa adanya perubahan bentuk pada satu atau lebih pada batangnya (Daniel L. Schodek, 1999).

Dari pendapat para ahli yang sudah dipaparkan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa struktur rangka batang adalah struktur yang terbentuk dari batang - batang linear yang dirangkai membentuk pola-pola dan kombinasi segitiga sampai menjadi bentuk stabil (Agus Setiawan, 2015).

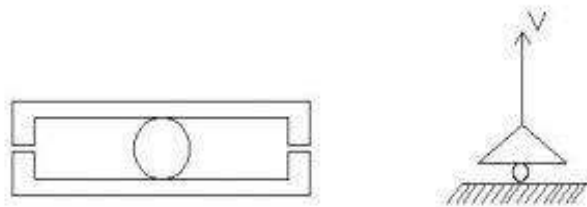
Dari suatu bentuk struktur rangka batang yang sederhana dapat digabungkan menjadi suatu stuktur rangka batang yang baru, dengan menambahkan satu atau dua buah batang untuk menjamin stabilitas dari sistem struktur yang baru (Agus Setiawan, 2015).

## 2.2 Tumpuan

Tumpuan merupakan tempat bersandarnya konstruksi dan tempat bekerjanya reaksi. Jenis tumpuan yang digunakan berpengaruh terhadap jenis konstruksi. Dalam ilmu mekanika rekayasa (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).

### 2.2.1 Rol

Tumpuan Rol merupakan suatu tumpuan yang memberi satu (1) reaksi tegak lurus terhadap landasan tumpuan. Tumpuan Rol hanya dapat menerima gaya dalam arah tegak lurus Rol dan tidak mampu menahan momen (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).

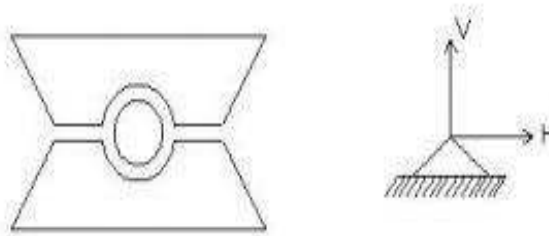


Gambar 2.1 Tumpuan Rol

(Sumber: Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018)

### 2.2.2 Sendi

Tumpuan Sendi merupakan tumpuan yang memberi dua (2) reaksi, yaitu tegak lurus dan landasan tumpuan itu sendiri. Tumpuan Sendi dapat menahan gaya tekan, tarik dari berbagai arah vertikal dan horizontal, gaya tekan dan tarik ini tetap akan melalui pusat sendi (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono,



2018).

Gambar 2.2 Tumpuan Sendi

(Sumber: Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018)

### 2.3 Tipe – Tipe Rangka Batang

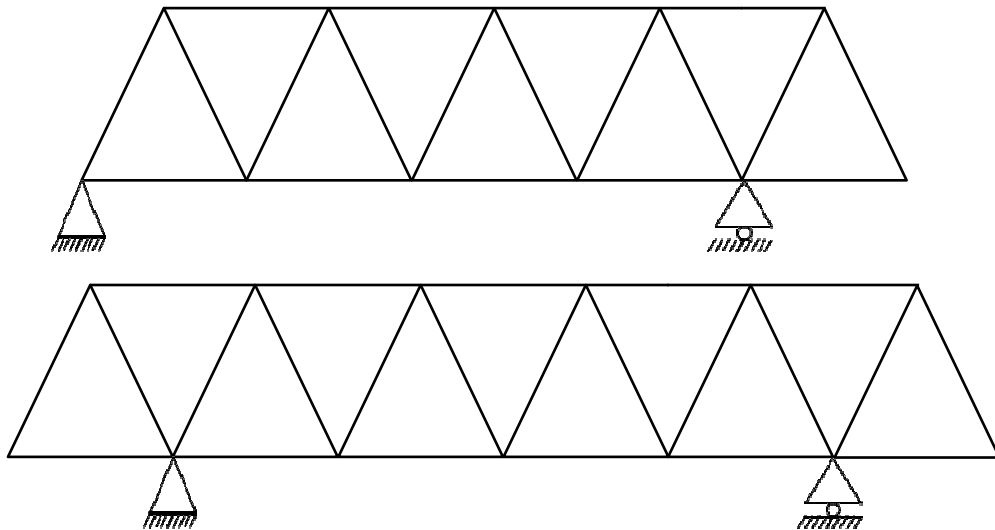
Terdapat beberapa tipe atau jenis rangka batang yakni:

1. Menurut Sidharta S. Kamarwan (1995), *Warren truss* adalah tipe yang memiliki bentuk segitiga sama kaki. Tipe ini menerima tekan maupun tarik. Tipe ini memiliki kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan *Warren Truss*:

- a. Desain yang cukup sederhana
- b. Tidak memerlukan banyak material untuk membuat bahan

Kekurangan *Warren Truss* adalah sulit melihat jalur distribusi beban karena perubahannya teratur.



