



# Penggunaan Aplikasi Komputer Praktis **Microsoft Office Visio** untuk Penyelesaian Mekanika Teknik



Microsoft  
**Visio**



**Ir. Wahyu Inggar Fiplana, MM.**

**Ir. Wahyu Inggar Fiplana, MM.**

Penggunaan Aplikasi Komputer Praktis  
**Microsoft Office Visio**  
untuk Penyelesaian Mekanika Teknik

# **PENGGUNAAN APLIKASI KOMPUTER PRAKTIS MICROSOFT OFFICE VISIO**

Untuk Penyelesaian Mekanika Teknik

Ir. Wahyu Inggar Fipiana, MM.

**Uwais Inspirasi Indonesia**

# **Penggunaan Aplikasi Komputer Praktis Microsoft Office Visio** Untuk Penyelesaian Mekanika Teknik

**Penulis:**

Ir. Wahyu Inggar Fipiana, MM.

**ISBN:**

978-602-5891-36-6

**Editor:**

Fungky Fabri

**Tata Letak:**

Widi Yuritama P.

**Desain Cover:**

Uwais Inspirasi Indonesia

**Penerbit:**

Uwais Inspirasi Indonesia

**Redaksi:**

Ds. Sidoharjo, Kec. Pulung, Kab. Ponorogo

Cetakan Pertama, September 2018

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak naskah ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

## KATA PENGANTAR

Alasan menulis buku ini adalah selama ini penulis mengajar mata kuliah mekanika teknik mulai dari mekanika teknik 1 sampai dengan mekanika teknik 7 di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borobudur. Dalam mengajar mekanika teknik khususnya untuk struktur statis tertentu, metoda yang diajarkan adalah metoda analitis (perhitungan) dan metoda grafis. Sudah cukup banyak handout yang disusun dan selama ini hanya disajikan di blog penulis: <https://inggarfipiana.wordpress.com/blog>, hingga akhirnya terpikir untuk membuat buku. Penulis tertarik untuk memilih topik penyelesaian mekanika teknik dengan metoda grafis menggunakan software praktis Microsoft office visio. Metoda grafis dipilih karena lebih mudah pemahamannya dibandingkan dengan metoda analitis (perhitungan) karena cukup banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan karena pemahaman dasar matematika yang lemah, malas menghitung dan tidak teliti dalam menyelesaikan perhitungan. Penyelesaian mekanika teknik dengan metoda grafis menjadi lebih mudah dan praktis jika dibantu dengan software Microsoft office visio karena penggunaannya sangat mudah dan hasilnya juga sangat teliti dan tepat. Namun, dalam penggunaan aplikasi praktis microsoft visio ini tetap memerlukan keahlian mahasiswa Teknik Sipil dalam penerapannya karena penggambaran garis-garis gayanya tetap dilakukan manual dengan tangan hanya dipermudah dengan adanya fasilitas *copy paste*, *drawing scale*, mengukur panjang garis dan mengukur sudut, dengan *tools : view size & position window*. Metoda yang digunakan adalah poligon gaya, lukisan cremona, cullman, welliot dan welliot mohr.

Untuk itu, disusunlah buku “Penggunaan aplikasi komputer praktis Microsoft office visio untuk penyelesaian mekanika teknik”. Buku ini juga bisa digunakan sebagai referensi pembelajaran mata kuliah Statika 1, Statika 2 dan Analisa Struktur 1. Yang akan dibahas dalam buku ini adalah penyelesaian struktur statis tertentu dengan model

struktur balok dengan tumpuan sendi dan rol, portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol serta konstruksi rangka batang sederhana dengan tumpuan sendi dan rol. Yang akan dicari yaitu reaksi-reaksi perletakan, gaya-gaya dalam dan perpindahan titik pada konstruksi rangka batang.

Akhirnya penulis ucapkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas perkenan-Nya buku ini bisa selesai dicetak. Pada kesempatan ini juga disampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Basir Barthos, Rektor Universitas Borobudur
2. Ir. Vivi Lusua, MM, Sekretaris Fakultas Teknik Universitas Borobudur
3. Ir. Anis Amarwati, MM., Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borobudur.
4. Bapak kandung saya Prof. Sugimin Wahyu Winata yang sekalipun sudah sepuh (usia 81 tahun) namun masih tetap mengajar dan membimbing skripsi maupun tesis mahasiswa. Beliau setelah pensiun dari ITS, kemudian menjadi staf pengajar tetap di Universitas Widya Mandala Surabaya.
5. Almhumah Ibu saya Rr. Sri Wahyuni, serta kakak dan adik kandung saya.
6. Keluarga tercinta: suami dan anak-anak saya.
7. Semua pihak yang telah memberikan masukan untuk penyempurnaan buku ini.

Semoga Buku ini bermanfaat bagi para pembaca dan masukan untuk penyempurnaan buku ini tetap diharapkan dari seluruh masyarakat, khususnya para sivitas akademika.

Jakarta, 02 September 2018  
Ir. Wahyu Inggar Fipiana, MM.

## DAFTAR ISI

	KATA PENGANTAR	iii
	DAFTAR ISI	v
	DAFTAR TABEL	viii
	DAFTAR GAMBAR	ix
I	PENDAHULUAN	1
	I.1. Latar belakang	1
	I.2. Batasan Masalah	2
	I.3. Rumusan Masalah	4
	I.4. Tujuan dan Manfaat	5
	I.5. Sistematika Penulisan	5
II.	MEKANIKA TEKNIK	7
	II.1 Gaya	7
	II.1.1. Pengertian	7
	II.1.2. Menyusun gaya	8
	II.1.2.1 Gaya kongruen	9
	II.1.2.2 Gaya-gaya sejajar	11
	II.1.2.3 Gaya-gaya koplanar	12
	II.1.3. Menguraikan gaya	15
	II.2 Struktur Statis Tertentu	18
	II.2.1. Model Struktur balok dengan tumpuan sendi dan rol	19
	II.2.2. Model Struktur portal dengan tumpuan sendi dan rol	24
	II.2.3. Model Struktur berbentuk konstruksi rangka batang statis tertentu	25
	II.2.3.1 Reaksi dan gaya batang pada konstruksi rangka batang statis tertentu	26
	II.2.3.2 Deformasi(perpindahan titik simpul) pada konstruksi rangka batang statis tertentu	30

III	PENGGUNAAN APLIKASI MICROSOFT OFFICE VISIO UNTUK PENYELESAIAN MEKANIKA TEKNIK	36
III.1	Mencari resultante gaya dan menguraikan gaya	37
III.1.1	Mencari resultante gaya-gaya kongruen	37
III.1.2	Mencari resultante gaya-gaya koplanar (tidak setitik tangkap)	42
III.1.2.1	Resultante gaya-gaya sejajar dan tidak setitik tangkap	42
III.1.2.2	Resultante gaya-gaya tidak sejajar dan tidak setitik tangkap	46
III.1.3	Menguraikan gaya	47
III.2	Analisa struktur pada balok sederhana dengan tumpuan sendi dan rol	52
III.2.1	Mencari reaksi perletakan pada balok sederhana yang mendapat beban yang tidak sejajar dan tidak setitik tangkap	52
III.2.2	Mencari reaksi perletakan pada balok sederhana yang mendapat beban yang sejajar dan tidak setitik tangkap	57
III.3	Analisa struktur pada portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol	59
III.4	Analisa struktur pada konstruksi rangka batang statis tertentu	61
III.4.1	Mencari gaya-gaya batang pada konstruksi rangka batang statis tertentu dengan metoda lukisan cremona menggunakan microsoft office visio	62
III.4.2	Mencari gaya-gaya batang pada konstruksi gaya batang statis tertentu dengan metoda potongan (cullman) menggunakan microsoft office visio	79

III.4.3	Mencari perpindahan titik-titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot menggunakan microsoft office visio	84
III.4.4	Mencari perpindahan titik-titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot-mohr menggunakan microsoft office visio	100
IV	PEMBAHASAN	114
V	KESIMPULAN DAN SARAN	119
	DAFTAR PUSTAKA	121
	BIODATA PENULIS	122
	LAMPIRAN	125



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perhitungan mencari nilai perubahan panjang tiap-tiap batang akibat gaya dalam aksial yang terjadi pada batang	33
Tabel 2.2	Perubahan mencari perpindahan titik C dalam arah vertikal dan horisontal dengan metoda unit load	34
Tabel 3.1	Menghitung perubahan panjang batang pada konstruksi rangka batang sederhana	85
Tabel 3.2	Hasil deformasi di semua titik pada konstruksi rangka batang sederhana	91
Tabel 3.3	Perhitungan nilai deformasi pada konstruksi rangka batang sederhana menggunakan metoda unit load	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Gaya (Sumber:Soewarno, Konstruksi Statis Tertentu I)	8
Gambar 2.2	Ada 2 buah gaya Kongruen F1 dan F2 bertitik tangkap di titik O	9
Gambar 2.3	Ada 4 buah gaya sejajar dan tidak bertitik tangkap di 1 titik	12
Gambar 2.4	Gaya-gaya koplanar	13
Gambar 2.5	Hasil resultante gaya-gaya koplanar	14
Gambar 2.6	Gaya-gaya dalam portal	14
Gambar 2.7	Satu Gaya F akan diuraikan dalam 3 arah berbeda	15
Gambar 2.7.1	Penyelesaian alternatif pertama	16
Gambar 2.7.2	Penyelesaian alternatif kedua	16
Gambar 2.7.3	Gaya F diuraikan dalam 2 arah F1 dan F2	17
Gambar 2.7.4	Conoh penerapan uraian gaya, dimana 1 gaya diuraikan dalam 3 arah, namun tidak berada dalam 1 titik tangkap	18
Gambar 2.8	Contoh model struktur balok sederhana dengan tumpuan sendi dan rol	19
Gambar 2.9	Langkah penyelesaian struktur balok sederhana dengan tumpuan sendi dan rol	19
Gambar 2.10	Aksi dan Reaksi pada model struktur balok dengan tumpuan sendi dan rol	21
Gambar 2.11	Diagram gaya-gaya dalam pada balok sederhana dengan tumpuan sendi dan rol	23
Gambar 2.12	Contoh model struktur portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol	24
Gambar 2.13	Bentuk pemodelan struktur pada Konstruksi Rangka Batang Statis Tentu	26
Gambar 2.14	Perjanjian tanda gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi rangka batang	27

Gambar 2.15	Soal konstruksi rangka batang paling sederhana	28
Gambar 3.1	3 buah gaya kongruen	38
Gambar 3.2	Gaya-gaya sejajar tidak berada di 1 titik tangkap	42
Gambar 3.3	Contoh lain gaya-gaya sejajar tidak berada di 1 titik tangkap	46
Gambar 3.4	Gaya-gaya tidak sejajar tidak berada di 1 titik tangkap	46
Gambar 3.5	Resultante gaya-gaya tidak sejajar tidak berada di 1 titik tangkap	47
Gambar 3.6	Balok sederhana dengan 2 beban tidak sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap	52
Gambar 3.7	Balok dengan cantilever menerima 2 beban tidak sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap	55
Gambar 3.8	Reaksi perletakan pada balok dengan cantilever yang menerima 2 beban tidak sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap cara grafis	56
Gambar 3.9	Gaya dalam aksial dan geser pada balok dengan cantilever yang menerima 2 beban tidak sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap cara grafis	56
Gambar 3.10	Balok sederhana dengan 3 beban sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap	57
Gambar 3.11	Mencari reaksi pada balok sederhana dengan 3 beban sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap dengan cara grafis	50
Gambar 3.12	Portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol dengan beban tidak sejajar tidak setitik tangkap	59
Gambar 3.13	Mencari reaksi perletakan pada portal	60

	sederhana dengan tumpuan sendi dan rol dengan cara grafis	
Gambar 3.14	Diagram gaya dalam aksial dan geser pada portal sederhana	61
Gambar 3.15	Soal konstruksi rangka batang paling sederhana digambar dengan Microsoft office visio	64
Gambar 3.16	Poligon gaya di titik C untuk mencari gaya batang AC dan BC	65
Gambar 3.17	Poligon gaya di titik B untuk mencari gaya batang AB dan reaksi $V_B$	65
Gambar 3.18	Poligon gaya di Titik A untuk mencari reaksi $V_A$ dan reaksi $H_A$	66
Gambar 3.19	Lukisan Cremona pada konstruksi rangka batang sederhana	66
Gambar 3.20	Konstruksi rangka batang simetris, mendapat beban-beban simetris	67
Gambar 3.21	lukisan cremona pada konstruksi rangka batang simetris	71
Gambar 3.22	Macam-macam Konstruksi rangka batang statis tertentu kompleks	79
Gambar 3.23	Mencari gaya batang dengan metoda potongan cullman menggunakan Microsoft office visio	81
Gambar 3.24	Contoh-contoh penerapan metoda cullman pada konstruksi rangka batang statis tertentu	82
Gambar 3.25	Contoh mencari deformasi pada konstruksi rangka batang sederhana	85
Gambar 3.26	Urutan mencari deformasi pada konstruksi rangka batang sederhana dengan metoda welliot menggunakan Microsoft office visio	88
Gambar 3.27	Contoh-contoh penyelesaian deformasi pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot menggunakan Microsoft office visio	92
Gambar 3.28	Mencari deformasi pada konstruksi rangka batang	103

Gambar 3.29	dengan metoda welliot – mohr Contoh-contoh mencari deformasi titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot – mohr	104
-------------	--	-----

# BAB I: PENDAHULUAN

## I.1. Latar Belakang

Bagi para mahasiswa dan alumni Teknik Sipil cukup banyak mengenal aplikasi *Sap2000*, *Etabs*, *STAAD Pro*, *Midas Civil* untuk membantu dalam penyelesaian analisa struktur juga untuk desain struktur gedung, jembatan ataupun struktur lain yang dibuat permodelannya. Bagi para mahasiswa, aplikasi-aplikasi tersebut sangat membantu dalam penyelesaian tugas-tugas Konstruksi Beton, Konstruksi Baja maupun Konstruksi Kayu. Cukup banyak buku referensi untuk aplikasi-aplikasi tersebut Namun, selain aplikasi-aplikasi canggih tersebut, ada juga aplikasi komputer praktis yang bisa juga digunakan untuk penyelesaian soal mekanika teknik, dan penggunaan aplikasinya juga cukup mudah, yaitu aplikasi Microsoft Office Visio, yang merupakan satu paket dalam Aplikasi Microsoft Office. Penggunaan aplikasi Microsoft Office Visio ini adalah untuk metode penyelesaian analisa struktur Statis Tertentu dengan cara grafis (gambar), menggunakan metoda penyelesaian poligon gaya, lukisan cremona, cullman, welliot dan welliot-mohr.

Seperti kita ketahui secara umum, mata kuliah Mekanika Teknik (Analisa Struktur) itu cukup menjadi momok bagi para mahasiswa Teknik Sipil, khususnya yang memilih konsentrasi/peminatan Struktur. Mekanika Teknik merupakan nafasnya Bidang Ilmu Teknik Sipil Struktur karena merupakan dasar bagi Desain Konstruksi Beton, Desain Konstruksi Baja maupun Desain Konstruksi Kayu, baik untuk Struktur Gedung, Struktur Jembatan maupun Struktur lainnya. Tanpa penyelesaian analisa struktur yang benar, pasti desain konstruksinya menjadi tidak bermakna dan akan gagal. Untuk beberapa model struktur Statis Tertentu seperti Balok Sederhana (balok di atas 2 tumpuan sendi dan rol atau balok di atas 1 tumpuan jepit dan bebas), Portal Sederhana (portal di atas 2 tumpuan sendi dan rol atau portal di atas 1 tumpuan jepit dan bebas), Konstruksi Rangka Batang, selain metoda analitis (dengan cara perhitungan), ada juga metoda grafis

(dengan cara menggambar). Untuk Konstruksi Statis Tertentu baik untuk metoda analitis maupun metoda grafis, prinsip penyelesaiannya yaitu menggunakan keseimbangan statika. Keseimbangan statika yang kita kenal untuk Struktur Bidang (2 dimensi) ada 3 yaitu keseimbangan arah vertikal, arah horisontal dan keseimbangan momen. Selama mengajar mata kuliah Mekanika Teknik saya mengamati mahasiswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan Struktur Statis Tertentu dengan cara perhitungan/metoda analitis, karena prinsip penyelesaiannya mahasiswa harus paham prinsip keseimbangan statika, keseimbangan momen, dan juga membuat persamaan-persamaan statika serta menyelesaikan persamaan-persamaan tersebut dengan menggunakan metoda eliminasi, yaitu menggunakan prinsip dasar matematika, dalam hal ini mahasiswa cukup lemah dasar matematikanya. Untuk itu diajarkan metoda grafis dengan harapan mahasiswa lebih mudah memahami, apalagi untuk saat ini bisa dibantu dengan adanya aplikasi komputer praktis seperti Microsoft OfficeVisio maupun Autocad.

Dari uraian yang dibahas di atas, maka dilakukan kajian tentang penggunaan aplikasi Microsoft Office Visio untuk penyelesaian soal Mekanika Teknik, untuk Struktur Statis Tertentu, khususnya Balok sederhana, Portal sederhana dan Konstruksi Rangka Batang Statis Tertentu.