Gambar 2.3 Rangka Batang *Type Warren Truss*  
(Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)

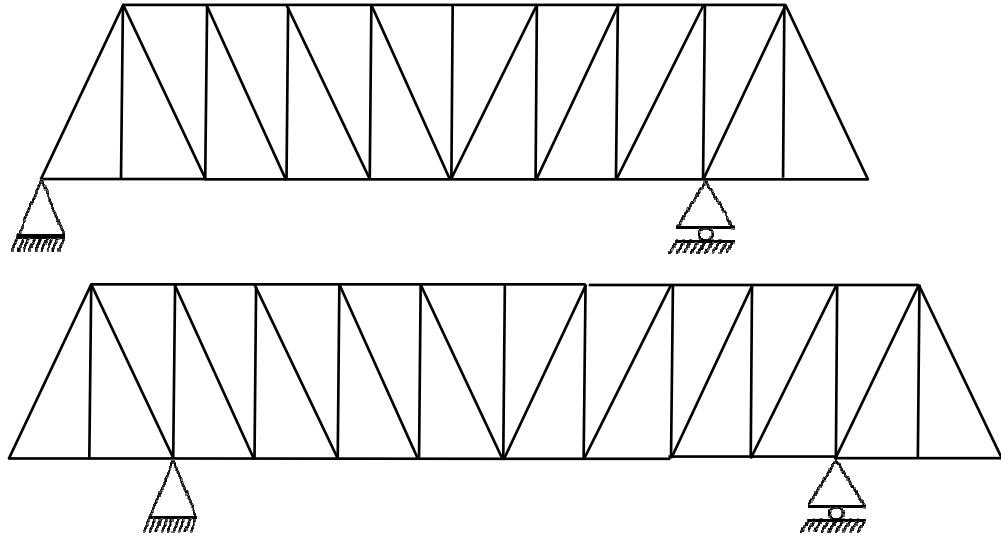
2. Menurut Sidharta S. Kamarwan (1995), *Pratt truss* adalah tipe ini hanya menerima tarik pada komponen miring. Pada komponen tegak menerima tekan. Tipe ini memiliki kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan *Pratt Truss*:

- a. Untuk material atap dapat digunakan untuk merancang struktur yang lebih efisien.
- b. Diterima dengan baik serta dapat digunakan untuk desain

Kekurangan *Pratt Truss*:

- a. Tidak akan menguntungkan jika beban yang digunakan bukan vertikal.
- b. Memerlukan banyak material untuk membuat bahan.



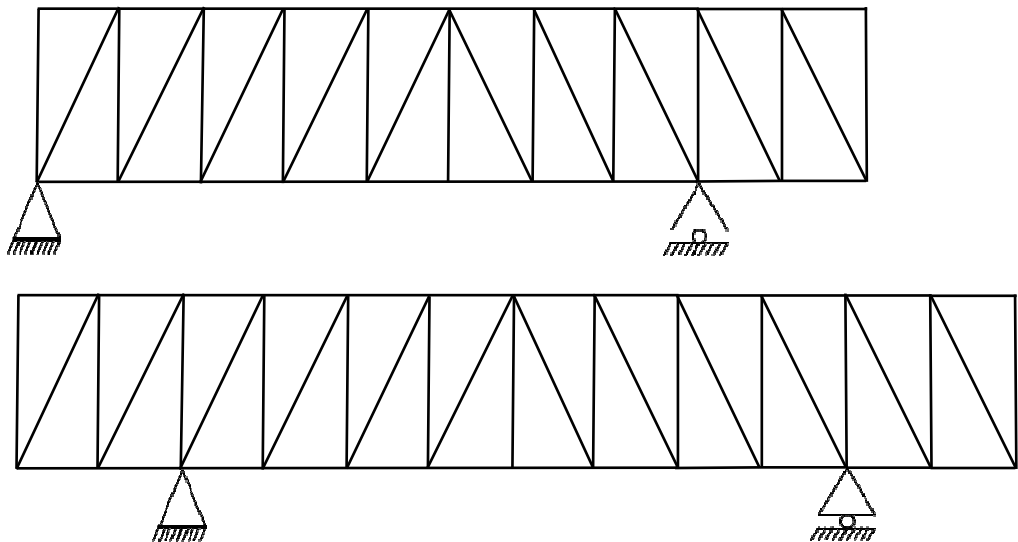
Gambar 2.4 Rangka Batang *Type Pratt Truss*  
 (Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)

3. Menurut Sidharta S. Kamarwan (1995), *Howe truss* adalah tipe komponen miring menerima tekan. Tipe ini memiliki kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan *Howe Truss*:

- a. Dapat dibebani pada sambungan akord bawah. Misalnya, rangka atap dapat dibebani dengan beban langit – langit.
- b. Diterima dengan baik serta dapat digunakan untuk desain

Kekurangan *Howe Truss* adalah memerlukan banyak material untuk membuat bahan.



Gambar 2.5 Rangka Batang *Type Howe Truss*  
 (Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)



Perbedaan batang diagonal yang ada apa rangka batang tipe *pratt truss* dan tipe *howe truss* ialah batang diagonal pada tipe *howe truss* yang menempati sambungan yang berlawanan dengan batang diagonal yang ada pada tipe *pratt truss* dan pada tipe *pratt truss* batang diagonal memiliki gaya batang tekan tetapi pada tipe *howe truss* batang diagonal memiliki gaya batang tarik. Tapi Struktur tipe *pratt truss* dan tipe *howe truss* mirip dan kegunaannya yang umumnya sama (Sidharta S. Kamarwan, 1995)

## **2.4 Prinsip – Prinsip Umum Rangka Batang**

### **2.4.1 Prinsip Dasar Triangulasi**

Prinsip utama yang mendasari penggunaan rangka batang sebagai struktur pemikul beban ialah penyusunan elemen menjadi konfigurasi segitiga yang menghasilkan bentuk stabil. Pada bentuk segiempat, apabila struktur tersebut diberi beban, maka akan terjadi deformasi masif dan menjadikan struktur tak stabil. Apabila struktur ini diberi beban, maka akan membentuk suatu mekanisme runtuh (*collapse*), seperti gambar dibawah, struktur yang demikian dapat berubah bentuk dengan mudah tanpa adanya perubahan pada panjang setiap batang. Sebaliknya, konfigurasi segitiga tidak dapat berubah bentuk atau runtuh, sehingga dapat dikatakan bahwa bentuk ini stabil (Daniel L. Schodek, 1998).

Pada struktur stabil, setiap deformasi yang terjadi relatif kecil dan dikaitkan dengan perubahan panjang batang yang diakibatkan oleh gaya yang timbul di dalam batang sebagai akibat dari beban eksternal. Selain itu, sudut yang terbentuk antara dua batang tidak akan berubah apabila struktur stabil tersebut dibebani. Hal ini sangat berbeda dengan mekanisme yang terjadi pada bentuk tak stabil, dimana sudut antara dua batangnya berubah sangat besar. Pada struktur stabil, gaya eksternal menyebabkan timbulnya gaya pada batang – batang. Gaya – gaya tersebut adalah gaya tarik dan tekan murni. Lentur tidak akan terjadi selama gaya eksternal berada pada titik simpul (Daniel L. Schodek, 1998).

Apabila susunan segitiga dari batang – batang merupakan bentuk stabil, maka susunan segitiga sembarang juga membentuk struktur yang stabil dan kokoh. Bentuk kaku yang lebih besar untuk sembarang geometri dapat dibuat dengan memperbesar segitiga – segitiga itu. Pada struktur stabil, gaya eksternal

menyebabkan timbulnya gaya pada batang-batang. Gaya - gaya tersebut merupakan gaya tarik dan tekan (Daniel L. Schodek, 1998).

## **2.5 Analisis Rangka Batang**

### **2.5.1 Stabilitas**

Urutan awal pada analisis rangka batang adalah menentukan apakah rangka batang itu mempunyai konfigurasi yang stabil atau tidak. Secara umum, setiap rangka batang yang tersusun dalam bentuk dasar segitiga merupakan struktur yang stabil. Pola susunan batang yang tidak segitiga, umumnya kurang stabil yang akan runtuh apabila dibebani, karena rangka batang ini tidak mempunyai jumlah batang yang mencukupi untuk mempertahankan hubungan geometri yang tetap antara titik - titik hubungannya (Daniel L. Schodek, 1998). Pada suatu rangka batang, kita dapat menggunakan batang melebihi jumlah minimum yang diperlukan untuk kestabilan. Penting mengetahui apakah konfigurasi batang stabil atau tidak stabil. Keruntuhan akan terjadi apabila struktur yang tidak stabil dibebani. Syarat yang harus dipenuhi untuk kestabilan rangka batang berdasarkan persamaan 2.1 (Weni, 2014).

$$m = 2s - r \qquad 2.1$$

Dimana:

s = Jumlah simpul

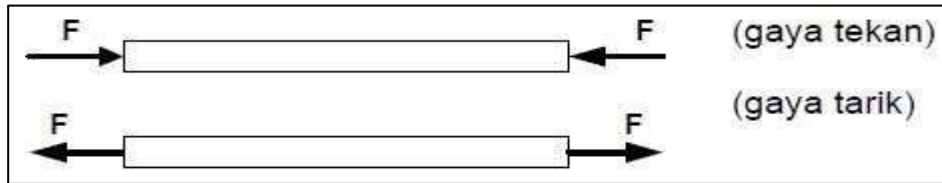
m = Jumlah batang

r = Jumlah komponen reaksi,  $R_{AV}$ ,  $R_{AH}$ ,  $R_{BV}$

### **2.5.2 Gaya Batang**

Prinsip dasar menganalisis gaya batang adalah bahwa setiap struktur atau setiap bagian dari setiap struktur harus berada dalam kondisi seimbang. Gaya - gaya batang yang bekerja pada titik hubung rangka batang di semua bagian struktur harus berada dalam keseimbangan. Prinsip ini merupakan kunci utama dari analisis rangka batang. Gaya batang adalah prinsip dalam analisa struktur yang harus membuatsuatu struktur dalam keadaan yang seimbang. Gaya batang adalah gaya yang terjadi di dalam batang yang diakibatkan oleh adanya gaya luar dan garis kerja berhimpit dengan sumbu batangnya. Sehingga gaya batang merupakan gaya normal terpusat yang dapat berupa gaya tarik (+) ataupun gaya tekan (-) yang tidak disertai

oleh momen dan gaya lintang. Gaya tarik adalah gaya batang yang menjauhi titik simpul, sedangkan gaya tekan merupakan gaya batang yang menuju titik simpul (Dian Ariestadi, 2008). Gaya tekan dan gaya tarik yang tersaji pada Gambar 2.6.