## **I.2. Batasan Masalah**

Untuk aplikasi komputer praktis yang akan digunakan,dalam kajian ini hanya akan membahas penggunaan aplikasi Microsoft Office Visio. Microsoft Office Visio khususnya untuk menggambar vektor/gaya/garis/deformasi menggunakan skala gambar, mengukur panjang vektor/gaya/garis/deformasi dengan menggunakan skala, dan mengukur sudut kemiringan vektor/gaya/garis. Untuk penggunaan Microsoft Office Visio yang lain seperti membuat diagram, diagram alir (flowchart), brainstorm dan skema jaringan yang dirilis oleh Microsoft corporation,dan lain-lain tidak dibahas di sini. Garis yang dimaksud di

sini digunakan untuk menggambar balok, portal juga batang-batang pada Konstruksi Rangka Batang. Garis-garis yang digambar untuk mewakili balok, portal maupun batang pada Konstruksi Rangka Batang tersebut harus digambar dengan panjang yang sesuai dengan panjang sesungguhnya pada Struktur, dengan menggunakan skala gambar. Demikian juga untuk vektor/gaya yang bisa digambarkan menggunakan Microsoft Office Visio ini adalah gaya-gaya luar dan gaya-gaya dalam. Gaya luar terdiri dari beban-beban yang bekerja (beban mati termasuk berat sendiri struktur, beban hidup, beban angin, beban gempa, dan lain-lain), dan reaksi-reaksi di Tumpuan/Perletakan Sendi dan Rol (berupa reaksi vertikal dan horisontal). Sedangkan gaya dalam yaitu gaya yang bekerja di dalam penampang struktur yang bisa digambarkan menggunakan Microsoft Office Visio terdiri dari gaya aksial (gaya yang tegak lurus penampang), dan gaya geser (gaya yang arahnya sejajar dengan muka penampang). Sedangkan gaya momen yang terdiri dari momen lentur dan momen torsi, tidak bisa digambarkan menggunakan Microsoft Office Visio. Untuk deformasi, bisa juga dicari dengan menggunakan Microsoft Office Visio khususnya deformasi yang terjadi pada Konstruksi Rangka Batang Statis Tertentu, yaitu dengan menggambar perubahan<sup>2</sup> panjang batang ( $\Delta L_i$ ) dengan menggunakan metode welliot dan welliot-mohr. Berbeda dengan metoda lukisan cremona yang digunakan untuk mencari gaya dalam pada Konstruksi Rangka Batang Statis Tertentu, skala gambar biasanya diperkecil, namun dengan metode welliot dan welliot-mohr skala gambar justru diperbesar karena digunakan untuk menggambar perubahan<sup>2</sup> panjang batang ( $\Delta L_i$ ) yang nilainya sangat kecil. Kemudahan dalam menggunakan Microsoft Office Visio ini karena hasil gambar bisa langsung dibaca, dan sudah sesuai dengan hasil sebenarnya tanpa mengkonversi lagi dengan skala yang digunakan, berbeda dengan cara gambar manual (menggambar dengan tangan menggunakan alat tulis pensil/bolpoin di bidang kertas), yang mana hasil ukuran gambar harus dikalikan atau dibagi dengan skala yang digunakan.



Tipe struktur yang bisa diselesaikan dengan cara grafis menggunakan aplikasi Microsoft Visio dan yang akan dibahas di sini yaitu hanya struktur Statis Tertentu (Struktur yang hanya mempunyai 3 reaksi perletakan) yang terdiri dari balok/portal dengan 2 tumpuan sendi dan rol, serta Konstruksi Rangka Batang Statis Tertentu dengan 2 tumpuan sendi dan rol.

### **I.3. Rumusan Masalah**

Dari uraian di atas, dapatlah kiranya dirumuskan masalah-masalah yang akan dibahas dalam penyelesaian Mekanika Teknik di sini adalah:

1. Gaya: Definisi Gaya, cara penggambarannya secara grafis, menyusun dan menguraikan gaya secara grafis menggunakan aplikasi Microsoft Office Visio.
  - a. Menyusun gaya-gaya dalam 1 titik tangkap
  - b. Menyusun gaya-gaya sejajar tidak dalam 1 titik tangkap
  - c. Menyusun gaya-gaya tidak sejajar tidak dalam 1 titik tangkap
  - d. Menguraikan gaya menjadi 2 arah yang berbeda
  - e. Menguraikan gaya menjadi 3 arah yang berbeda
2. Mencari Reaksi-reaksi perletakan pada Konstruksi Balok dan Portal dengan Tumpuan Sendi dan Rol dengan cara grafis menggunakan aplikasi Microsoft Office Visio.
3. Mencari Reaksi-reaksi perletakan pada Konstruksi Rangka Batang dengan Tumpuan Sendi dan Rol dengan cara grafis menggunakan aplikasi Microsoft Office Visio.
4. Mencari nilai gaya-gaya batang pada Konstruksi Rangka Batang dengan Tumpuan Sendi dan Rol dengan cara grafis menggunakan aplikasi Microsoft Office Visio, dengan metoda lukisan cremona dan metoda cullman.
5. Mencari deformasi atau perpindahan titik-titik pada Konstruksi Rangka Batang Statis Tertentu dengan cara

grafis menggunakan aplikasi Microsoft Office Visio dengan metoda welliot dan welliot mohr.

#### **I.4. Tujuan dan Manfaat**

Tujuan Kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyajikan penulisan tentang penggunaan aplikasi Microsoft Office Visio dalam menggambar gaya, mengukur besaran gaya, letak titik tangkap gaya, dan arah gaya. Juga menyusun gaya-gaya serta menguraikan gaya-gaya, dengan metoda poligon gaya.
2. Menyajikan cara penyelesaian Model Struktur Balok dan Portal Statis Tertentu dengan tumpuan Sendi dan Rol, baik mencari nilai reaksi-reaksi perletakan, menggambar gaya-gaya dalam aksial dan geser dengan cara grafis menggunakan aplikasi Microsoft Office Visio.
3. Menyajikan cara penyelesaian Model Struktur Konstruksi Rangka Batang Statis Tertentu, dengan tumpuan Sendi dan Rol, baik mencari nilai reaksi-reaksi perletakan, nilai gaya-gaya batang maupun mencari perpindahan titik-titik simpulnya dengan metoda grafis dengan menggunakan aplikasi Microsoft Office Visio.

Adapun manfaat dari Kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu mahasiswa agar lebih mudah memahami Mekanika Teknik dan bisa menyelesaikan Struktur Statis Tertentu dengan lebih mudah tanpa perhitungan.
2. Membantu mahasiswa untuk mengenal lebih dalam fungsi-fungsi dalam aplikasi komputer praktis yaitu Microsoft office Visio dalam penyelesaian soal Mekanika Teknik.
3. Untuk pengembangan ilmu, khususnya ilmu Mekanika Teknik.

#### **I.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika Penulisan dalam Kajian ini adalah sebagai berikut:

##### **Bab I. PENDAHULUAN**

###### **I.1. Latar Belakang**

###### **I.2. Batasan Masalah**

I.3. Rumusan Masalah

I.4. Tujuan dan Manfaat

I.5. Sistematika Penulisan

## Bab II. MEKANIKA TEKNIK

II.1. Gaya

II.2. Struktur Statis Tertentu:

1. Balok Sederhana dengan Tumpuan Sendi dan Rol
2. Portal Sederhana dengan Tumpuan Sendi dan Rol
3. Konstruksi Rangka Batang Statis Tertentu dengan Tumpuan Sendi dan Rol

## Bab III. PENGGUNAAN APLIKASI KOMPUTER PRAKTIS MICROSOFT OFFICE VISIO

III.1. Penggunaan aplikasi MicrosoftOffice Visio untuk mencari resultante gaya dan menguraikan gaya.

III.2. Penggunaan aplikasi Microsoft Office Visio untuk mencari reaksi dan gaya dalam aksial dan geser pada balok sederhana dengan tumpuan Sendi dan Rol.

III.3. Penggunaan aplikasi Microsoft Office Visio untuk mencari reaksi dan gaya dalam aksial dan geser pada portal sederhana dengan tumpuan Sendi dan Rol.

III.4. Penggunaan aplikasi Microsoft Office Visio untuk mencari reaksi, gaya batang dan perpindahan titik-titik simpul pada konstruksi rangka batang statis tertentu dengan tumpuan Sendi dan Rol.

## Bab IV. PEMBAHASAN

## Bab V. KESIMPULAN DAN SARAN

## **BAB II. MEKANIKA TEKNIK**

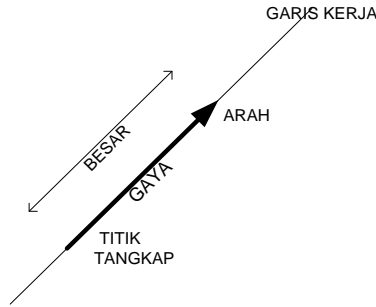
Bab ini akan membahas tentang Mekanika Teknik, yaitu materi perkuliahan yang berisi tentang penyelesaian model-model struktur dari Struktur yang sebenarnya di lapangan. Struktur Jembatan sederhana dengan bentangan kecil bisa dimodelkan sebagai Balok Sederhana dengan Tumpuan Sendi dan Rol. Sedangkan Balok dengan Tumpuan Jepit Bebas, adalah salah satu model struktur pada kantilever atap, tidak dibahas di sini karena ada reaksi Momen di Tumpuan Jepit yang tidak bisa digambarkan sebagai vektor/gaya. Selain model Struktur Balok ada juga model struktur Portal Sederhana dengan Tumpuan Sendi dan Rol, misal untuk Konstruksi Portal. Untuk Jembatan dengan bentangan lebih lebar juga untuk Konstruksi atap, model strukturnya bisa menggunakan model struktur Konstruksi Rangka Batang.

Dalam penyelesaian model struktur tersebut, terdapat beban-beban yang bekerja juga reaksi-reaksi di perletakan sehingga struktur tersebut seimbang, sedangkan untuk meninjau kekuatan di dalam elemen penampang struktur, di dalam penampang terdapat juga gaya-gaya dalam (gaya aksial, gaya geser dan momen) yang mengimbangi gaya-gaya luar(reaksi perletakan dan beban-beban). Untuk itu sebelum membahas penyelesaian model struktur, akan dibahas terlebih dahulu tentang Gaya (.

### **II.1. Gaya**

#### **II.1.1. Pengertian:**

Gaya adalah kekuatan yang mempunyai besar (kg, ton, Newton, dsb.), arah, garis kerja dan titik tangkap, seperti tergambar dalam Gambar 2.1. berikut ini.



Gambar 2.1. Gaya (Soewarno,1967)

Untuk mempelajarinya kita lukiskan gaya itu sebagai sepotong garis lurus yang berujung tanda panah dan kita sebut *vector* : panjangnya melukiskan besar gaya, tanda panah menunjukkan arah kerja gaya. Jika gaya bekerja pada suatu benda maka tempat bekerjanya gaya disebut titik tangkap. Garis yang ditarik melalui titik tangkap gaya dan arahnya sama dengan arah kerja gaya disebut garis kerja gaya. Perlu diketahui bahwa titik tangkap gaya bisa dipindahkan sepanjang garis kerja gaya.

Semua gaya yang garis kerjanya terletak pada satu bidang datar disebut gaya *koplanar*. Semua gaya yang garis kerjanya berpotongan pada satu titik disebut gaya *kongruen* (bertitik tangkap tunggal). Jika garis kerja berbagai gaya itu terletak pada satu garis lurus, gaya disebut gaya *kolinear*.

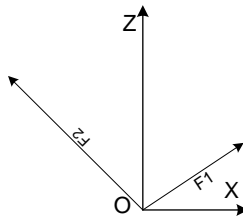
### II.1.2. Menyusun Gaya

Sejumlah gaya dapat dijumlahkan/digabung menjadi satu gaya yang disebut resultan gaya. Kita dapat menghitungnya secara analisa atau lukisan (grafis). Secara analisa kita membuat susunan koordinat XOZ, kemudian gaya diproyeksikan pada kedua sumbu X dan Z. Sedangkan cara lukisan/grafis yaitu dengan menggambar gaya-gaya tersebut sebagai vektor dengan menggunakan skala gaya dan penjumlahan gaya-gaya dilakukan dengan cara menggambar secara

berurutan gaya-gaya tersebut, hasil resultaninya adalah merupakan garis vektor dari titik awal sampai ke titik akhir penggambaran gaya, besar dan arahnya diukur dari panjang garis vektor Resultan, sedangkan arahnya diukur berdasarkan kemiringan gaya Resultan tersebut. Untuk cara grafis akan dibahas lebih detail di Bab III tentang penggunaan aplikasi komputer praktis Microsoft Visio, di sini hanya akan dibahas tentang teori menyusun gaya dengan cara analitis.

### II.1.2.1. Gaya Kongruen (bertitik tangkap tunggal)

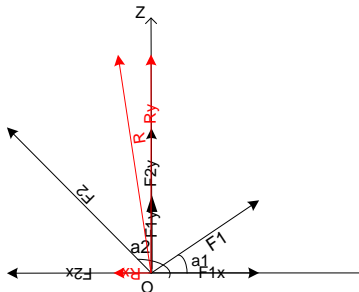
Perhatikan Gambar 2.2. berikut ini dimana terdapat 2 gaya  $F_1$  dan  $F_2$  yang bertitik tangkap di titik O, cari Resultante/penjumlahan kedua gaya tersebut.



Gambar 2.2. Ada 2 buah gaya kongruen  $F_1$  dan  $F_2$  bertitik tangkap di titik O

#### Penyelesaian dengan cara analitis:

Masing-masing gaya  $F_1$  dan  $F_2$  diproyeksikan ke sumbu ordinat OX dan OZ seperti berikut ini:



Uraian analitisnya adalah sebagai berikut:

$$F_1 \rightarrow F_{1x} = F_1 \cos a_1$$

$$F_{1z} = F_1 \sin a_1$$

$$F_2 \rightarrow F_{2x} = F_2 \cos a_2$$

$$F_{2z} = F_2 \sin a_2$$

Maka resultante/penjumlahan kedua gaya tersebut adalah:

$$R_x = F_{1x} + F_{2x}$$

$$R_z = F_{1z} + F_{2z}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_z^2}$$

$$a = \arctg \frac{R_z}{R_x}$$

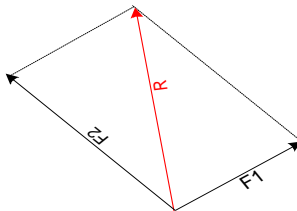
Penyelesaian dengan cara grafis:

Untuk penyelesaian dengan cara grafis ada 2 cara yaitu:

1. Metoda Jajaran Genjang
2. Metoda Poligon / Segi banyak Gaya

Penjelasan dari masing-masing metoda tersebut adalah sebagai berikut:

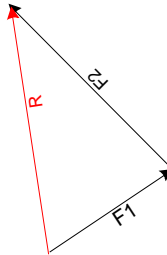
1. **Metoda jajaran genjang**, yaitu dengan menggambar masing-masing gaya dengan menggunakan skala panjang, misalnya 1 cm garis gaya mewakili satuan besaran gaya  $F_1$  dan  $F_2$ , digambar sesuai dengan arah gaya juga. Selanjutnya ditarik garis-garis sejajar dengan masing-masing gaya hingga berpotongan di 1 titik, maka bisa diperoleh besarnya resultan gaya  $R = F_1 + F_2$ , seperti terlihat pada gambar berikut,



besar dari gaya resultan  $R$ , diukur panjangnya kemudian dikonversikan sesuai dengan skala yang digunakan, sedangkan

arahnya tinggal diukur sudut kemiringannya menggunakan busur derajat.

2. **Metoda poligon/segi banyak gaya**, yaitu menggambar secara berurutan gaya  $F_1$  kemudian disambung dengan menggambar gaya  $F_2$ , seperti terlihat pada gambar berikut:



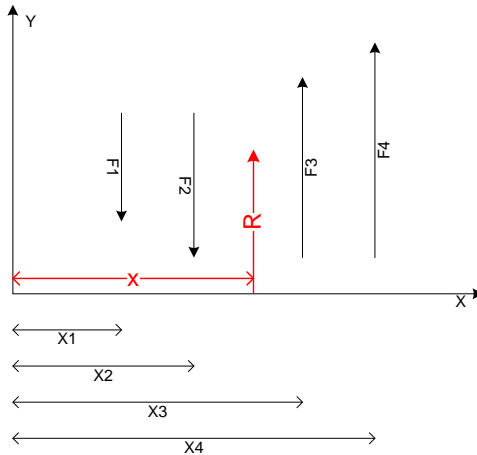
tentunya gaya  $F_1$  dan  $F_2$  digambar dengan menggunakan skala gaya seperti pada metoda jajaran genjang, gaya resultan  $R$  adalah gaya yang ditarik dari pangkal gaya  $F_1$  dan berakhir di pangkal gaya  $F_2$ .

Contoh mencari gaya Resultan dari gaya-gaya yang kongruen dengan cara grafis menggunakan aplikasi praktis Microsoft visio akan dijelaskan lebih detail di Bab III.

#### II.1.2.2. Gaya-gaya Sejajar ( dalam 1 bidang datar )

Perhatikan Gambar 2.3. berikut ini, terdapat 4 buah gaya yang sejajar namun tidak bertitik tangkap di 1 titik. Gaya  $F_1$  bertitik tangkap sejauh  $x_1$  dari titik O, gaya  $F_2$  bertitik tangkap sejauh  $x_2$  dari titik O, Gaya  $F_3$  bertitik tangkap sejauh  $x_3$  dari titik O, dan Gaya  $F_4$  bertitik tangkap sejauh  $x_4$  dari titik O. Selanjutnya cari Resultante gaya-gaya tersebut, baik besar, arah maupun letaknya, diukur dari titik O.





Gambar 2.3. Ada 4 buah gaya sejajar dan tidak bertitik tangkap di 1 titik  
Penyelesaian cara analisa:

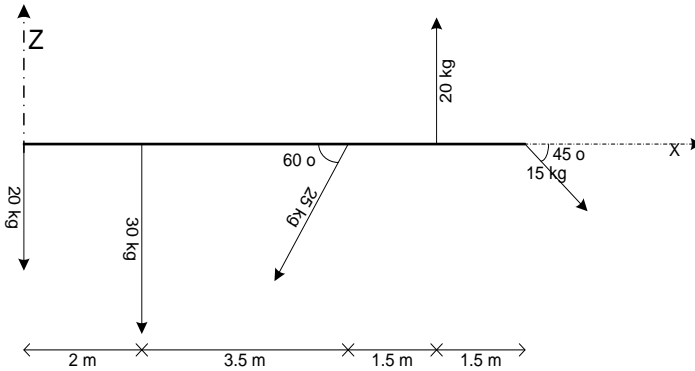
Resultan,  $R = -F_1 + -F_2 + F_3 + F_4$

Letak resultan,  $x = \frac{-F_1.x_1 - F_2.x_2 + F_3.x_3 + F_4.x_4}{R}$

Arahnya, karena sejajar maka arah resultan juga sejajar, untuk menentukan arahnya ke atas atau ke bawah tergantung hasilnya, bila positif berarti ke atas, bila negatif berarti ke bawah.

### II.1.2.3. Gaya-Gaya Koplanar

Yang akan dibahas di sini adalah gaya-gaya yang tidak sejajar, tidak setitik tangkap namun dalam satu bidang datar. Letak titik tangkap gaya-gaya ini bisa dalam satu balok, satu kolom, portal maupun konstruksi rangka batang. Pada Gambar 2.4. terdapat beberapa gaya dalam suatu balok, cari resultante gaya-gaya tersebut.