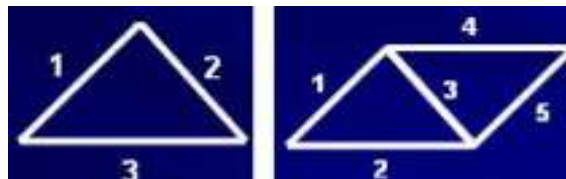


Gambar 2.6 Gaya Tekan dan Gaya Tarik  
(Sumber: Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018)

### 2.5.3 Ketidaktentuan Statis

Untuk mengetahui apakah konstruksi statis tertentu atau statis tak tentu perlu suatu persamaan yang dapat menyatakan hubungan antara banyaknya batang ( $m$ ) dengan banyaknya titik buhul ( $s$ ). Misal persamaan itu adalah  $m = as + b$ , dengan  $a$  dan  $b$  adalah konstanta yang besarnya dicari (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).

$$m = 2s - 3 \quad 2.2$$



Gambar 2.7 Struktur Segitiga  
(Sumber: Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018)

Jadi hubungan banyaknya batang ( $m$ ) dengan banyaknya titik buhul ( $s$ ) yang statis tertentu adalah  $m = 2s - 3$ . Untuk mengetahui struktur rangka batang tersebut statis tertentu atau statis tak tentu dapat menggunakan persamaan dibawah ini (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).

$$m + r = 2s \quad (\text{statis tertentu}) \quad 2.3$$

$$m + r > 2s \quad (\text{statis tak tentu}) \quad 2.4$$

Dengan:

$s$  = Jumlah simpul

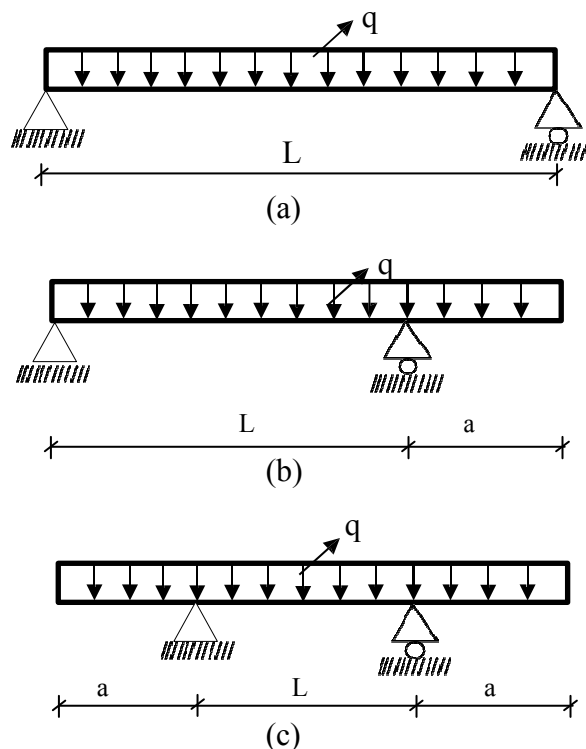
$m$  = Jumlah batang

$r$  = Jumlah komponen reaksi,  $R_{AV}$ ,  $R_{AH}$ ,  $R_{BV}$

#### 2.5.4 Pengaruh Posisi Perletakan

Rangka batang sederhana selalu diletakkan pada perletakan rol dan perletakan sendi. Posisi perletakan juga mempengaruhi sifat gaya batang. Dalam konstruksi rangka batang yang posisi rangka atau batang berada didalam tumpuan akan menimbulkan tekan (-) pada batang atas, dan tarik (+) pada batang bawah. Dalam konstruksi rangka batang menggantung yaitu posisi rangka atau batang ada yang berada didalam tumpuan dan ada yang berada diluar tumpuan, yang membuat batang atas tidak semua tekan (-) melainkan juga ada tarik (+). Begitu pun sebaliknya batang bawah tidak semua tarik (+) tetapi juga tekan (-). Pengaruh posisi tumpuan dapat dilihat pada analisis gerber dengan beban merata pada Gambar dibawah ini. Momen Maximum ( $M_{max}$ ) pada Gambar bagian (a) harus lebih besar dari momen maximum pada Gambar bagian (b) dan harus lebih besar juga dari momen maximum pada Gambar bagian (c). Sehingga dibuat persamaan sebagai berikut (Sidharta S. Kamarwan, 1995).

$$M_{max}(c) < M_{max}(b) < M_{max}(a)$$



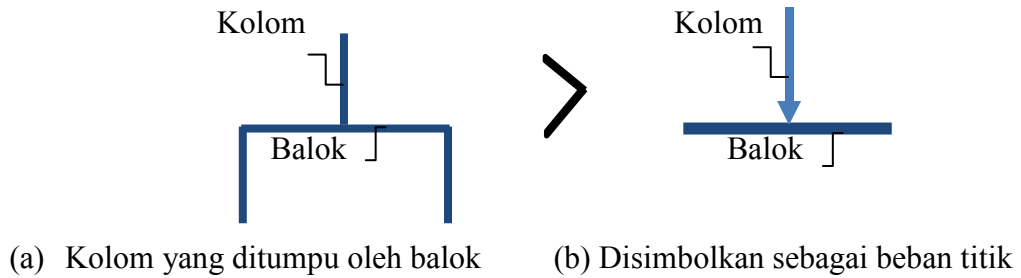
Gambar 2.8 Beban Merata Dengan Posisi Tumpuan Yang Berbeda – Beda (a), (b) dan (c)

(Sumber: Sidharta S. Kamarwan, 1995)

## 2.5.5 Pembebanan Pada Struktur

### 2.5.5.1 Pembebanan Titik (*Point Load*)

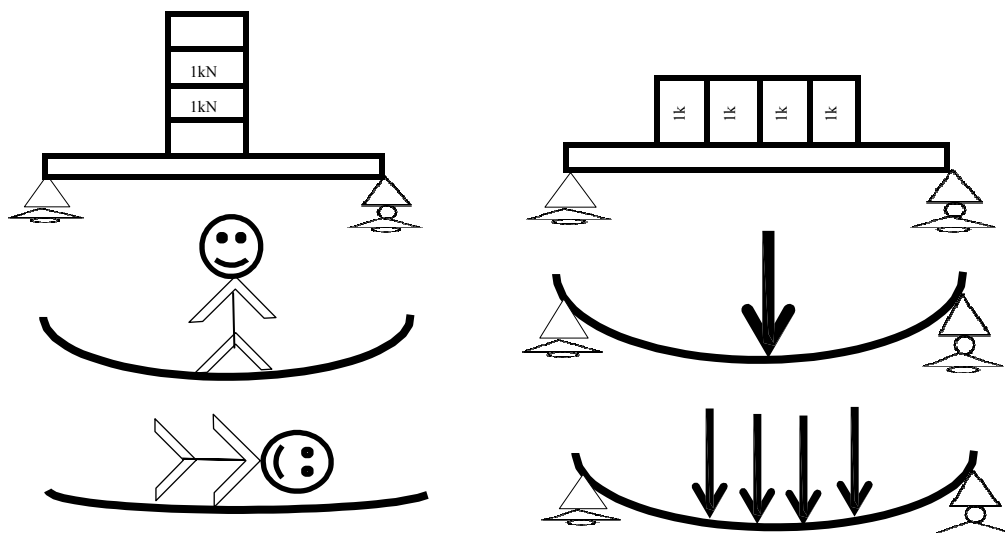
Satuan pada beban titik: N, Kn ( $1\text{kN} = 1000\text{ N}$ ), Kg, Ton ( $1\text{Ton} = 1000\text{ Kg}$ ) dan lain sebagainya. Kondisi di lapangan menggambarkan kolom yang ditumpu pada balok. Kolom dianggap sebagai beban titik pada model analitis, seperti Gambar 2.9 (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).



Gambar 2.9 Kondisi Sebenarnya Dilapangan Dalam Bentuk Analitis, Kolom Dianggap Sebagai Beban Titik Pada Model Analitis  
(Sumber: Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018)

### 2.5.5.2 Pembebanan Terbagi Merata (*Distributed Load*)

Pembebanan terbagi merata memiliki satuan gaya dibagi dengan satuan panjang/bentang atau satuan luas. Prinsip dasar dari beban terbagi merata dapat dipelajari dari Gambar 2.10 (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).



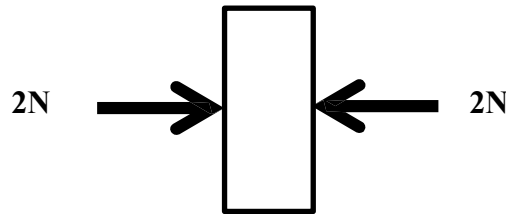
Gambar 2.10 Ilustrasi Menggambarkan Perbedaan Antara Beban Titik dan Beban Terbagi Merata. Sama – Sama Memiliki Beban 1kN, Namun Dapat Memberi Dampak Yang Berbeda Pada Suatu Struktur  
(Sumber: Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018)

### 2.5.6 Konsep Keseimbangan

Keseimbangan pada suatu konstruksi terjadi apabila AKSI = REAKSI. Didalam suatu perhitungan struktur rangka batang, aksi yang merupakan beban diberi notasi “P” (jika berupa beban titik) dan “q” (jika berupa beban terbagi merata), sedangkan reaksi diberi notasi “R” (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).

#### 2.5.6.1 Keseimbangan Gaya Horizontal

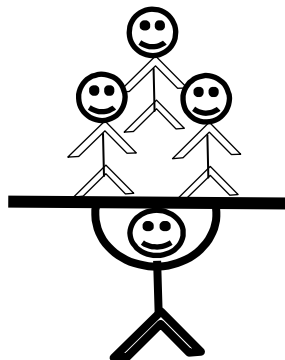
Jika kita mengingat kembali pada Hukum Newton III yang biasa disebut “aksi sama dengan reaksi”. Gaya aksi dan reaksi antara bodi yang berinteraksi memiliki besar yang sama, berlawanan arah dan segaris (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).



Gambar 2.11 Keseimbangan Gaya Horizontal  
(Sumber: Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018)

#### 2.5.6.2 Keseimbangan Gaya Vertikal

Pada keseimbangan gaya vertikal, arah reaksi menuju keatas dan arah aksi menuju kebawah. Reaksi dan aksi dibuat harus seimbang dalam keadaan vertikal. Seperti pada Gambar 2.12, beban yang diberikan harus diberi reaksi yang mampu menahan beban yang ada diatas (Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018).



Gambar 2.12 Keseimbangan Gaya Vertikal  
(Sumber: Andi Prasetyo Wibowo dan Soesilo Boedi Leksono, 2018)

## 2.5.7 Metode Analisis Rangka Batang

### 2.5.7.1 Cara Grafis

Metode *Cremona* merupakan metode grafis dimana dalam penyelesaiannya menggunakan alat tulis dan penggaris siku (segitiga). Luigi Cremona (Italia) adalah orang yang pertama menguraikan diagram *cremona* tersebut. Pada metode ini, skala gambar sangat berpengaruh terhadap besarnya kekuatan batang karena kalau gambarnya terlalu kecil akan sulit pengamatannya (Faqih Ma'arif, 2012).