Gambar 2.4. Gaya-gaya koplanar

Penyelesaian dengan cara analisa:

Resultan,

$$R_x = 0\text{kg} + 0\text{kg} - 25\text{kg} \cos 60^\circ + 0\text{kg} + 15\text{kg} \cos 45^\circ$$

$$R_x = 0\text{kg} + 0\text{kg} - 12.5\text{kg} + 0\text{kg} + 10.61\text{kg}$$

$$R_x = -1.89 \text{ kg (ke kiri)}$$

$$R_z = -20\text{kg} - 30\text{kg} - 25\text{kg} \sin 60^\circ + 20\text{kg} - 15\text{kg} \sin 45^\circ$$

$$R_z = -20\text{kg} - 30\text{kg} - 21.65\text{kg} + 20\text{kg} - 10.61\text{kg}$$

$$R_z = -62.26 \text{ kg (ke bawah)}$$

$$R = \sqrt{[(-1.89)^2 + (-62.26)^2]} = 62.3 \text{ kg}$$

Arah resultan  $a = \text{arc tg } R_z/R_x = \text{arc tg } -62.26/-1.89$   
 $a = 89,5^\circ$  (di kuadran III)

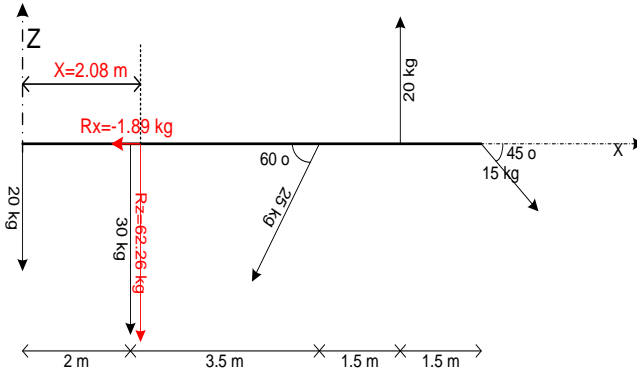
Letak resultan :

$$x = \frac{F_{1z} \cdot x_1 + F_{2z} \cdot x_2 + F_{3z} \cdot x_3 + F_{4z} \cdot x_4 + F_{5z} \cdot x_5}{R_z}$$

$$x = \frac{-20 \times 0 - 30 \times 2 - 21.65 \times 5.5 + 20 \times 7 - 10.61 \times 8.5}{-62.26}$$

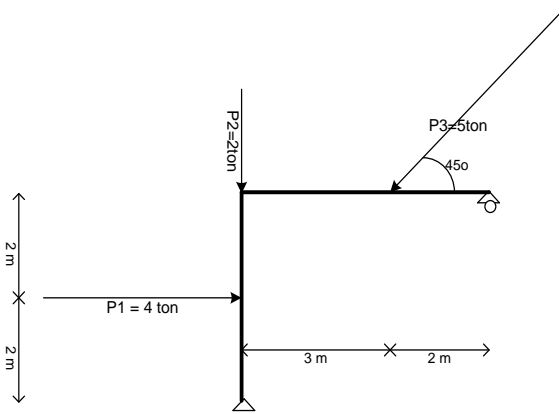
$$x = \frac{-129.26 \text{ kgm}}{-62.26 \text{ kg}} = 2.08 \text{ m}$$

Hasil resultan nya bisa dilihat di Gambar 2.5. berikut ini.



Gambar 2.5. Hasil resultante gaya-gaya koplanar

Selain pada Balok, bisa juga ada beberapa gaya yang bekerja dalam portal seperti pada Gambar 2.6. berikut.



Gambar 2.6. Gaya-gaya dalam Portal

Penyelesaian dengan cara analisa:

$$\begin{aligned}
 R_x &= 4\text{ton} + 0\text{ton} - 5\text{ton} \cos 45^\circ \\
 &= 0.465 \text{ ton (kekanan)} \\
 R_z &= 0\text{ton} - 2\text{ton} - 5\text{ton} \sin 45^\circ \\
 &= -5.536 \text{ ton (kebawah)}
 \end{aligned}$$

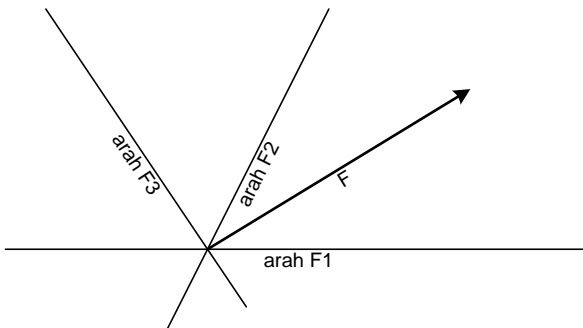
$$\begin{aligned}
 R &= \sqrt{(0.465^2 + -5.536^2)} \\
 &= \sqrt{30.864} \\
 &= 5.56 \text{ ton (serong kekiri bawah)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{arah sudut, } a &= \text{arc tg } \frac{-5.536}{0.465} \\
 &= -85.2^\circ
 \end{aligned}$$

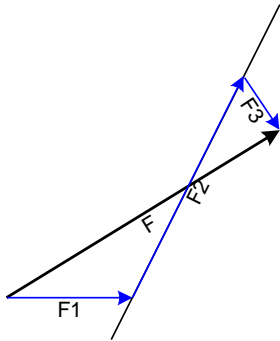
Untuk mencari letak resultan gaya, karena gaya-gaya yang dijumlahkan tidak terletak dalam 1 garis, maka letak resultan dicari untuk 2 sumbu yaitu x dan y, tentunya akan banyak kombinasi nilai x dan y, karena resultante gayanya miring. Di sini tidak akan dibahas letak resultan dengan cara analitis, prinsipnya sama dengan mencari letak resultan gaya-gaya sejajar, hanya untuk 2 arah yaitu arah x dan y, pembahasan akan lebih mudah jika diselesaikan dengan cara grafis menggunakan aplikasi Microsoft visio yang akan dibahas di Bab III.

### II.1.3. Menguraikan Gaya

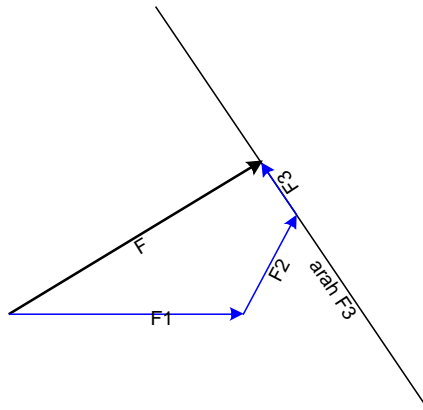
Berbeda dengan menyusun gaya, dimana berapapun gaya-gaya yang ada bisa dijumlahkan menjadi satu gaya (resultan), tetapi untuk menguraikan gaya, satu gaya hanya bisa diuraikan dalam 2 arah. Jika diuraikan lebih dari 2 arah, akan mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Lihat contoh pada Gambar 2.7. berikut ini.



Gambar 2.7. Satu Gaya  $F$  akan diuraikan dalam 3 arah berbeda

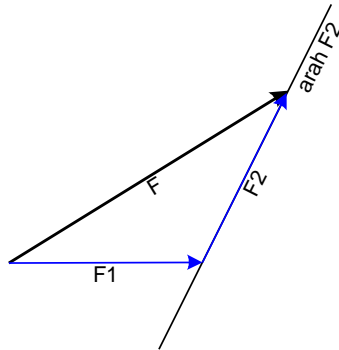


Gambar 2.7.1 Penyelesaian alternatif pertama



Gambar 2.7.2. Penyelesaian alternatif kedua

Kedua jawaban tersebut sama–sama benar, dalam hal ini nilai  $F_2$  dan  $F_3$  berbeda-beda untuk setiap penentuan nilai  $F_1$ , tentunya hal ini tidak diharapkan. Dalam ilmu eksakta jawaban yang diinginkan adalah jawaban yang pasti. Oleh karena itu untuk mendapatkan jawaban yang pasti, satu gaya hanya dapat diuraikan dalam 2 arah. Untuk soal di atas gaya  $F$  diuraikan dalam dua arah saja yaitu  $F_1$  dan  $F_2$ , hasilnya bisa dilihat pada Gambar 2.7.3 berikut ini.



Gambar 2.7.3. Gaya F diuraikan dalam 2 arah  $F_1$  dan  $F_2$

Sama juga dengan menyusun gaya, dalam menguraikan gaya bisa dikerjakan dengan cara analitis atau cara grafis.

Penyelesaian cara analitis:

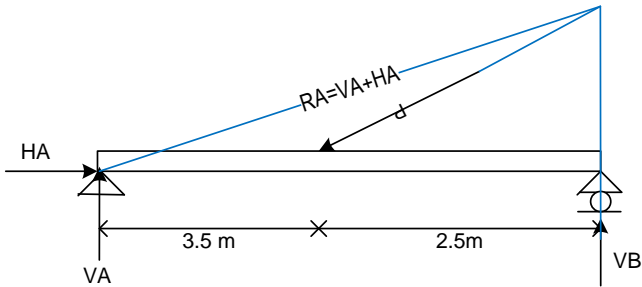
Masing-masing gaya diuraikan dalam arah sumbu x (horisontal) dan sumbu z (vertikal). Selanjutnya berlaku keseimbangan gaya, yaitu:

$$F_x = F_{1x} + F_{2x}$$

$$F_z = F_{1z} + F_{2z}$$

Ada dua bilangan yang tidak diketahui yaitu  $F_1$  dan  $F_2$ , ada dua persamaan keseimbangan statika yang bisa digunakan, maka gaya  $F_1$  dan gaya  $F_2$  bisa diperoleh. Untuk penyelesaian dengan cara grafis, akan dibahas di Bab III. Akan halnya 1 Gaya akan tetap diuraikan dalam lebih dari 2 arah, bisa tetap dilakukan dengan menguraikan gaya secara bertahap, misalkan akan menguraikan 1 gaya  $F$  dalam 3 arah  $F_1, F_2$  dan  $F_3$ , maka  $F_1$  dan  $F_2$  bisa digabungkan dulu sebagai  $F_{1-2}$ , selanjutnya  $F$  diuraikan menjadi  $F_{1-2}$  dan  $F_3$ , setelah diperoleh  $F_{1-2}$ , maka  $F_{1-2}$  tersebut diuraikan kembali menjadi  $F_1$  dan  $F_2$ , asalkan keempat gaya tersebut tidak berada dalam 1 titik tangkap, seperti terlihat dalam gambar 2.7 di atas. Contohnya adalah dalam struktur balok sederhana dimana beban luar yang merupakan aksi akan diuraikan dalam 3 arah reaksi yaitu 2 arah reaksi di sendi dan 1 arah reaksi di rol, seperti terlihat dalam Gambar 2.7A berikut ini. Di sini 1 gaya sebagai beban  $P$  (aksi) akan diuraikan menjadi 3 gaya sebagai reaksi, hal ini bisa dilakukan karena

keempat gaya tidak berada dalam 1 titik tangkap, maka kita bisa menggabungkan terlebih dahulu gaya  $V_A$  dan  $H_A$  menjadi 1 gaya  $R_A$ , namun harus dicari terlebih dulu garis kerjanya  $R_A$ , caranya yaitu dengan mencari titik potong beban  $P$  dengan  $V_B$ , selanjutnya dari titik potong tersebut ditariklah garis ke  $A$ , itulah garis kerja  $R_A$ , maka selanjutnya  $P$  sudah bisa diuraikan dalam 2 arah yaitu  $V_B$  dan  $R_A$ .



Gambar 2.7.4 Contoh penerapan uraian gaya, dimana 1 gaya diuraikan dalam 3 arah, namun tidak berada dalam 1 titik tangkap.

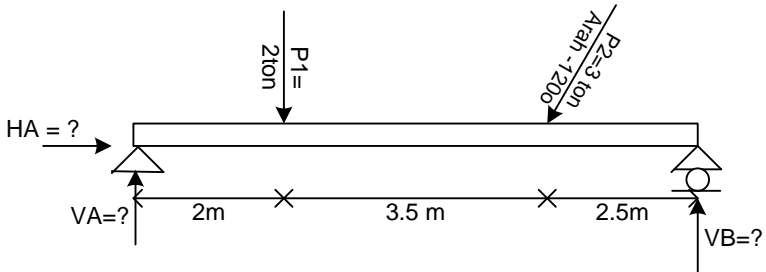
Contoh-contoh penerapan uraian gaya akan dibahas lebih detail dengan menggunakan cara grafis di Bab III. dengan menggunakan aplikasi Microsoft Visio.

## II.2. Struktur Statis Tertentu

Struktur Statis Tertentu adalah model-model struktur yang mempunyai reaksi – reaksi perletakan sebanyak 3 reaksi, karena keseimbangan statika yang ada juga sebanyak 3 persamaan statika yaitu keseimbangan gaya arah vertikal, arah horisontal serta keseimbangan momen. Struktur Statis Tertentu tersebut terdiri dari model struktur balok dan portal dengan tumpuan sendi dan rol, balok dan portal dengan tumpuan jepit bebas, serta model struktur konstruksi rangka batang dengan tumpuan sendi dan rol. Untuk balok dan portal dengan tumpuan jepit bebas tidak akan dibahas di sini, karena terdapat reaksi momen yang tidak bisa digambarkan secara grafis menggunakan vektor/gaya.

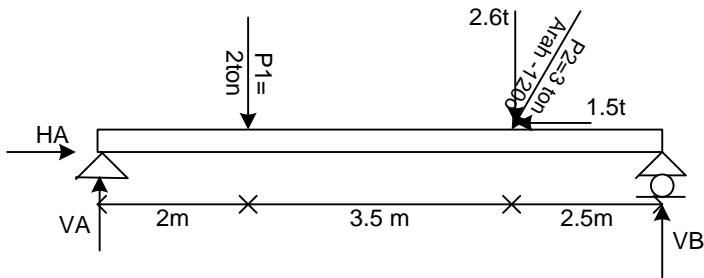
## II.2.1. Model struktur Balok dengan tumpuan sendi dan rol

Perhatikan model struktur balok sederhana, dengan perletakan sendi-rol seperti tergambar pada Gambar 2.8. berikut ini, dimana terdapat 2 gaya luar sebagai beban yang merupakan gaya-gaya koplanar, selesaikan struktur balok sederhana berikut yaitu carilah nilai-nilai reaksi perletakan dan gaya-gaya dalam yang terjadi.



Gambar 2.8. Contoh model struktur Balok sederhana dengan tumpuan sendi dan rol

Penyelesaian dengan cara analitis:



Gambar 2.9. Langkah penyelesaian Struktur Balok Sederhana dengan tumpuan sendi dan rol

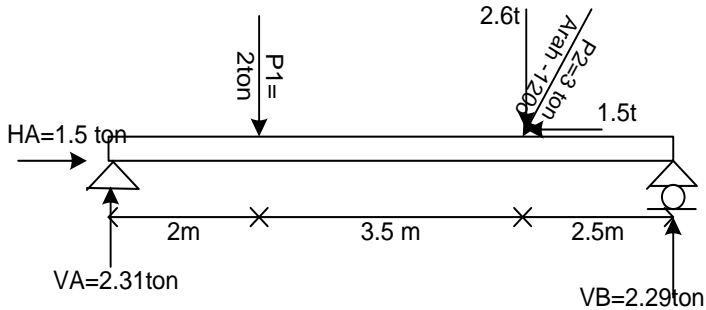
Langkah awal yaitu menyajikan gaya-gaya dalam arah vertikal dan horizontal, dalam hal ini gaya  $P_2$  yang mempunyai arah -



120° diuraikan terlebih dulu dalam arah vertikal (sumbu x) dan arah horisontal (sumbu z). Selanjutnya menggambarkan juga gaya-gaya reaksi perletakan dalam arah permisalan (menggunakan arah permisalan yang bersifat positif), yaitu ada 3 reaksi perletakan:  $V_A$ ,  $H_A$  dan  $V_B$ . Prinsip penyelesaiannya yaitu menggunakan keseimbangan gaya yaitu gaya luar sebagai beban (Aksi) harus seimbang dan berlawanan arah dengan gaya luar sebagai Reaksi, dengan menggunakan tiga persamaan keseimbangan statika yaitu: keseimbangan arah vertikal, arah horisontal dan keseimbangan momen, sebagaimana yang dijelaskan berikut ini.

$$\begin{aligned} \Sigma H = 0 \rightarrow & H_A - 1.5 \text{ ton} = 0 \\ & H_A = 1.5 \text{ ton} \text{ (positip jadi arah sesuai} \\ & \text{permisalan:kekanan)} \\ \Sigma M_A = 0 \rightarrow & 2 \text{ ton} \times 2 \text{ m (searah jarum jam)} + 2.6 \text{ ton} \times 5.5 \text{ m (searah} \\ & \text{jarum jam)} - V_B \times 8 \text{ m (berlawanan arah jarum} \\ & \text{jam)} = 0 \\ & 4 \text{ tonm} + 14.3 \text{ tonm} - 8V_B \text{ tonm} = 0 \\ & V_B = 2.29 \text{ ton (positip jadi arah sesuai permisalan:ke} \\ & \text{atas)} \\ \Sigma V = 0 \rightarrow & V_A - 2 \text{ ton} - 2.6 \text{ ton} + V_B = 0 \\ & V_A - 2 \text{ t} - 2.6 \text{ ton} + 2.29 \text{ ton} = 0 \\ & V_A = 2.31 \text{ ton (positip jadi arah sesuai permisalan: ke} \\ & \text{atas)} \end{aligned}$$

Sehingga, didapatkan nilai-nilai reaksi perletakan sebagai berikut, yang disajikan dalam Gambar 2.10. berikut ini.



Gambar 2.10. Aksi dan Reaksi pada model struktur Balok dengan tumpuan sendi dan rol.

Dalam menggunakan persamaan  $\Sigma M=0$ , selain digunakan  $\Sigma M_A=0$  bisa juga digunakan  $\Sigma M_B=0$ , dan di sini akan didapatkan nilai  $V_A$  terlebih dahulu.

$$\begin{aligned} \Sigma M_B = 0 \rightarrow & V_A \times 8\text{m (searah jarum jam)} - 2\text{ton} \times 6\text{m (berlawanan jarum jam)} \\ & - 2.6\text{ton} \times 2.5\text{m (berlawanan arah jarum jam)} = 0 \\ & 8V_A \text{ tonm} - 12 \text{ tonm} - 6.5 \text{ tonm} = 0 \\ V_A = & + \frac{18.5}{8} = +2.31 \text{ ton} \end{aligned}$$

(positip jadi arah sesuai permisalan: ke atas)

Selanjutnya, perhitungan nilai  $V_B$ , menggunakan keseimbangan vertikal, akan menghasilkan nilai  $V_B = 2.29$  ton.