### 2.5.7.2 Cara Analitis

#### 1. Metode keseimbangan titik buhul

Pada analisis rangka batang dengan metode titik hubung (*joint*), rangka batang dianggap sebagai gabungan batang dan titik hubung. Metode keseimbangan titik buhul ini berpandangan bahwa jika konstruksi dalam keadaan seimbang, maka seluruh simpul/buhul harus dalam keadaan seimbang pula. Gaya batang diperoleh dengan meninjau keseimbangan titik – titik hubung. Setiap titik hubung harus berada dalam keseimbangan, sehingga menghitung gaya – gaya yang belum diketahui digunakan  $\Sigma H = 0$  dan  $\Sigma V = 0$  (Faqih Ma'arif, 2012).

#### 2. Metode keseimbangan potongan (*ritter*)

Metode keseimbangan potongan (*ritter*) adalah metode yang mencari gaya batang dengan potongan atau irisan analitis. Metode ini umumnya hanya memotong tiga batang mengingat hanya ada tiga persamaan statika saja, yaitu:  $\Sigma M = 0$ ,  $\Sigma H = 0$  dan  $\Sigma V = 0$ . Perbedaan metode *ritter* dengan metode keseimbangan titik buhul adalah dalam peninjauan keseimbangan rotasionalnya. Metode keseimbangan titik buhul, biasanya digunakan apabila ingin mengetahui semua gaya batang. Sedangkan metode potongan biasanya digunakan apabila ingin mengetahui hanya sejumlah terbatas gaya batang (Achfas Zacoeb, 2014).

## 2.6 Metode Keseimbangan Titik Buhul

Metode ini menggunakan prinsip bahwa jika stabilitas dalam titik simpul terpenuhi, berlaku hukum bahwa jumlah komponen reaksi  $\Sigma R$  harus sama dengan nol,  $\Sigma R_H = 0$ ,  $\Sigma R_V = 0$ . Dengan begitu gaya batang pada titik simpul tersebut dapat ditentukan besarnya. Metode ini meliputi dua cara yakni secara analitis dan grafis. Metode keseimbangan titik buhul ini berpandangan bahwa jika konstruksi dalam keadaan seimbang, maka seluruh simpul/buhul harus dalam keadaan seimbang pula (Schodek, 1999).

Menurut Schodek (1999), tahapan yang perlu dilakukan untuk menentukan gaya batang pada struktur rangka batang adalah sebagai berikut:

1. Memeriksa syarat kestabilan struktur rangka batang
2. Menentukan besar gaya reaksi dudukan
3. Menentukan gaya batang di tiap simpul dimulai dari simpul pada salah satu dudukan.
4. Membuat daftar gaya batang

## 2.7 Metode Ritter (Potongan)

Metode *ritter* atau umumnya disebut sebagai metode potongan itu berprinsip pada keseimbangan suatu konstruksi. Metode keseimbangan potongan (*Ritter*) merupakan metode yang mencari gaya batang dengan potongan atau irisan analitis. Metode ini umumnya hanya memotong tiga batang mengingat hanya ada tiga persamaan statika saja, yaitu:  $\Sigma M = 0$ ,  $\Sigma H = 0$ , dan  $\Sigma V = 0$ . Dimana pada sebuah konstruksi yang seimbang apabila dipotong pada sembarang bagian, maka bagian sebelah kiri dari konstruksi akan melakukan keseimbangan gaya – gaya yang ada, demikian juga pada bagian kanan dari konstruksi tersebut (Achfas Zacoeb, 2014). Seringkali dalam menghitung gaya batang diperlukan waktu yang lebih singkat terutama bagi konstruksi yang seirama, untuk itu dapat digunakan metode *ritter*, yang disebut juga dengan metode pemotongan secara analitis. Kita harus memotong dua batang atau tiga batang, maka gaya – gaya pada potongan tersebut mengadakan keseimbangan dengan gaya – gaya luar yang bekerja pada kiri potongan maupun kanan potongan. Selanjutnya dapat dihitung gaya – gaya batang yang terpotong tersebut (Achfas Zacoeb, 2014).



Perbedaan metode *ritter* dengan metode keseimbangan titik buhul adalah dalam peninjauan keseimbangan rotasionalnya. Metode keseimbangan titik buhul biasanya digunakan apabila ingin mengetahui semua gaya batang, sedangkan metode potongan biasanya digunakan apabila ingin mengetahui hanya sejumlah terbatas gaya batang (Achfas Zacoeb, 2014).

Menurut Achfas Zacoeb (2014), berikut prinsip pengerjaan dengan metode *ritter*:

1. Dimulai dengan menghitung reaksi – reaksi pada tumpuan.
2. Selanjutnya potongan yang kita buat hendaknya jangan lebih dari tiga gaya batang yang tidak diketahui, untuk mempermudah dalam menentukan batang tarik dan batang tekan.
3. Dalam potongan yang telah dibuat, pilih titik pusat momen sedemikian sehingga hanya sebuah gaya yang belum diketahui besarnya dan gaya tersebut tidak melewati pusat momen yang kita pilih.
4. Dalam melakukan perhitungan potongan yang di ambil, dimisalkan setiap gaya – gaya batang itu meninggalkan titik buhul disetiap perhitungan yang dilakukan.
5. Seperti halnya dengan metode sebelumnya, jika hasil yang diperoleh bernilai positif (+) maka batang tersebut adalah batang tarik, sedangkan jika hasil yang diperoleh bernilai negatif (-) maka batang tersebut adalah batang tekan.