Penyelesaian dengan cara grafis:

Prinsip yang digunakan adalah menyusun gaya dan menguraikan gaya. Dua beban yang bekerja dijumlahkan dulu menjadi satu gaya beban (P), selanjutnya gaya tersebut diuraikan menjadi 3 gaya reaksi perletakan ( $V_A$ ,  $H_A$  dan  $V_B$ ). Karena prinsip menguraikan gaya yaitu satu gaya hanya bisa diuraikan dalam dua arah, maka gaya  $V_A$  dan  $H_A$  dijumlahkan dulu menjadi  $R_A$ . Yang penting diperhatikan di sini adalah mencari letak resultan gaya beban, garis kerja reaksi di rol B yaitu  $V_B$  dan garis kerja reaksi di sendi A yaitu  $R_A$ . Letak resultan gaya

beban, karena hanya ada dua beban, tentu letaknya adalah diperpotongan garis kerja  $P_1$  dan garis kerja  $P_2$ , sedang arahnya sesuai dengan arah resultan beban  $P$ . Selanjutnya, ditarik garis kerja resultan beban  $P$  hingga memotong garis kerja reaksi di rol  $V_B$ , dari titik potong yang didapat ditarik ke titik  $A$ , maka diperoleh garis kerja reaksi di sendi  $R_A$ . Selanjutnya, resultan beban  $P$  diuraikan ke dalam dua arah yaitu  $V_B$  dan  $R_A$  (namun berlawanan arah, karena merupakan reaksi dari beban). Selanjutnya  $R_A$  diuraikan kembali dalam  $V_A$  dan  $H_A$ .

Untuk penyelesaian dengan cara grafis, akan dibahas secara detail di Bab III dengan menggunakan aplikasi Microsoft Visio. Sedangkan untuk menggambar gaya-gaya dalam yaitu gaya aksial, gaya geser dan momen lentur, diperlihatkan dalam Gambar 2.11. berikut ini, di sini perhitungan gaya-gaya dalam dilakukan dengan metoda analitis. Untuk gaya dalam aksial, hanya terdapat di bagian balok  $AD$ , dan nilai gaya aksialnya sebesar 1.5 ton tekan. Untuk gaya geser, dihitung menggunakan arah kiri atau kanan, dihitung dengan arah kiri, maka nilai-nilai gaya geser tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 S_A &= +2.31 \text{ ton} \\
 S_{C\text{kiri}} &= +2.31 \text{ ton} \\
 S_{C\text{kanan}} &= +2.31 \text{ ton} - 2 \text{ ton} = +0.31 \text{ ton} \\
 S_{D\text{kiri}} &= +2.31 \text{ ton} - 2 \text{ ton} = +0.31 \text{ ton} \\
 S_{D\text{kanan}} &= +2.31 \text{ ton} - 2 \text{ ton} - 2.6 \text{ ton} = -2.29 \text{ ton} \\
 S_B &= +2.31 \text{ ton} - 2 \text{ ton} - 2.6 \text{ ton} = -2.29 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai-nilai momen lentur, juga dihitung menggunakan arah kiri atau kanan, dihitung dengan arah kiri adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 M_A &= 0 \text{ tonm} \\
 M_C &= +(2.31 \text{ ton} \times 2 \text{ m}) = +4.62 \text{ tonm} \\
 M_D &= +(2.31 \text{ ton} \times 5.5 \text{ m}) - (2 \text{ ton} \times 3.5 \text{ m}) = +5.7 \text{ ton m} \\
 M_B &= 0 \text{ tonm}
 \end{aligned}$$

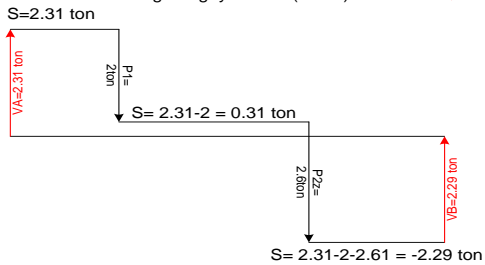
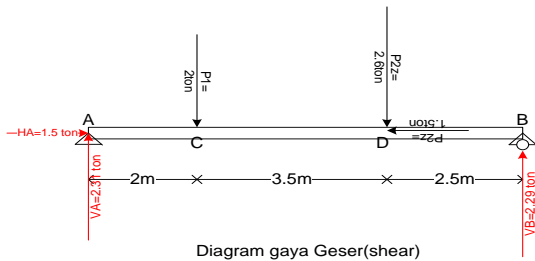
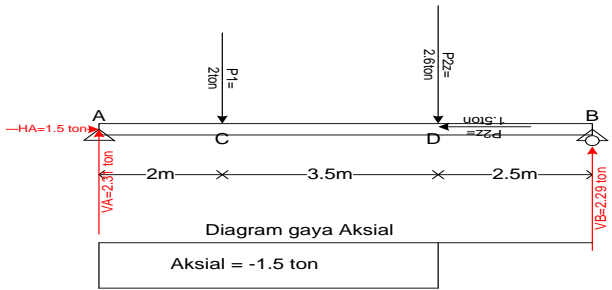
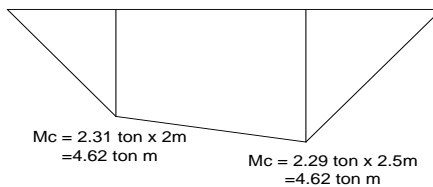


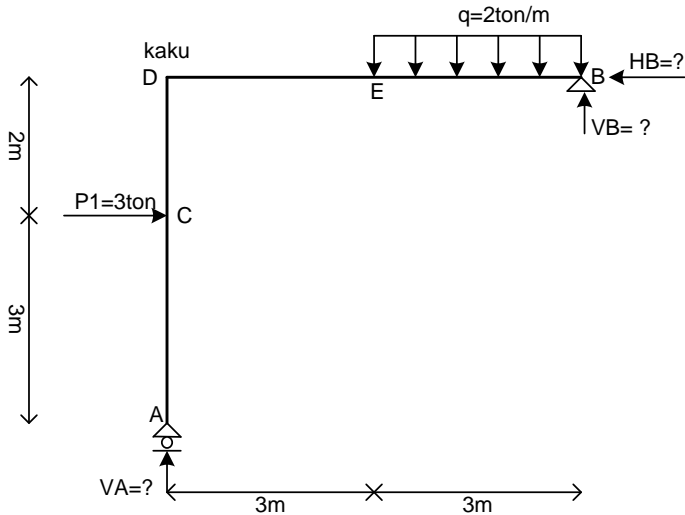
Diagram gaya Momen lentur



Gambar 2.11. Diagram gaya-gaya dalam pada balok sederhana dengantumpuan sendi dan rol.

## II.2.2. Model struktur Portal dengan tumpuan sendi dan rol

Perhatikan model struktur portal sederhana, dengan perletakan sendi-rol seperti tergambar pada Gambar 2.12. berikut ini, dimana terdapat 2 gaya luar sebagai beban yang merupakan gaya-gaya koplanar, selesaikan struktur portal sederhana berikut yaitu carilah nilai-nilai reaksi perletakannya.



Gambar 2.12. Contoh model struktur Portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol

Penyelesaian secara analitis:

$$\Sigma H = 0 \rightarrow P_1 - H_B = 0$$

$$3 \text{ t} - H_B = 0$$

$$H_B = 3 \text{ ton (kekiri)}$$

$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow$$

$$V_A \times 6\text{m (searah jarum jam)} - P_1 \times 2\text{m (berlawanan jarum jam)} - 2\text{t/m} \times 3\text{m} \times 1.5\text{m (berlawanan jarum jam)} = 0$$

$$6V_A \text{ m} - 6 \text{ tm} - 9 \text{ tm} = 0$$

$$V_A = \frac{15}{6} = +2.5 \text{ ton (ke atas)}$$

$$\Sigma V = 0 \rightarrow$$

$$V_A - 2\text{t/m} \times 3\text{m} + V_B = 0$$

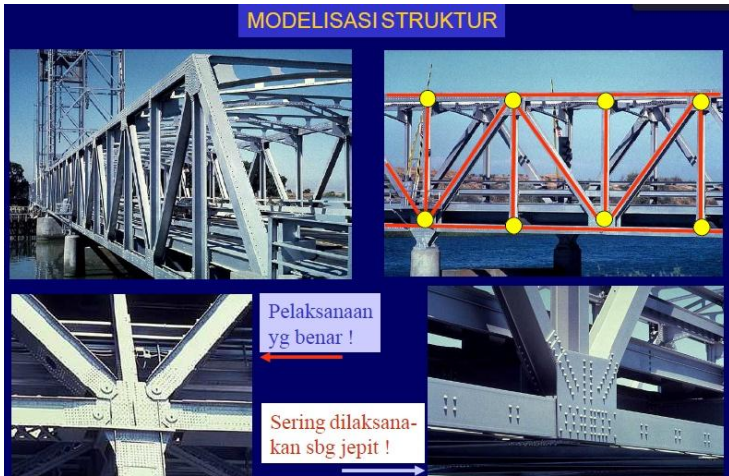
$$2.5 t - 6 t + V_B = 0$$

$$V_B = 3.5 t \text{ (ke atas)}$$

Untuk penyelesaian dengan cara grafis, prinsipnya sama dengan penyelesaian pada balok sederhana dan akan dibahas di Bab III dengan menggunakan aplikasi komputer Microsoft Visio.

### II.2.3. Model Struktur berbentuk Konstruksi Rangka Batang Statis Tertentu.

Sebuah balok, yang mendukung gaya aksial, geser dan momen lentur akan mengalami tegangan aksial, tegangan geser dan tegangan lentur. Gaya aksial (Tarik atau tekan) mengakibatkan tegangan aksial yang merata pada luasan penampang balok. Sedangkan gaya geser mengakibatkan tegangan geser yang besarnya maksimum di tengah-tengah bentang penampang dan makin ke tepi makin kecil. Sebaliknya, tegangan lentur akibat momen lentur, akan bernilai maksimum di seratserat tepi luar dan makin ke tengah makin kecil. Tetapi pada umumnya tegangan geser jauh lebih kecil dari tegangan akibat lentur terutama pada serat terluar, oleh karena itu konstruksi demikian menjadi tidak hemat. Konstruksi yang baik adalah apabila tegangan pada seluruh konstruksi merata dan hal ini dapat didekati atau dicapai dengan konstruksi yang hanya mendukung gaya aksial murni. Salah satu cara yaitu dengan menggunakan konstruksi rangka batang yang terdiri dari batang-batang yang terletak pada sebuah bidang rata yang dihubungkan sesamanya dengan sendi pada ujung-ujungnya sehingga membentuk bangunan yang kokoh. Bentuk dasar daripada konstruksi rangka adalah bentuk segitiga, karena dengan bentuk segitiga konstruksi tidak mudah jatuh akibat gaya luar pada satu titik simpul. Gambar 2.13 adalah bentuk pemodelan struktur pada konstruksi rangka batang statis tentu, dalam konstruksi rangka batang beban-beban bekerja di titik simpul dan diasumsikan berat sendiri batang diabaikan sehingga gaya-gaya dalam yang bekerja pada batang-batang hanya gaya aksial.

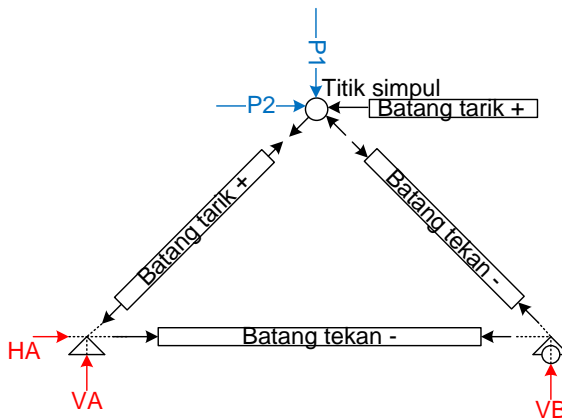


Gambar 2.13. Bentuk pemodelan struktur pada  
Konstruksi Rangka Batang Statis Tentu  
(Sumber: Dr.Ing.Ir.Djoko Sulistyo,Analisa Struktur 1,Jurusan  
T.Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada)

### II.2.3.1. Reaksi dan gaya batang pada Konstruksi rangka batang statis tertentu

Untuk menyelesaikan konstruksi rangka batang sama seperti penyelesaian struktur balok dan portal, yaitu menggunakan 3 keseimbangan statika yaitu keseimbangan arah vertikal, horisontal dan keseimbangan momen. Sedangkan untuk mencari gaya-gaya batangnya yang merupakan gaya dalam aksial, dengan cara perhitungan yaitu menggunakan prinsip keseimbangan gaya pada tiap-tiap titik simpul. Karena prinsip uraian gaya untuk 1 titik tangkap adalah 1 gaya hanya bisa diuraikan dalam 2 arah, maka perhitungan gaya-gaya dalamnya dimulai dari titik-titik simpul dimana terdapat hanya 2 gaya batang yang tidak diketahui, sedangkan gaya yang sudah diketahui boleh 1 atau lebih dari 1 gaya, dengan prinsip gaya-gaya yang sudah diketahui dianggap sebagai aksi (jika ada lebih dari 1 gaya, maka dijumlahkan terlebih dahulu), sedangkan gaya-gaya yang belum diketahui dianggap sebagai

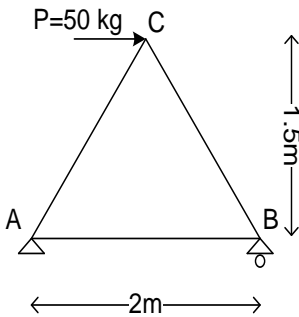
reaksi dan hanya ada 2 gaya tidak diketahui. Selanjutnya, jika 1 titik simpul sudah selesai dihitung gaya-gaya batangnya, perhitungan bisa dilanjutkan ke titik simpul lain dimana terdapat 2 gaya batang yang belum diketahui. Demikian seterusnya, sampai seluruh gaya batang selesai dihitung. Yang penting diperhatikan adalah perjanjian tanda, baik untuk gaya luar (beban dan reaksi perletakan) maupun gaya dalam (gaya batang). Untuk gaya luar, arah gaya-gaya adalah tetap, tidak berubah-ubah, dan letaknya juga di titik simpul dimana gaya-gaya tersebut bekerja, namun untuk gaya dalam (gaya batang), ada 2 titik tangkap yaitu di kedua ujung batang yang arahnya berlawanan, sehingga kesannya arahnya berubah-ubah sesuai di titik simpul mana gaya batang tersebut ditinjau. Untuk lebih jelasnya, bisa dilihat pada gambar 2.14. berikut ini, gaya-gaya berwarna biru adalah gaya luar sebagai beban, gaya-gaya berwarna merah adalah gaya luar sebagai reaksi, sedangkan gaya-gaya yang berwarna hitam adalah gaya dalam sebagai gaya batang.



Gambar 2.14 perjanjian tanda gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi rangka batang

Perhatikan contoh soal Konstruksi Rangka Batang paling sederhana yang terdiri dari 3 batang seperti terlihat pada gambar 2.15 berikut ini:





Konstruksi Rangka Batang Sederhana seperti tergambar, menerima beban P horisontal di C sebesar 50 kg. Abaikan berat sendiri struktur .

Ditanyakan :

- 1) Hitung Reaksi-Reaksi Perletakannya !
- 2) Hitung gaya-gaya batang yang bekerja, tentukan gaya batang tersebut Tarik atau Tekan

Gambar 2.15. Soal konstruksi rangka batang paling sederhana

Penyelesaian cara analitis (metoda keseimbangan titik):

Reaksi- reaksi perletakan  $V_A$ ,  $H_A$  dan  $V_B$ , serta gaya-gaya batang AB, AC dan BC jika dicari secara analitis, maka digunakan persamaan keseimbangan statika, misalkan kita akan mencari reaksi-reaksi terlebih dahulu, maka kita gunakan persamaan sebagai berikut:

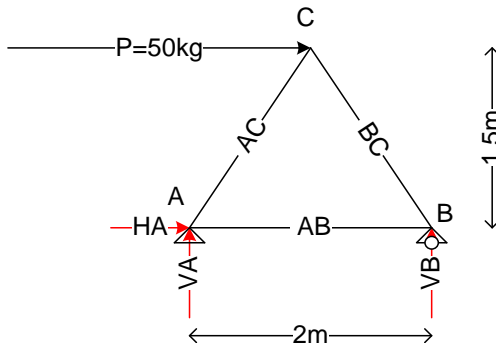
$$\sum \text{Momen di A} = 0$$

$$\sum \text{Momen di B} = 0$$

$$\sum \text{ gaya-gaya arah vertikal atau } \sum F_z = 0$$

$$\sum \text{ gaya-gaya arah horisontal atau } \sum F_x = 0$$

Kita misalkan dulu arah reaksi-reaksinya sebagai berikut:



$$\sum \text{ gaya-gaya arah horisontal atau } \sum F_x = 0:$$

$$P + H_A = 0$$

$$50 + HA = 0$$

$$HA = -50 \text{ kg (ke kiri)}$$

$$\sum \text{Momen di A} = 0:$$

$$+(P \times 1.5\text{m}) - (VB \times 2\text{m}) = 0$$

$$+(50 \times 1.5) - 2VB = 0$$

$$VB = +75/2 = +37.5 \text{ kg (ke atas)}$$

$$\sum \text{Momen di B} = 0:$$

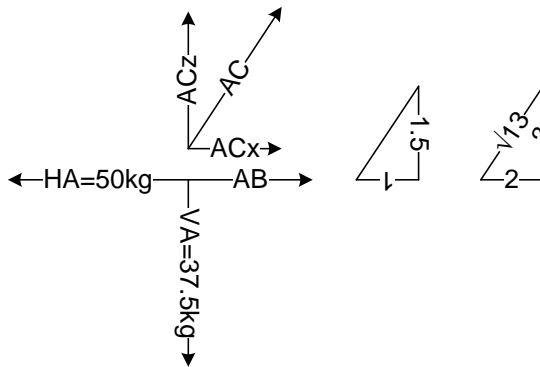
$$+(P \times 1.5\text{m}) + (VA \times 2\text{m}) = 0$$

$$+(50 \times 1.5) + 2VA = 0$$

$$VA = -75/2 = -37.5 \text{ kg (ke bawah)}$$

Karena reaksi-reaksi sudah ketemu, maka untuk menghitung gaya-gaya batang bisa dimulai di titik simpul mana saja karena di semua titik terdapat 2 gaya yang tidak diketahui.

Di titik A, ada 2 gaya yang tidak diketahui yaitu AB dan AC, gaya-gaya tersebut kita misalkan tarik terlebih dahulu, sedangkan gaya-gaya yang sudah tahu digambar sesuai arahnya yaitu VA ke bawah, dan HA ke kanan, selanjutnya masing-masing gaya diuraikan dalam arah x dan z, sebagai berikut:



$$\sum F_z = 0:$$

$$AC_z - VA = 0: \frac{3}{\sqrt{13}} AC - 37.5 \text{ kg} = 0: AC = \frac{\sqrt{13}}{3} \times 37.5 \text{ kg} = +45.069 \text{ kg}$$

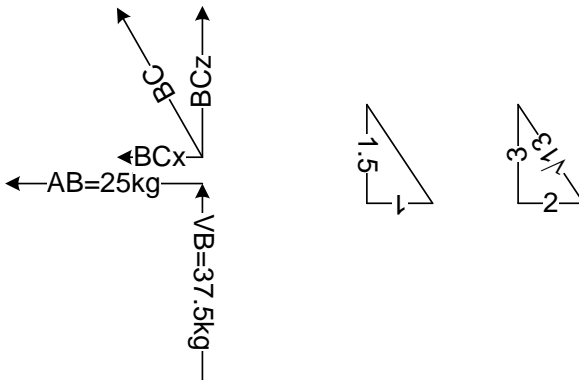
(TARIK)

$$\sum F_x = 0:$$

$$- HA + AB + AC_x = 0: - 50 \text{ kg} + AB + \frac{2}{\sqrt{13}} AC = 0: - 50 \text{ kg} + AB + \frac{2}{\sqrt{13}} \times \frac{\sqrt{13}}{3} \times 37.5 \text{ kg} = 0$$

$$-50 \text{ kg} + AB + 25 = 0 : AB = + 25 \text{ kg (TARIK)}$$

Selanjutnya, bisa dikerjakan di titik B:



$$\sum F_x = 0:$$

$$- AB - BC_x = 0$$

$$-25 \text{ kg} - \frac{2}{\sqrt{13}} BC = 0$$

$$BC = -25 \times \frac{\sqrt{13}}{2} = - 45.069 \text{ kg}$$

Untuk Penyelesaian dengan cara grafis, akan dibahas lebih detail di Bab III, tentang Penggunaan aplikasi praktis Microsoft office visio.

### II.2.3.2. Deformasi (perpindahan titik simpul) pada konstruksi rangka batang statis tertentu.

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya Struktur Rangka Batang adalah suatu struktur yang terdiri dari batang-batang kaku yang satu sama lain dihubungkan dengan sendi dan membentuk suatu struktur yang kokoh dan stabil yang terdiri dari bentuk dasar segitiga. Batang-batang tersebut hanya mengalami gaya tarikan dan gaya desakan (tekan)

yang disebut gaya aksial akibat adanya gaya luar P yang bekerja di titik-titik simpulnya maupun akibat perubahan temperatur pada batang-batangnya. Dengan adanya gaya aksial tersebut, yang dalam hal ini disebut gaya dalam, maka batang-batang kaku dari Struktur Rangka Batang tersebut akan berubah panjangnya, bisa bertambah panjang (akibat gaya normal tarik) atau bertambah pendek (akibat gaya normal tekan). Besarnya perubahan panjang batang tersebut dipengaruhi oleh luas penampang batang, besarnya gaya batang, panjang batang serta modulus elastisitas batang, dimana jika dirumuskan adalah sebagai berikut:

$$\Delta L_i = \frac{S_i L_i}{A_i E_i}, \text{ dimana:}$$

$\Delta L_i$  = Perubahan panjang batang (satuan: m, cm)

$S_i$  = Gaya batang yang bekerja ( satuan: ton, kg )

$L_i$  = Panjang batang (satuan: m, cm)

$A_i$  = Luas penampang batang (satuan  $m^2$ ,  $cm^2$ )

$E_i$  = Modulus elastisitas batang, berdasarkan sifat bahan ( $ton/m^2$ ,  $kg/cm^2$ )

Akibat perubahan panjang pada batang-batang kaku tersebut, maka titik simpulnya akan berubah letaknya, baik dalam arah horizontal maupun arah vertikal. Untuk mencari perpindahan titik-titik simpul tersebut digunakan dua metoda yaitu metoda analitis dan metoda grafis sebagai berikut.

### 1. Metoda Unit Load (Analitis)

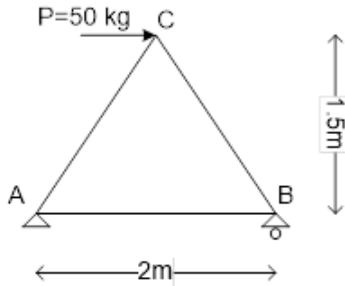
Pada penggunaan metoda unit load ini, dalam 1 perhitungan hanya bisa digunakan untuk menghitung deformasi pada satu titik simpul saja, caranya yaitu untuk menghitung deformasi dalam arah vertikal pada suatu titik simpul, kita berikan beban sebesar 1 satuan beban vertikal pada titik simpul yang akan dicari deformasinya. Selanjutnya, dihitung besarnya gaya-gaya batang akibat beban 1 satuan vertikal tersebut yang disimbulkan dengan  $\alpha_i$ . Masing-masing nilai gaya batang akibat beban 1 satuan tersebut ( $\alpha_i$ ) dikalikan dengan masing-

masing nilai perubahan panjang batang  $\Delta L_i$  baik akibat beban luar maupun akibat perubahan suhu. Jumlah dari masing-masing perkalian tersebut ( $\sum \alpha_i \times \Delta L_i$ ) merupakan nilai defleksi di titik simpul tersebut (dalam arah vertikal). Jika hasilnya positif maka arah defleksinya sesuai dengan arah beban 1 satuan vertikal yang diberikan, jika bernilai negatif maka defleksinya berlawanan dengan arah beban 1 satuan vertikal yang diberikan. Demikian pula untuk menghitung deformasi dalam arah horizontal, kita berikan beban 1 satuan horizontal pada titik simpul yang akan dicari deformasinya. Selanjutnya, dihitung besarnya gaya-gaya batang akibat beban 1 satuan horizontal tersebut yang disimbolkan dengan  $\alpha_i$ . Masing-masing nilai gaya batang akibat beban 1 satuan tersebut ( $\alpha_i$ ) dikalikan dengan masing-masing nilai perubahan panjang batang  $\Delta L_i$  baik akibat beban luar maupun akibat perubahan suhu. Jumlah dari masing-masing perkalian tersebut ( $\sum \alpha_i \times \Delta L_i$ ) merupakan nilai translasi di titik simpul tersebut (dalam arah horizontal). Jika hasilnya positif maka arah translasinya sesuai dengan arah beban 1 satuan horizontal yang diberikan, jika bernilai negatif maka translasinya berlawanan dengan arah beban 1 satuan horizontal yang diberikan.

Untuk lebih jelasnya, akan diberikan contoh mencari deformasi pada konstruksi rangka batang dengan cara analitis sebagai berikut. Contoh soal diambil dari gambar 2.15., namun ditambahkan data-data pada penampang batangnya sebagai berikut.

#### Contoh Soal:

Diketahui konstruksi rangka batang mendapat beban seperti tergambar, dimana luas penampang masing-masing batang ( $A$  aksial) sebesar  $50 \text{ cm}^2$ , terbuat dari bahan dengan modulus elastisitas bahan ( $E$ ) sebesar  $20000 \text{ kg/cm}^2$ . Hitung deformasi yang terjadi dalam arah vertikal dan horizontal di titik C akibat beban sebesar  $P= 50 \text{ kg}$  di titik C dengan metoda analitis (unit load).



Penyelesaian:

Sebagaimana yang sudah dijelaskan sebelumnya, untuk mencari deformasi titik simpul, dicari dulu perubahan panjang masing-masing batang akibat gaya dalam aksial yang dialaminya. Hasil penyelesaian gaya dalam aksial adalah:

$AC = +45.069$  kg,  $BC = -45.069$  kg an  $AB = +25$  kg, selanjutnya kita hitung perubahan panjang masing-masing batang dengan rumus  $\Delta L_i = \frac{S_i x L_i}{A_i x E_i}$ , agar lebih mudah perhitungannya dilakukan dengan menggunakan mic.excel sprit terlihat di tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Perhitungan mencari nilai perubahan panjang tiap<sup>2</sup> batang akibat gaya dalam aksial yang terjadi pada batang

batang	$S_i$ (Kg)	$L_i$ cm	$A$ cm <sup>2</sup>	$E$ kg/cm <sup>2</sup>	$\Delta l_i = S_i x L_i / (A_i x E)$ cm
AC	45.069	180.277	50	20000	0.00812
BC	-45.069	180.277	50	20000	-0.00812
AB	25.000	200	50	20000	0.00500

Selanjutnya, setelah diperoleh nilai  $\Delta L_i$ , untuk mencari deormasi arah horizontal di titik C, maka diberi beban 1 satuan horizontal di C, dan dihitung gaya-gayanya, yaitu nilai  $\alpha_i$  untuk delta Hc, sedangkan untuk mencari deformasi arah vertikal di titik C, maka diberi beban 1 satuan vertikal di C, dan dihitung gaya-gayanya, yaitu nilai  $\alpha_i$  untuk

delta Vc. Selanjutnya, kalikan masing-masing nilai  $\Delta L_i$  dan  $\alpha_i$  lalu dijumlahkan, hasilnya bisa dilihat di table 2.2 berikut.

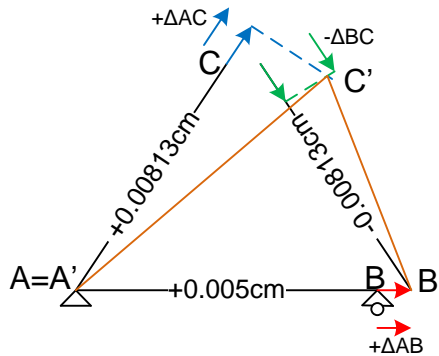
Tabel 2.2. Perhitungan mencari perpindahan titik C dalam arah vertikal dan horisontal dengan metoda unit load

PERHITUNGAN $\Delta H_C$ DAN $\Delta V_C$										
batang	Si (KG)	Li cm	A cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	$\Delta l_i = \frac{S_i L_i}{A_i \times E}$ cm	$\alpha_i$ untuk $\Delta H_C$	$\alpha_i^2 \Delta l_i$	$\alpha_i$ untuk $\Delta V_C$	$\alpha_i^2 \Delta l_i$	
AC	45.0694	180.2776	50	20000	0.00813	0.9014	0.0073	0.60093	0.00488	
BC	-45.0694	180.2776	50	20000	-0.00813	(0.9014)	0.0073	0.60093	-0.00488	
AB	25.000	200	50	20000	0.00500	0.5000	0.0025	-0.33333	-0.00167	
$\Delta H_C =$							0.01715	$\Delta V_C =$		-0.00167
							cm			cm
							ke kanan			ke bawah

Jadi Titik C akan berdeformasi ke kanan sebesar 0.01715 cm dan ke bawah sebesar 0.00167 cm.

Untuk penyelesaian dengan metoda grafis, tetap harus mencari perubahan panjang masing-masing batang, selanjutnya dibuat ilustrasi untuk mencari perpindahan titik-titik simpulnya sebagai berikut, yaitu kita tinjau masing-masing titik, diawali dari titik A yang merupakan tumpuan sendi, karena sendi mempunyai 2 reaksi yaitu reaksi horizontal dan vertikal, maka titik A tidak mungkin bergeser baik arah vertikal maupun horizontal jadi titik A=A' (titik tetap), selanjutnya kita cari titik B' karena titik B merupakan tumpuan rol yang hanya mempunyai reaksi arah vertikal, maka titik B mungkin bergeser dalam arah horizontal, maka titik B akan bergeser ke titik B' sejauh  $\Delta AB$  ke kanan (lihat garis  $\Delta AB$  warna merah), selanjutnya batang BC ikut bergeser sehingga batang AC dan batang BC menjadi lepas. Selanjutnya kita akan mencari letak titik C akan bergeser kemana, caranya yaitu mencari C' melalui 2 batang yaitu batang AC dan batang BC, karena batang AC bertambah panjang, maka rencana titik C' bergeser ke kanan atas dari titik C (lihat garis  $\Delta AC$  warna biru), selanjutnya batang BC bertambah pendek maka rencana titik C' bergeser ke kanan bawah (lihat garis  $\Delta BC$  warna hijau).

Selanjutnya, karena titik C' hanya ada 1 titik maka kita lingkarkan garis AC' dan BC' hingga bertemu di 1 titik, karena nilai delta sangat kecil maka tidak perlu melingkarkan AC' dan BC' namun cukup membuat garis tegak lurus dengan AC dan BC, titik potongnya merupakan titik C'. Terlihat bahwa titik C begeser ke kanan bawah, ini sesuai dengan perhitungan cara analitis. Berikut gambar ilustrasi tersebut, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Namun untuk menggambarkan nilai-nilai delta tersebut (dengan nilai delta yang sangat kecil nilainya), tidak bisa digambarkan seperti ilustrasi di atas, digambar bersama dengan gambar rangka batangnya, namun yang akan digambarkan hanya nilai-nilai delitanya saja, metoda grafis ini dinamakan metoda welliot sesuai dengan nama penemunya. Penyelesaian dengan metoda grafis welliot ini akan diuraikan di Bab III dengan menggunakan aplikasi praktis Microsoft office visio.



### **BAB III.**

## **PENGGUNAAN APLIKASI MICROSOFT OFFICE VISIO UNTUK PENYELESAIAN SOAL MEKANIKA TEKNIK**

Microsoft Visio (atau sering disebut Visio) adalah sebuah program aplikasi komputer yang sering digunakan untuk membuat diagram, diagram alir (flowchart), brainstorm, dan skema jaringan yang dirilis oleh Microsoft Corporation. Aplikasi ini menggunakan grafik vektor untuk membuat diagram-diagramnya. Visio aslinya bukanlah buatan Microsoft Corporation, melainkan buatan Visio Corporation, yang diakuisisi oleh Microsoft pada tahun 2000. Versi yang telah menggunakan nama Microsoft Visio adalah Visio 2002, Visio 2003, dan Visio 2007 yang merupakan versi terbaru. Visio 2007 Standard dan Professional menawarkan antarmuka pengguna yang sama, tapi seri Professional menawarkan lebih banyak pilihan template untuk pembuatan diagram yang lebih lanjut dan juga penataan letak (layout). Selain itu, edisi Professional juga memudahkan pengguna untuk mengoneksikan diagram-diagram buatan mereka terhadap beberapa sumber data dan juga menampilkan informasi secara visual dengan menggunakan grafik ( Sumber: Wikipedia bahasa Indonesia).

Di sini ini akan dijelaskan penggunaan aplikasi praktis software Microsoft visio untuk menyelesaikan soal-soal mekanika teknik dengan metoda grafis,yaitu:

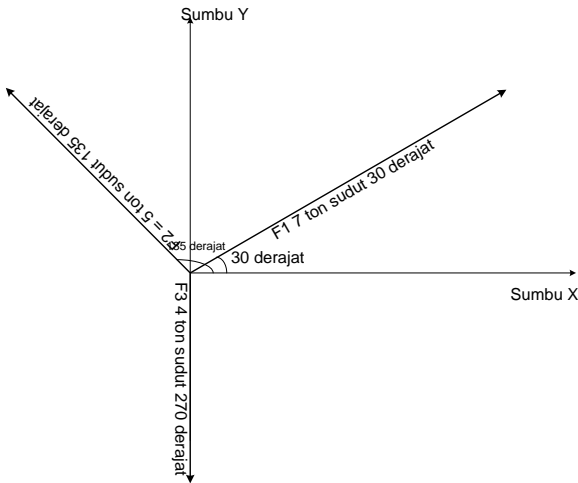
1. Mencari resultante gaya-gaya kongruen: besar dan arah resultan
2. Mencari resultante gaya-gaya yang tidak setitik tangkap
  - a. Gaya-gaya sejajar,tidak setitik tangkap
  - b. Gaya-gaya tidak sejajar, tidak setitik tangkap
3. Menguraikan Gaya
4. Menganalisa struktur pada struktur statis tertentu (mencari reaksi-reaksi perletakan)

- a. Mencari reaksi Perletakan pada Struktur Balok sederhana (Balok statis tertentu) akibat beban-beban yang tidak sejajar dan tidak setitik tangkap
  - b. Mencari reaksi Perletakan pada Struktur Balok sederhana (Balok statis tertentu) akibat beban-beban yang sejajar dan tidak setitik tangkap
5. Menganalisa struktur pada konstruksi rangka batang statis tertentu
- a. Mencari reaksi-reaksi perletakan pada konstruksi rangka batang statis tertentu
  - b. Mencari gaya-gaya batang pada konstruksi rangka batang statis tertentu, metoda grafis: lukisan cremona dan metoda cullman
  - c. Mencari deformasi titik-titik simpul pada konstruksi rangka batang statis tertentu
    1. Metoda welliot
    2. Metoda welliot-mohr

### **III.1. Mencari resultante gaya dan menguraikan gaya**

#### **III.1.1. Mencari Resultante gaya-gaya kongruen**

Seperti yang sudah diuraikan di Bab II, untuk mencari resultante gaya-gaya kongruen dengan metoda grafis, ada 2 cara yaitu metoda jajaran genjang dan metoda polygon gaya. Dari kedua metoda tersebut lebih praktis menggunakan metoda polygon gaya, yaitu resultan diperoleh dengan cara menggambar secara berurutan gaya-gaya kongruen tersebut. Untuk lebih jelasnya, perhatikan contoh soal pada gambar 3.1. berikut yaitu ada 3 buah gaya kongruen yaitu F1 sebesar 7 ton, arahnya  $30^\circ$  dari sumbu X, F2 sebesar 5 ton, arah  $135^\circ$  dari sumbu X dan F3 sebesar 4 ton, arahnya  $270^\circ$  dari sumbu X.