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian penelitian ini dijabarkan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Kesimpulan
Servie O. Dapas (2011)	Aplikasi Metode Elemen Hingga Pada Analisis Struktur Rangka Batang	Metode elemen hingga sangat baik untuk diaplikasikan pada analisis struktur rangka batang sederhana maupun yang lebih kompleks. Metode

Penulis	Judul	Kesimpulan
		ini dapat diaplikasikan pada struktur rangka batang statis tertentu maupun statis tak tentu. Program computer RB2D dapat digunakan untuk analisis struktur rangka batang 2D, karena hasil yang ditunjukkan pada contoh numerik sangat sesuai dengan hasil analitis.
Dwi Deshariyanto, Anita Intan Nura Diana, Subaidillah Fansuri (2022)	Perbandingan Struktur Rangka Batang Statis Tertentu Menggunakan Metode Mekanika Klasik dan Program (SAP 2000)	Penyelesaian struktur statis tertentu dengan model atap dan jembatan menggunakan metode manual dengan program (SAP 2000) tidak menghasilkan perbedaan besaran reaksi dan gaya – gaya dalam batang. Struktur rangka model atap dan jembatan pada kondisi statis tertentu menghasilkan besar gaya – gaya dalam batang dengan varian yang sama dan tidak ada perbedaan antara rata – rata besar gaya yang dihasilkan.
Seven Jantri Situmorang (2019)	Analisis Hubungan Gaya Vertikal dan <i>Bresing</i> Terhadap Deformasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perbedaan bentuk/struktur pada rangka batang dengan beban luar (Pv dan Ph) yang sama memiliki deformasi yang berbeda.</li> <li>2. Akibat gaya luar (beban) menyebabkan timbulnya gaya pada batang – batang.</li> </ol>

Penulis	Judul	Kesimpulan
		<p>Gaya – gaya tersebut adalah gaya tarik dan tekan. Karena berada pada titik simpul maka tidak akan terjadi lentur. Batang mengalami deformasi yang akan bisa mengakibatkan titik simpul mengalami deformasi (perubahan tempat) baik arah vertikal maupun arah horizontal.</p> <p>3. Pada rangka batang tipe I, tipe II dan tipe III dengan letak beban yang berbeda antara atas dan bawah memiliki deformasi yang hamper sama pada setiap titik simpulnya kecuali pada titik dimana beban itu diletakkan terjadi perbedaan deformasi, hal ini terjadi dikarenakan ketika beban diletakkan dititik tersebut terjadi gaya tekan dan tarik.</p>

*(Sumber: Hasil Pengamatan, 2022)*

## **BAB III METODOLOGI ANALISIS**

### **3.1 Umum**

Metodologi analisis merupakan suatu cara peneliti bekerja untuk memperoleh data yang dibutuhkan yang selanjutnya akan digunakan untuk dianalisa sehingga memperoleh kesimpulan yang ingin dicapai dalam analisis. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data atau studi adalah dengan studi literatur. Metode ini dilakukan dengan cara membaca dan memahami buku – buku referensi, jurnal dan media lain yang berkaitan dengan pengolahan data secara umum. Untuk mengetahui efek dari beban luar terhadap struktur rangka batang, maka perlu diambil model struktur yang akan digunakan sebagai bahan kajian/analisis.

### **3.2 Alat dan Bahan**

#### **3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Komputer / Laptop
2. Mesin Print
3. Kertas
4. Tinta.

#### **3.2.2 Bahan**

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Buku Literatur Metode Keseimbangan Titik Buhul dan Metode *Ritter* (Potongan).
2. *Microsoft Excel 2010*
3. Materi mengenai contoh perhitungan struktur rangka batang dengan menggunakan Metode Keseimbangan Titik Buhul dan Metode *Ritter* (Potongan).

### **3.3 Metode Analisis**

Dalam pelaksanaan penelitian ini metode yang digunakan adalah metode analisis struktur rangka batang dengan metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).

### 3.3.1 Analisis Struktur Dengan Metode Keseimbangan Titik Buhul

1. Pengumpulan literatur
2. Memodelkan struktur rangka batang
3. Analisa konstruksi
4. Memeriksa stabilitas rangka batang dengan menggunakan rumus  $m = 2s - r$  ( $s$  = jumlah simpul,  $m$  = jumlah batang,  $r$  = jumlah komponen reaksi, RAV, RAH, RBV)
5. Menentukan gaya – gaya reaksi tumpuan
6. Menggambar diagram benda bebas (*free body*) untuk tiap batang dan tiap titik hubung.
7. Mengidentifikasi geometri batang yang bersudut (batang diagonal)
8. Mengidentifikasi batang – batang dengan gaya nol (*zero force*) dan kasus – kasus khusus lain (yang mudah diselesaikan)
9. Peninjauan terhadap setiap titik hubung, dimana titik – titik hubung sendi tersebut berada dalam keseimbangan translasi ( $\sum K_x = 0$  dan  $\sum K_y = 0$  untuk sistem gaya konkuren. Titik awal analisis biasanya adalah titik tumpuan (gaya – gaya reaksinya sudah dicari) dengan maksimal dua buah gaya yang belum diketahui. Lakukan berurutan untuk titik – titik hubung berikutnya.
10. Masukkan semua hasil yang sudah didapat kedalam tabel.
11. Lanjut ke metode *ritter*.