Gambar 3.1. 3 buah gaya kongruen

Dalam metoda polygon gaya, gaya-gaya digambar menggunakan skala sesuai dengan besar gaya dan juga arah gaya secara berurutan, maka resultante gaya diperoleh dengan menarik garis dari titik awal gambar (bisa dipakai titik O = titik koordinat sumbu kartesian) ke titik akhir gambar.

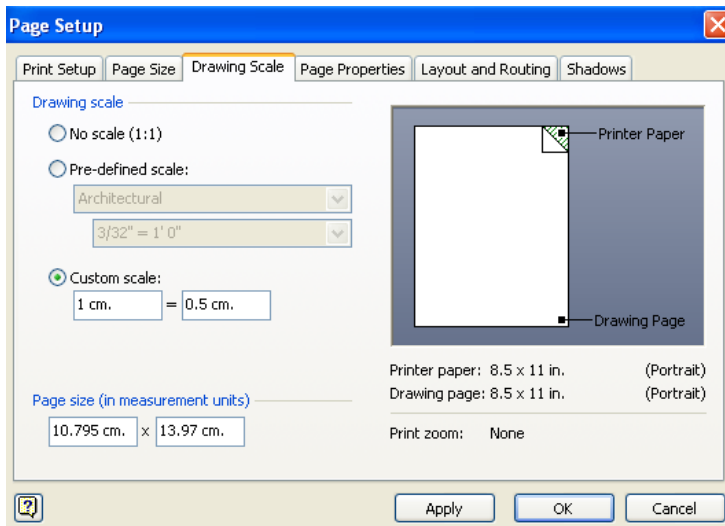
Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Membuka *software* Microsoft visio dengan meng'klik' gambar




Microsoft Office Visio 2007


, selanjutnya klik *file*, klik *new*, klik *new drawing (Metric)*, sebelum mulai menggambar, lakukan setting skala gambar, yaitu dengan meng'klik' *file*, klik *Page Setup*, pilih *drawing scale*, pilih *custom scale* 1 cm = 0.5 cm (maksudnya yaitu 1 cm gambar = 0.5 ton gaya), selanjutnya klik ok.



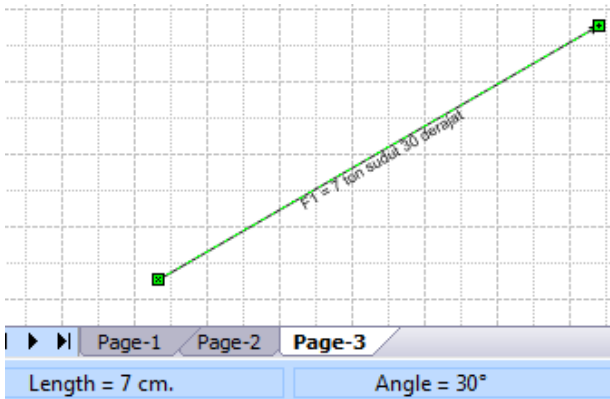
Dengan menggunakan skala tersebut maka gaya  $F_1$  sebesar 7 ton akan digambar sebagai 14 cm, namun di tampilan gambar di Microsoft visionya akan tetap terbaca 7 cm (cm di sini kita maksudkan sebagai ton), namun jika gambar tersebut dicetak, jika kita ukur dengan penggaris sama dengan 14 cm. Penetapan skala ini kita sesuaikan dengan soal dan perkiraan bidang gambar atau sesuai dengan keinginan kita masing-masing, jadi tidak mengikat, ini hanya sekedar contoh.

2. Mulai menggambar gaya-gaya secara berurutan dimulai dari gaya  $F_1=7$  ton dengan arah sebesar  $30^\circ$  terhadap sumbu x, caranya klik

Line tool(ctrl+6) , selanjutnya mulai menggambar garis dimulai dengan mengklik kiri pada awal garis dan mengakhiri

dengan klik kiri pada akhir garis, lalu klik pointer tool  untuk membaca panjang garis dan arah garis, misal terbaca **Length = 4.2 cm.** **Angle =  $0^\circ$** , karena belum sesuai dengan  $F_1 = 7$  ton sudut =  $30^\circ$ , maka kita geser ujung kanan garis hingga membentuk panjang 7 cm dan sudut  $30^\circ$ , sebagai berikut:

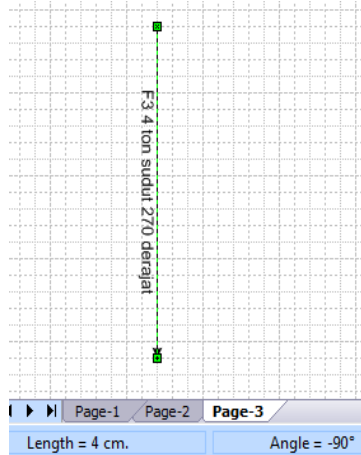
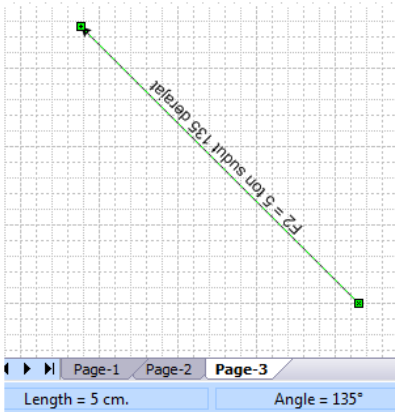
(perlu ketrampilan dan ketelitian dalam menggerakkan kursor gambar).



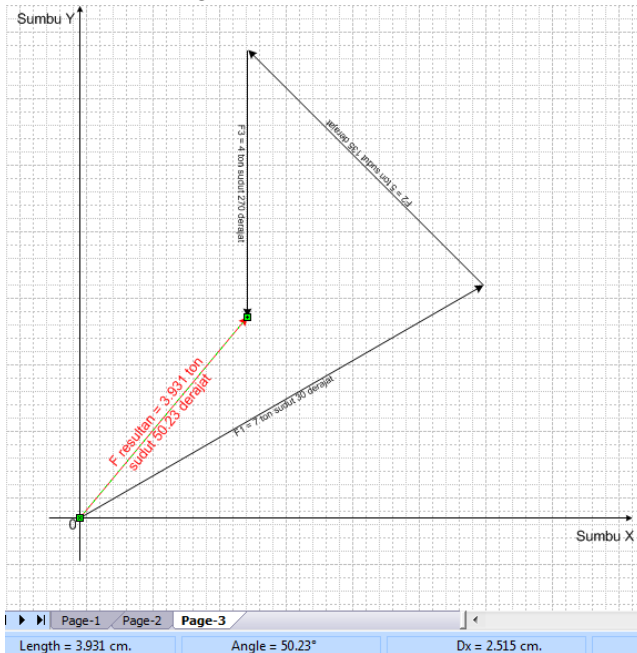
Atau bisa juga dgn cara klik garis tsb, lalu klik view, pilih size & position window akan muncul data ukuran yang bisa diganti sesuai yang diinginkan yaitu panjang 7 cm, sudut 30 derajat.

Size & Position	
Begin X	5.7 cm.
Begin Y	17.5 cm.
End X	11.7622 cm.
End Y	21 cm.
Length	7 cm.
Angle	30 deg.
Height	0 cm.

Untuk membuat notasi pada gaya, bisa dilakukan dengan mengklik **A**, selanjutnya dengan cara yang sama, kita buat  $F_2$  dan  $F_3$  sebagai berikut:



3. Setelah masing-masing gaya tergambar, susunlah gambar gaya-gaya tersebut secara berurutan dimulai dari  $F_1$ ,  $F_2$  dan terakhir  $F_3$ , maka akan diperoleh resultan  $R$  sebesar 3.931 ton dengan arah  $50.23^\circ$ , seperti terlihat dalam gambar berikut:

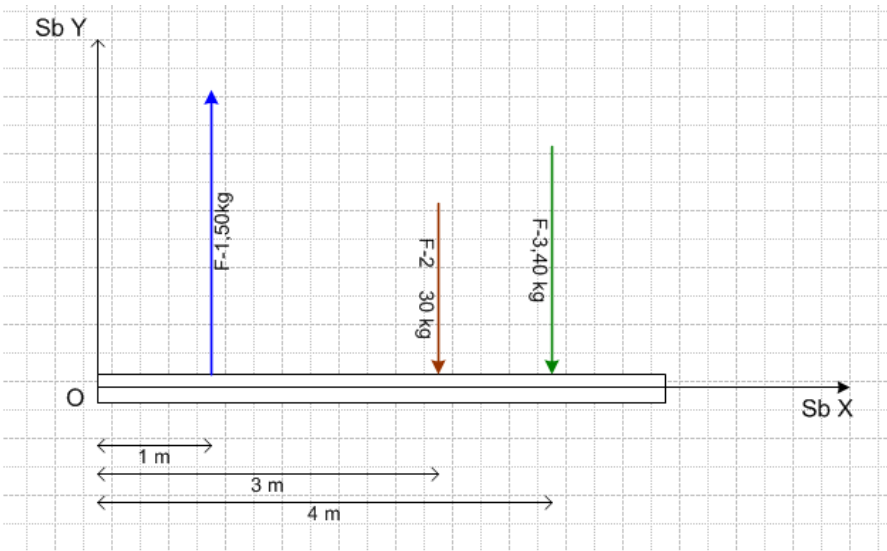


### III.1.2. Mencari Resultante Gaya-gaya koplanar (tidak satu titik tangkap)

Jika sebelumnya kita membahas resultante gaya-gaya yang kongruen atau setitik tangkap, maka kali ini kita akan membahas resultante gaya-gaya yang tidak bekerja pada satu titik tangkap, misalnya gaya-gaya yang bekerja pada sebuah balok atau portal.

#### III.1.2.1. Resultante gaya-gaya sejajar dan tidak berada di satu titik tangkap

Berikut ini akan dibahas contoh mencari resultante gaya-gaya yang sejajar dan tidak bekerja pada satu titik tangkap seperti terlihat pada gambar 3.2. berikut ini:



Gambar 3.2. Gaya-gaya sejajar tidak berada di 1 titik tangkap

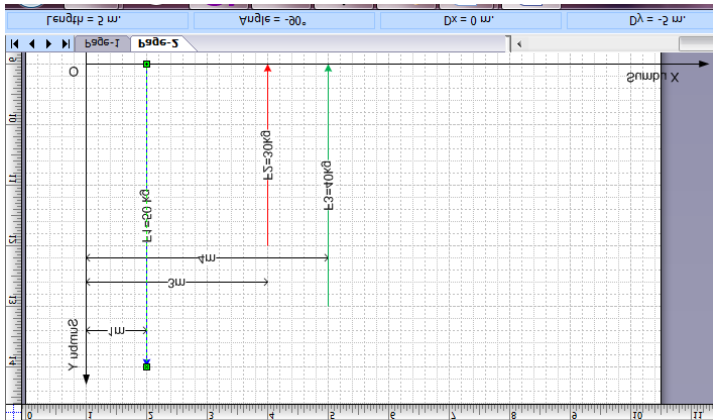
Untuk mencari besar dan arah resultan gaya-gaya sejajar tersebut, langkah-langkahnya sama dengan cara mencari resultan gaya-gaya kongruen, yang berbeda adalah langkah

mencari letak resultannya, karena gaya-gaya tersebut tidak bekerja pada 1 titik tangkap, maka jarak tersebut ditetapkan terhadap 1 titik tertentu misalnya terhadap titik O seperti tergambar. Prinsip yang digunakan yaitu: momen di titik O akibat gaya-gaya  $F_1$ ,  $F_2$  dan  $F_3$  akan sama dengan momen di titik O akibat gaya resultan. Namun prinsip tersebut lebih jelas jika digunakan penyelesaian metoda analitis, untuk metoda grafis yaitu dibuat bantuan garis-garis kutub.

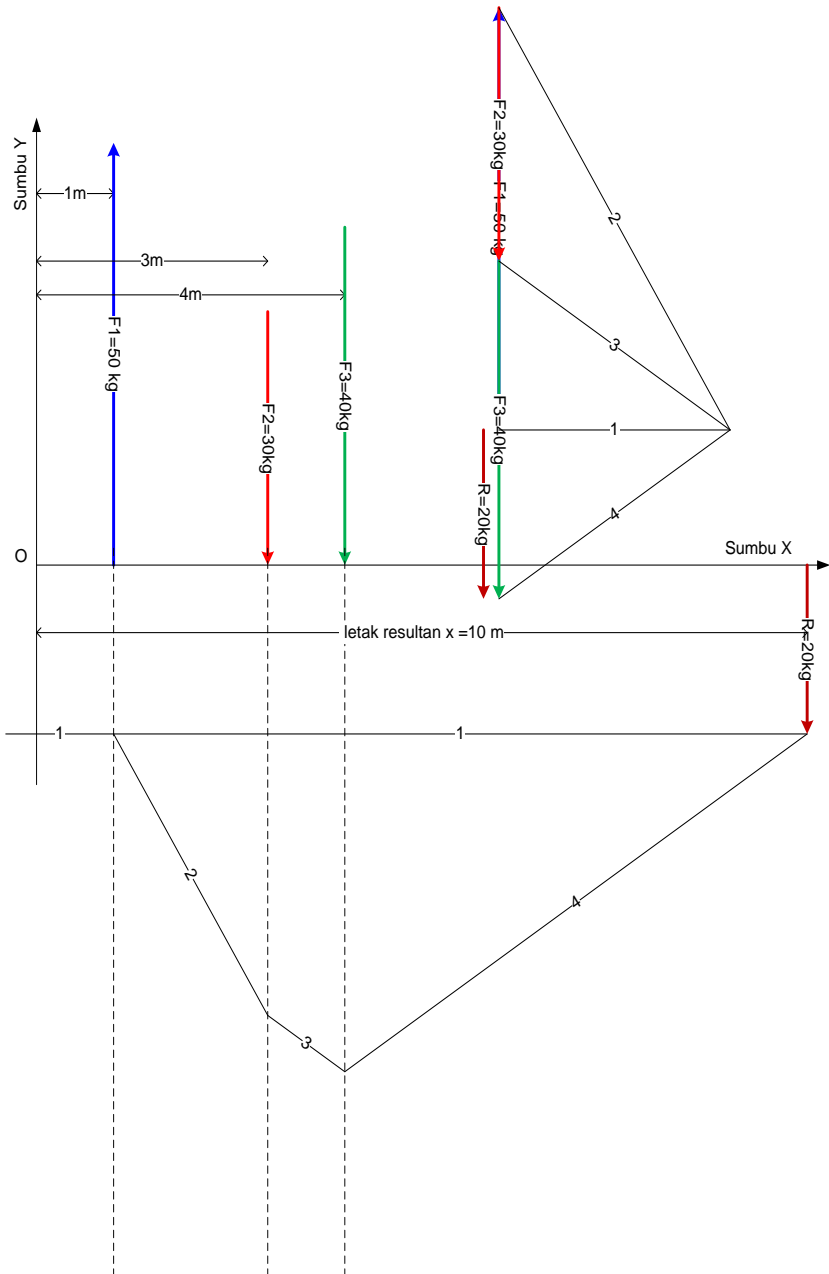
Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

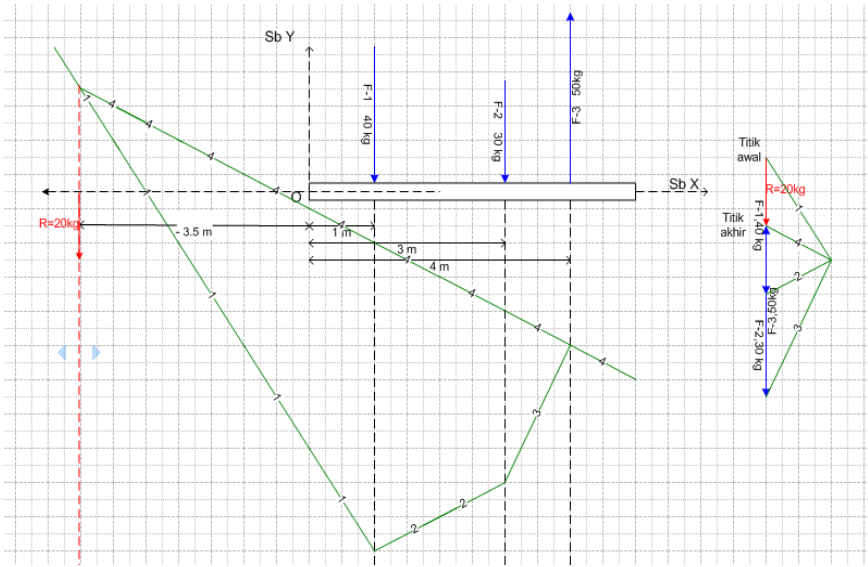
1. buka file Microsoft visio 2007,sebelum mulai menggambar buat dulu skala gambarnya,karena skala gambar hanya berlaku untuk satu jenis garis gambar (apakah garis gambar gaya atau garis gambar jarak), maka kali ini kita tetapkan untuk garis gambar jarak, yaitu kita gunakan *drawing scale* 1 cm = 0.5 m (atau 1:50), namun untuk skala gaya,kita sesuaikan misalnya kita tetapkan garis gaya yang terbaca panjangnya 5m (berarti panjang garis tersebut 10 cm,jika diukur dengan penggaris) kita maksudkan sebagai garis gaya 50 kg, jadi untuk  $F_1=50$  kg akan terbaca 5m, dan  $F_2=30$  kg akan terbaca 3m, demikian pula untuk  $F_3=40$  kg akan terbaca 4m.
2. Dan hasil gambar soal di atas adalah seperti terlihat pada gambar berikut:





3. Selanjutnya adalah menjumlahkan gaya-gaya tersebut terlebih dahulu yaitu menyusunnya secara berurutan dari  $F_1$ ,  $F_2$  lalu  $F_3$ , maka garis gaya yang terbentuk dari titik awal gambar ke titik akhir gambar adalah resultan  $R=20$  kg arahnya ke bawah.
4. Untuk mencari letak resultan  $R$  tersebut, buat titik kutub  $O$  sembarang asalkan tidak segaris dengan garis kerja gaya<sup>2</sup>  $F_1, F_2$  dan  $F_3$ , selanjutnya tarik garis<sup>2</sup> kutub 1,2,3 dan 4 secara berurutan sebagai berikut: Garis kutub 1 dipindahkan arahnya (hanya arah, bukan panjangnya) hingga menyentuh garis kerja  $F_1$ , selanjutnya garis kutub 2 dipindahkan arahnya dari garis kerja  $F_1$  sampai ke garis kerja  $F_2$ , kemudian garis kutub 3 dipindahkan arahnya dari garis kerja  $F_2$  sampai ke garis kerja  $F_3$  dan terakhir garis kutub 4 dipindahkan arahnya ke garis kerja  $F_3$ . Selanjutnya, garis kutub 1 (pertama) dipotongkan dengan garis kutub 4 (terakhir), titik potong kedua garis kutub tersebut merupakan letak gaya resultan ( $R$ ), yaitu berjarak 10 m dari titik  $O$ , seperti terlihat dalam gambar.

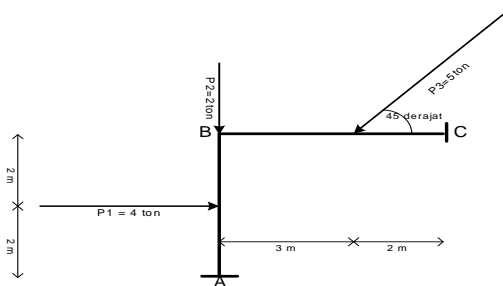




Gambar 3.3 Contoh lain gaya-gaya sejajar tidak berada di 1 titik tangkap

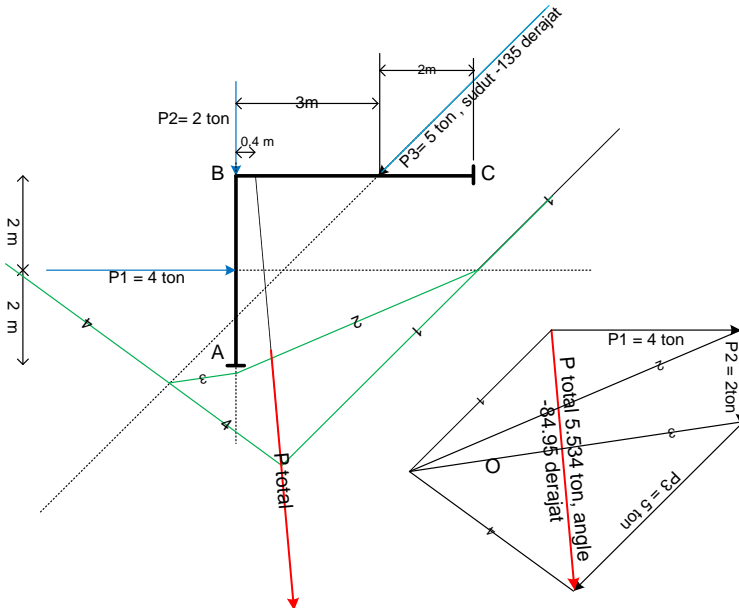
### III.1.2.2. Resultante gaya-gaya tidak sejajar dan tidak berada di satu titik tangkap

Carilah resultante gaya-gaya yang tidak sejajar dan tidak bekerja pada satu titik tangkap seperti terlihat pada gambar 3.4. berikut ini.



Gambar 3.4. Gaya-gaya tidak sejajar tidak berada di 1 titik tangkap

Langkah penyelesaian untuk mencari resultante gaya-gaya yang tidak sejajar dan tidak bekerja pada satu titik tangkap seperti tergambar di atas sama dengan langkah mencari resultan gaya-gaya sejajar yang tidak berada di satu titik tangkap seperti diuraikan di bab III.2.1. dan hasilnya seperti terlihat pada gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5. Resultante gaya-gaya tidak sejajar tidak berada di 1 titik tangkap

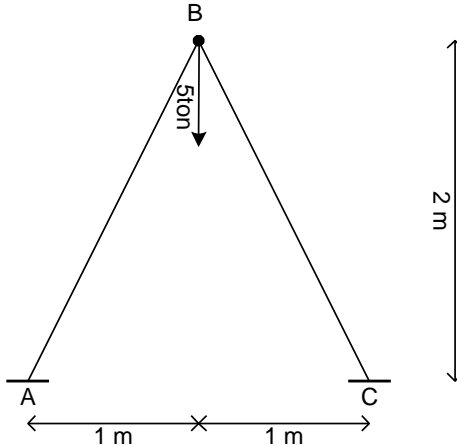
Letak resultan beban-beban tersebut berada di balok BC sejauh  $0.4 \text{ m}$  dari titik B.

### III.1.3. Menguraikan Gaya

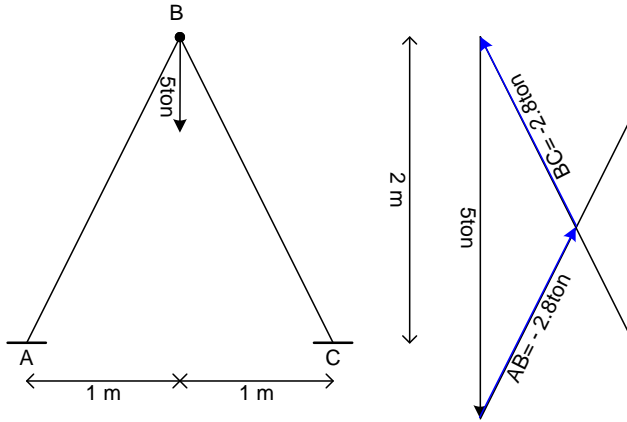
Berbeda dengan menyusun gaya, kalau menguraikan, 1 gaya hanya bisa diuraikan dalam 2 arah (untuk bidang), dan 3 arah (untuk ruang), berikut adalah contoh-contoh soal dan penyelesaian uraian gaya dengan cara grafis:

Tentukan gaya-gaya yang terjadi pada batang-batang AB dan BC untuk konstruksi-konstruksi sebagai berikut:

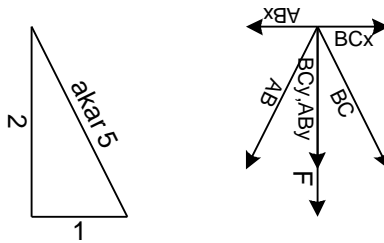
1.



Penyelesaian cara grafis, yaitu menggambar soal menggunakan skala yang disesuaikan baik untuk panjang garis juga kemiringan, gunakan skala pada aplikasi Microsoft office visio hanya untuk gaya, misalnya menggunakan drawing scale: 1cm=1ton (ditulis 1cm=1cm). Selanjutnya uraikan gaya beban tersebut yaitu  $P=5\text{ton}$  menjadi 2 gaya yaitu BA dan BC dengan cara membuat copi garis BA dan BC, kedua garis tersebut diletakan di pangkal gaya dan ujung gaya, potongkan kedua garis, panjangkan atau pendekkan kedua garis tersebut untuk mendapatkan hasil uraian gayanya. Untuk menentukan sifat gaya tersebut tarik atau tekan, yaitu dengan melihat arah gaya tersebut, jika menuju titik maka merupakan gaya tekan, sebaliknya jika menjauhi titik merupakan gaya tarik. Karena hasil uraian gaya tersebut keduanya menuju titik B, maka baik batang BA maupun batang BC mengalami tekan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut.



Cara analitis (sebagai control hasil penyelesaian cara grafis):



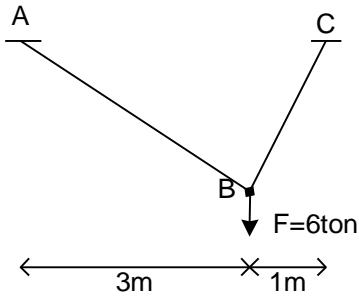
Keseimbangan gaya arah x:

$$\begin{aligned}
 -AB_x + BC_x &= 0 \\
 -(1/\sqrt{5})AB + (1/\sqrt{5})BC &= 0 \\
 AB &= BC
 \end{aligned}$$

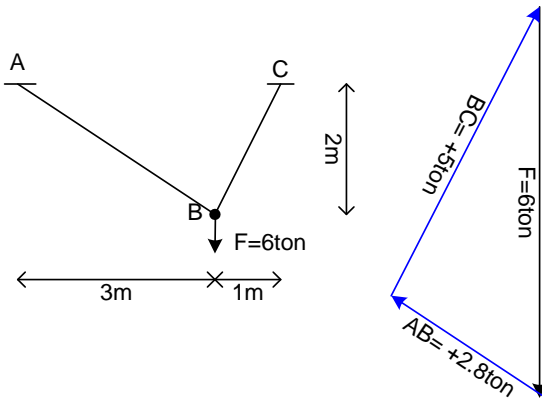
Keseimbangan gaya arah y:

$$\begin{aligned}
 AB_y + BC_y + 5 &= 0 \\
 (2/\sqrt{5})AB + (2/\sqrt{5})BC &= -5 \\
 (2/\sqrt{5})AB + (2/\sqrt{5})AB &= -5 \\
 4/\sqrt{5} AB &= -5 \\
 AB &= -2.8 \text{ ton arah berlawanan gbr.} \\
 BC &= -2.8 \text{ ton arah berlawanan gbr.}
 \end{aligned}$$

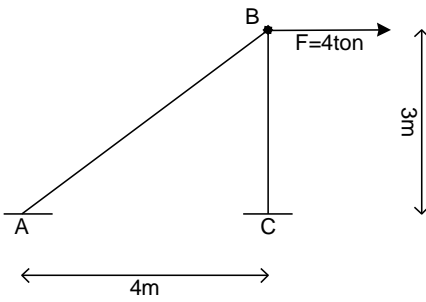
2.



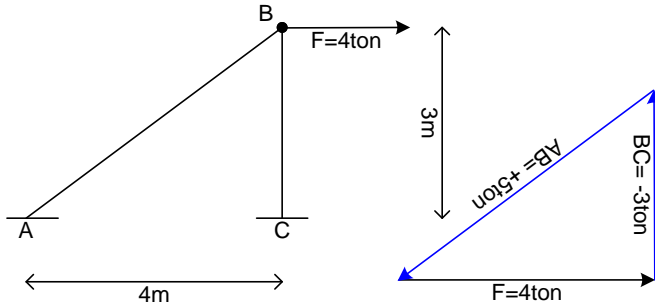
Penyelesaian cara grafis:



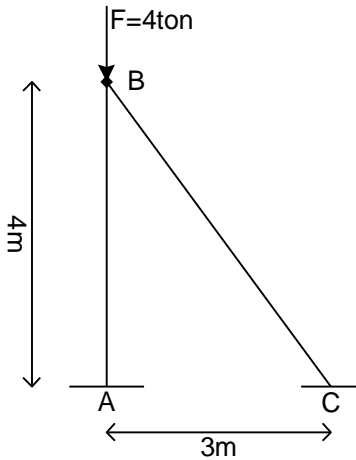
3.



Penyelesaian cara grafis:



4.



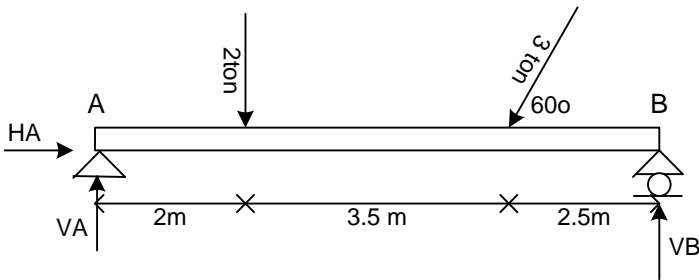
Karena arah gaya sama / sejajar dengan salah satu batang maka jelas  $AB=4\text{ton}$  ke atas (tekan karena menuju titik) dan  $BC=0$



### III.2. Analisa Struktur pada Balok Sederhana dengan tumpuan sendi dan rol

III.2.1. Mencari Reaksi Perletakan pada Balok Sederhana yang mendapat beban-beban yang tidak sejajar dan tidak setitik tangkap

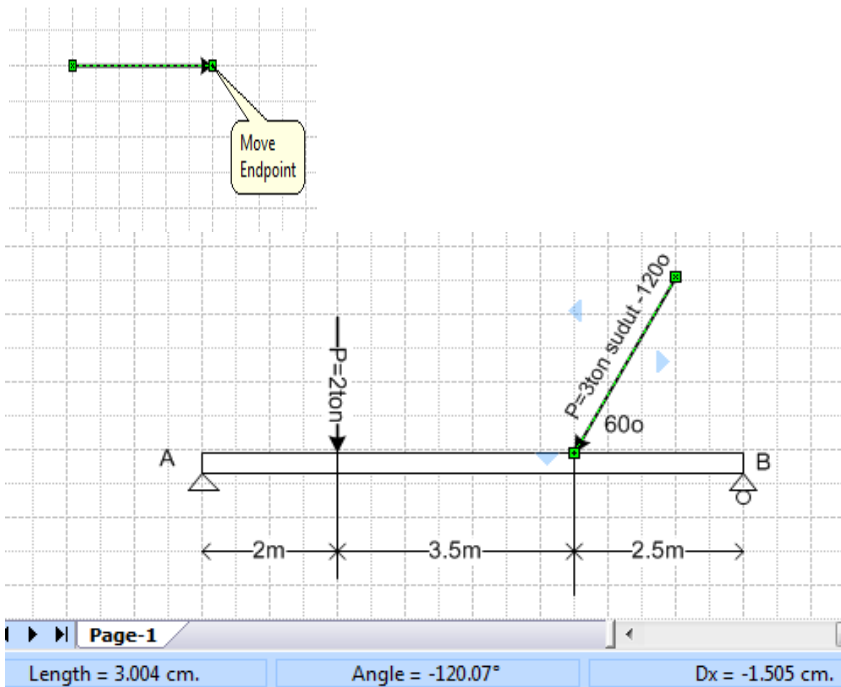
Cari reaksi-reaksi perletakan dan gaya dalam aksial dan geser pada struktur balok sederhana yang mendapat beban-beban yang tidak sejajar dan tidak setitik tangkap, seperti terlihat dalam gambar 3.6. berikut.



Gambar 3.6. Balok sederhana dengan 2 beban tidak sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap.

Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

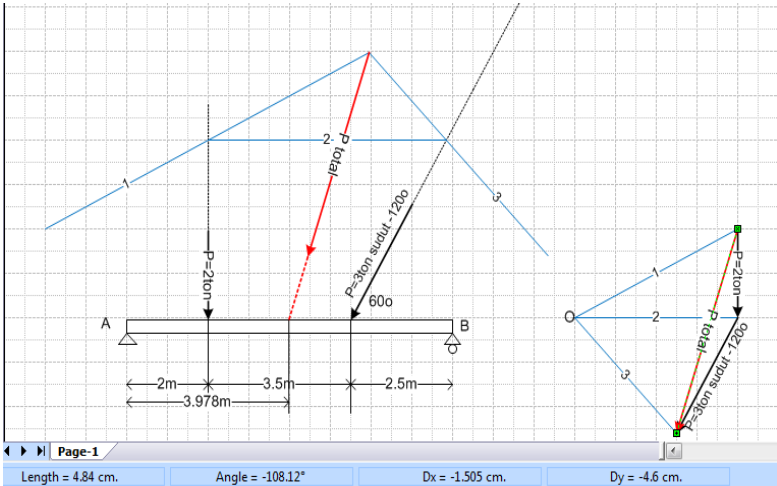
1. Membuka software Microsoft visio, buat drawing scale, khususnya untuk gaya yaitu  $1\text{ cm} = 1\text{ ton}$  (dalam software  $1\text{ cm} = 1\text{ cm}$ , tapi garis yang terbaca cm di sini dimaksudkan sebagai ton), sedang untuk jarak kita sesuaikan misalnya  $1\text{ cm} = 1\text{ m}$ , jadi panjang garis yang terbaca cm dimaksudkan sebagai m). Selanjutnya gambar balok sepanjang 8 m beserta gaya-gaya yang bekerja pada balok tersebut seperti tergambar berikut:



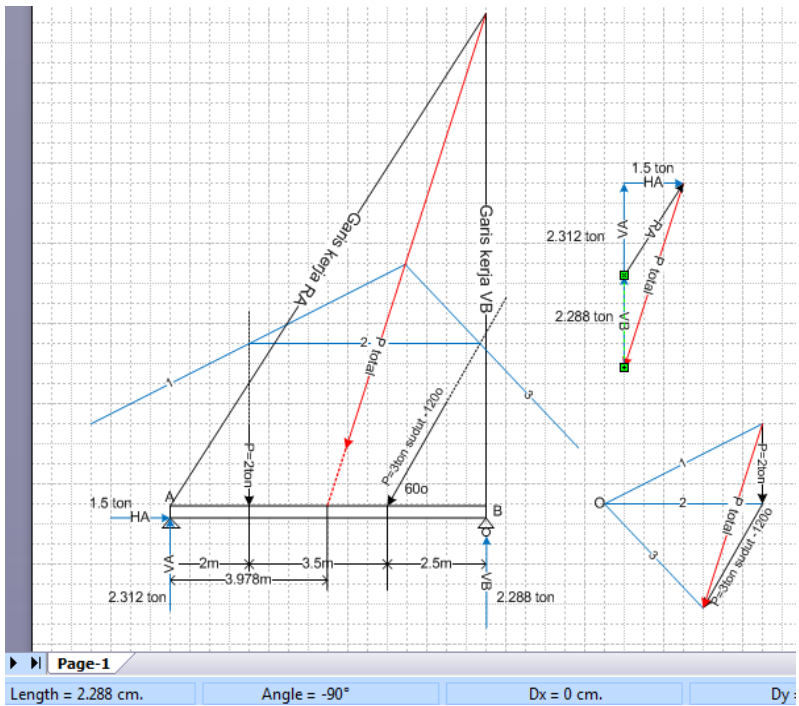
Cara menggambar gaya  $P=3$  ton dengan sudut  $60^\circ$  atau jika diukur dari sumbu x gaya  $P=3$  ton bersudut  $-120^\circ$  yaitu menggambar gaya sembarang kemudian klik pointer tool dan putar ujung gaya hingga membentuk sudut  $-120^\circ$  selanjutnya panjangkan gaya tersebut hingga panjangnya sebesar 3 cm (berarti 3 ton), dalam gambar terlihat panjang gaya 3.004 ton dengan sudut  $-120.07^\circ$ , oke tidak bermasalah sudah mendekati, karena memang ini adalah ketrampilan tangan, namun jika ingin mendapatkan angka yang tepat bisa memakai tools view, pilih size&position window, sesuaikan panjang garis menjadi 3 cm dan sudut garis sebesar  $-120^\circ$  seperti yang sudah diuraikan pada Bab III.1.1. langkah no.2.