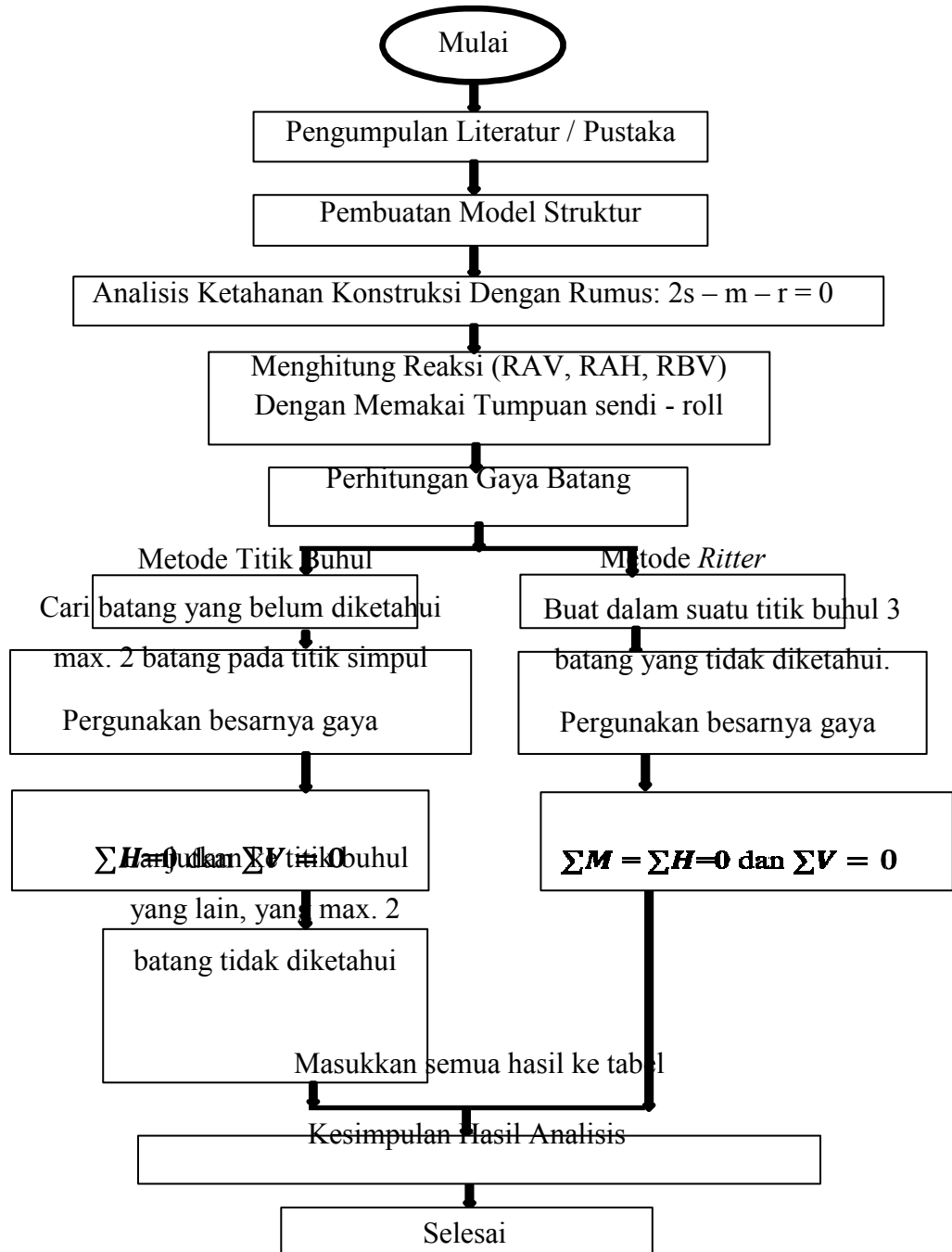
### 3.3.2 Analisis Struktur Dengan Metode *Ritter* (Potongan)

1. Pengumpulan literatur
2. Memodelkan struktur rangka batang
3. Analisa konstruksi
4. Hitung atau tentukan reaksi pada tumpuan
5. Buat potongan yang melalui elemen yang akan dicari besarnya gaya.
6. Gambarkan diagram benda bebas (*free body*) untuk tiap potongan.
7. Meninjau setiap *free body* tersebut dalam kondisi keseimbangannya ( $\sum M = 0$ ,  $\sum H = 0$ , dan  $\sum V = 0$ ).
8. Pilihlah titik pusat momen sedemikian, sehingga hanya sebuah gaya yang belum diketahui besarnya tidak melewati pusat momen tersebut.

9. Gaya batang dinyatakan tarik bila arah gaya batangnya meninggalkan titik buhul. sedang gaya batang dinyatakan tekan bila arah gaya batang menuju pada titik buhulnya.
10. Masukkan semua hasil ke tabel untuk melihat perbedaan hasil dari metode keseimbangan titik buhul dan metode *ritter* (potongan).

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis Metode Keseimbangan Titik Buhul dan Metode Ritter (Potongan)