2. Untuk mencari reaksi-reaksi perletakan diawali dengan mencari resultan beban-beban terlebih dahulu, dicari besar resultan dan

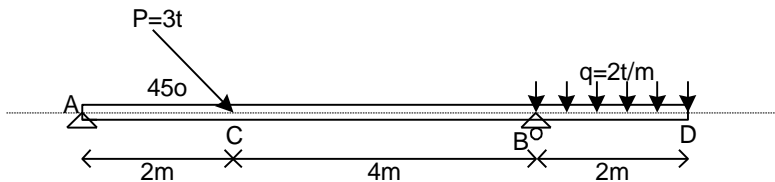
letak resultan tersebut, langkahnya seperti telah dibahas di Bab III.1.2.2., yang hasilnya yaitu  $P$  total sebesar 4.84 ton dengan arah sebesar  $-108.12^\circ$ , seperti terlihat dalam gambar berikut:



3. Selanjutnya resultan beban tersebut diuraikan kembali menjadi reaksi-reaksi perletakan. Karena 1 gaya hanya bisa diuraikan dalam 2 arah, sedangkan reaksi perletakannya ada 3 arah yaitu  $V_A$ ,  $H_A$  dan  $V_B$ , maka  $V_A$  dan  $H_A$  disatukan dulu menjadi  $R_A$  sedangkan  $V_B$  tetap. Langkahnya yaitu gambar garis kerja  $P$  total dan garis kerja  $V_B$ , potongkan kedua garis kerja tersebut, selanjutnya dari titik potong tersebut tarik garis kerja ke titik A, itulah garis kerja  $R_A$ , selanjutnya uraikan  $P$  total menjadi  $R_A$  dan  $V_B$ , sedangkan  $R_A$  bisa diuraikan lagi menjadi  $V_A$  dan  $H_A$ . Hasilnya yaitu  $V_B$  sebesar 2.288 ton,  $V_A$  sebesar 2.312 ton dan  $H_A$  sebesar 1.5 ton.

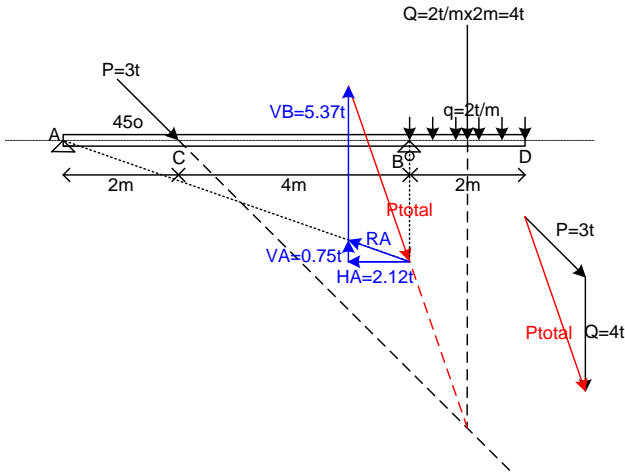


Contoh lain penyelesaian analisa struktur pada balok sederhana yang memiliki cantilever seperti tergambar pada gambar 3.7. berikut ini.



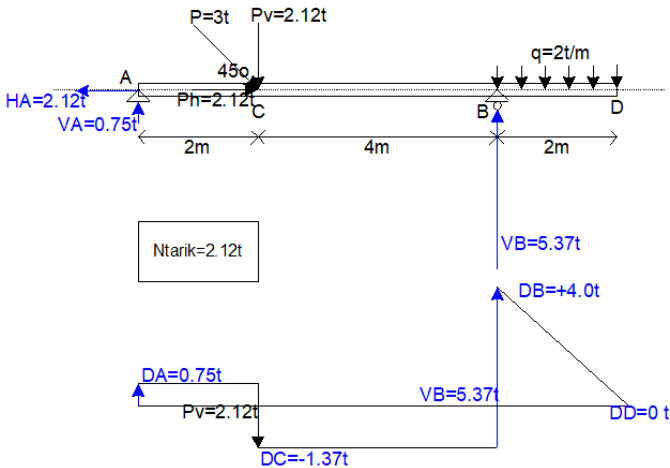
Gambar 3.7. Balok dengan cantilever menerima 2 beban tidak sejajar dan tidak berada di 1 titik tumpak.

Penyelesaian reaksi cara grafis, bisa dilihat di gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3.8. Reaksi perletakan pada Balok dengan cantilever yang menerima 2 beban tidak sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap cara grafis.

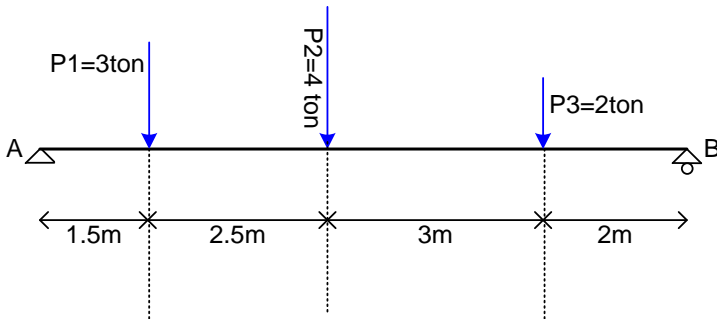
Sedangkan gambar gaya-gaya dalam aksial dan gaya dalam geser bisa dilihat di gambar 3.9 berikut ini.



Gambar 3.9. Gaya dalam aksial dan geser pada Balok dengan cantilever yang menerima 2 beban tidak sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap cara grafis.

### III.2.2. Mencari Reaksi Perletakan pada Balok Sederhana yang mendapat beban-beban yang sejajar dan tidak setitik tangkap

Cari reaksi-reaksi perletakan pada struktur balok sederhana yang mendapat beban-beban yang sejajar dan tidak setitik tangkap, seperti terlihat dalam gambar 3.10 berikut ini:

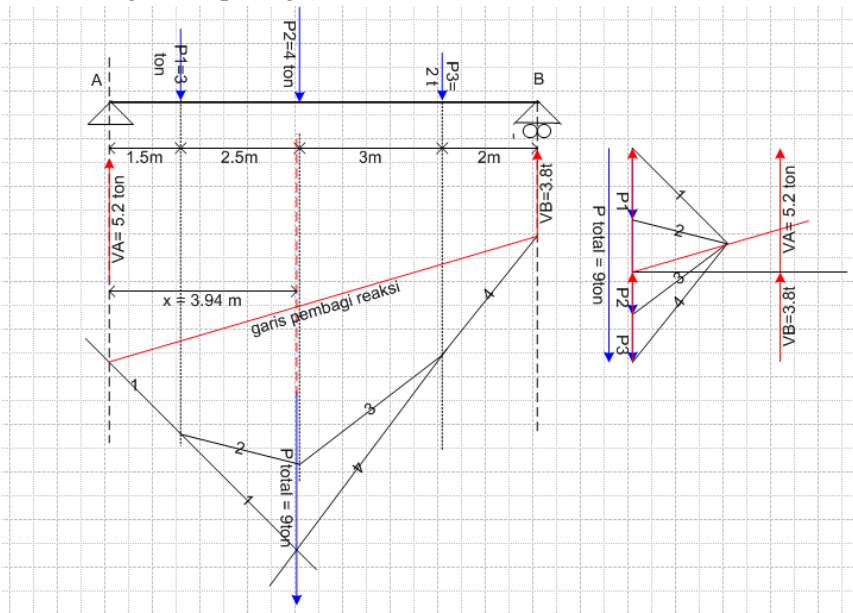


Gambar 3.10. Balok sederhana dengan 3 beban sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap

Langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1. Mencari resultan beban yaitu  $P$  total: besar, arah dan letaknya, caranya sama seperti menyusun gaya-gaya pada contoh soal di awal yaitu III.2.1 yaitu menggambarkan secara berurutan gaya-gaya tersebut.
2. Membuat titik kutub 0 sembarang dan menarik garis-garis kutub, ada 3 gaya berarti ada 4 garis kutub.
3. Memindahkan garis-garis kutub tersebut ke garis-garis kerja gaya secara berurutan, yaitu garis kutub 1 sampai menyentuh garis kerja  $P_1$ , sedang garis kutub 2 dari garis kerja  $P_1$  sampai menyentuh garis kerja  $P_2$ , dan garis kutub 3 dari garis kerja  $P_2$  sampai menyentuh garis kerja  $P_3$ , dan garis kutub 4 lanjutan berikutnya.

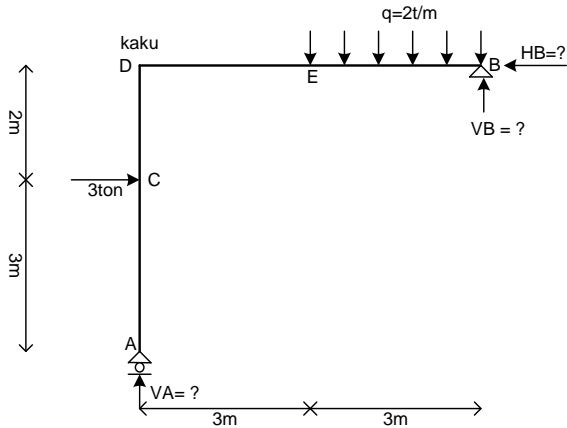
- Selanjutnya menguraikan  $P$  total menjadi reaksi-reaksi  $V_A$  dan  $V_B$ , sedangkan reaksi  $H_A=0$  karena beban-bebannya sejajar dalam arah arah vertikal saja. Untuk mendapatkan nilai  $V_A$  dan  $V_B$ , tarik garis kerja  $V_A$  potongkan garis kerja  $V_A$  tersebut dengan garis kutub pertama (garis kutub 1), kemudian tarik garis kerja  $V_B$ , potongkan garis kerja  $V_B$  tersebut dengan garis kutub terakhir (garis kutub 4).
- Berikutnya tarik kedua titik potong tersebut menjadi garis penutup/garis pembagi, pindahkan garis pembagi tersebut ke  $P$  total, maka akan diperoleh besarnya  $V_A$  dan  $V_B$ , seperti tergambar pada gambar 3.11.berikut ini:



Gambar 3.11. Mencari reaksi pada balok sederhana dengan 3 beban sejajar dan tidak berada di 1 titik tangkap dengan cara grafis

### III.3. Analisa struktur pada portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol

Berikut ini akan dipaparkan cara penyelesaian analisa struktur pada portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol seperti terlihat pada gambar 3.12. berikut ini.



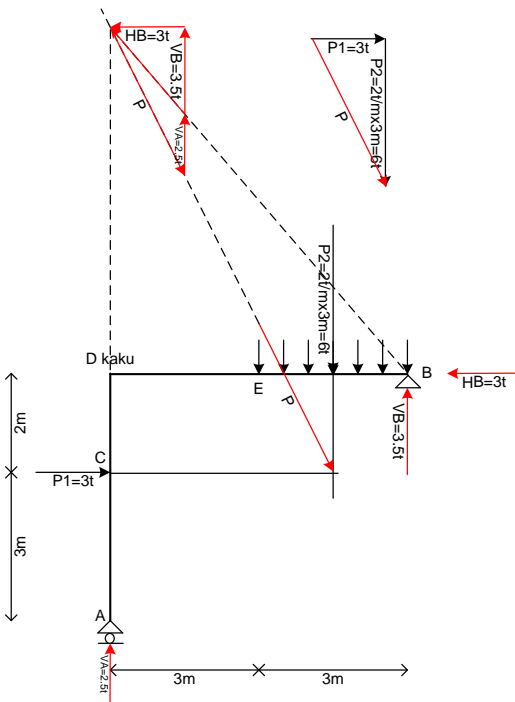
Gambar 3.12. Portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol dengan beban tidak sejajar tidak setitik tangkap

Langkah –langkah Penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1. Menggambar struktur portal menggunakan skala yang disesuaikan dengan bidang gambar.
2. Menggambar gaya-gaya luar (beban) yang bekerja menggunakan skala gaya (misalnya  $1\text{cm}=1\text{ton}$ , dalam Microsoft office visio digunakan drawing scale  $1\text{cm}=1\text{cm}$ ), untuk beban merata dicari dulu resultannya yaitu sebesar  $P_2=2\text{ton}/\text{m} \times 3\text{m}=6\text{ton}$ , letaknya ditengah beban merata.
3. Selanjutnya dicari resultante beban  $P_1$  dan  $P_2$  yaitu  $P$ , karena hanya ada 2 beban maka untuk letak resultantennya yaitu  $P$  adalah di titik potong kedua beban  $P_1$  dan  $P_2$ , tidak perlu menggunakan bantuan garis kutub.
4. Setelah diperoleh Resultante beban  $P$  dan letaknya di portal, selanjutnya tarik garis kerja reaksi rol terlebih dahulu yaitu garis



kerja VA yang merupakan tumpuan rol, selanjutnya Resultante beban P tersebut dipotongkan terlebih dahulu dengan garis kerja VA (rol) tersebut selanjutnya dari titik potong tersebut ditariklah garis ke B, maka garis tersebut merupakan garis kerja RB. Sekarang resultante beban P bisa diuraikan menjadi reaksi-reaksi perletakan yaitu VA dan RB ( $RB=VB+HB$ ). Cara menguraikan beban P menjadi VA dan RB sama seperti yang dijelaskan di materi uraian gaya, dan reaksi RB bisa juga diuraikan menjadi VB dan HB, dan hasilnya bisa dilihat pada gambar 3.13. berikut ini.



Gambar 3.13. Mencari reaksi perletakan pada Portal sederhana dengan tumpuan sendi dan rol dengan cara grafis

Penyelesaian secara analitis (sebagai control hasil penyelesaian cara grafis) :

$$\Sigma H = 0 \rightarrow P_1 - H_B = 0$$

$$3 t - H_B = 0$$

$$H_B = 3 \text{ ton (kekiri)}$$

$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow V_A \times 6m (\text{searah jarum jam}) - P_1 \times 2m (\text{berlawanan jarum jam}) - 2t/m \times 3m \times 1.5m (\text{berlawanan jarum jam}) = 0$$

$$6V_A m - 6 tm - 9 tm = 0$$

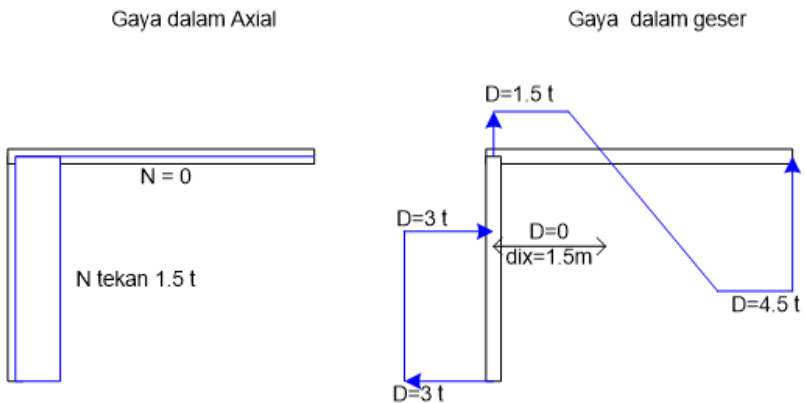
$$V_A = 2.5 t (\text{ke atas})$$

$$\Sigma V = 0 \rightarrow V_A - 2t/m \times 3m + V_B = 0$$

$$2.5 t - 6 t + V_B = 0$$

$$V_B = 3.5 t (\text{ke atas})$$

Sedangkan gambar diagram gaya-gaya dalam untuk gaya dalam aksial dan geser secara grafis bisa dilihat pada gambar 3.14. sebagai berikut:



Gambar 3.14. Diagram gaya dalam aksial dan geser pada portal sederhana

### III.4. Analisa Struktur pada Konstruksi Rangka Batang Statis tertentu

Sebagaimana sudah diuraikan di Bab II, Konstruksi Rangka Batang terdiri dari kumpulan batang-batang yang membentuk segitiga-

segitiga yang dihubungkan dengan sendi-sendi di pertemuan batang-batangnya. Dengan mengabaikan berat sendiri batang-batang (karena berat batang tersebut juga relative kecil), dan beban-beban bekerja di titik-titik simpul, maka gaya-gaya dalam yang timbul hanya berupa gaya dalam aksial. Di Bab II.2.3 sudah diberikan contoh menyelesaikan analisa konstruksi rangka batang dengan metoda analitis, dimana prinsip yang digunakan adalah menyusun dan menguraikan gaya. Di Bab III.4 ini akan dipaparkan penyelesaian analisa struktur pada konstruksi rangka batang statis tertentu dengan metoda grafis. Untuk mencari reaksi-reaksi perletakan, prinsip penyelesaiannya sama dengan pada struktur balok maupun portal statis tertentu. Yang agak berbeda adalah penyelesaian gaya-gaya batangnya, dimana perjanjian yang digunakan yaitu sama dengan pada uraian di Bab III.1.3. tentang menguraikan gaya, yaitu untuk batang yang gaya batangnya menuju titik adalah batang tekan, sedangkan batang yang gaya batangnya menjauhi titik adalah batang tarik (lihat kembali gambar 2.14). Selain menjabarkan penyelesaian gaya-gaya batang, di bab III.4 ini juga akan dijabarkan cara mencari perpindahan titik-titik simpul dengan cara grafis yaitu dengan metoda welliot dan welliot mhr.

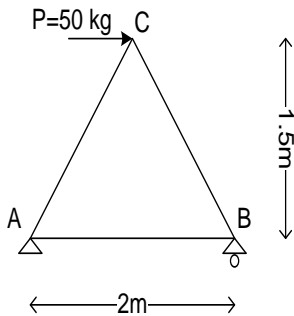
III.4.1. Mencari gaya-gaya batang pada konstruksi gaya batang statis tertentu dengan metoda lukisan cremona menggunakan Microsoft office visio.

Metoda lukisan Cremona, adalah penyelesaian gaya-gaya batang pada konstruksi rangka batang dengan cara grafis, yaitu menggunakan keseimbangan gaya-gaya di setiap titik simpul dengan membuat lukisan kutub secara berurutan mengikuti arah jarum jam, dimulai dari gaya-gaya yang telah diketahui, kemudian dilanjutkan dengan gaya-gaya yang belum diketahui, hingga membentuk lukisan kutub. Prinsip yang digunakan yaitu menyusun/menjumlahkan dan menguraikan gaya. Gaya-gaya yang sudah diketahui(yaitu:beban-beban yang bekerja) dijumlahkan terlebih dahulu sehingga menjadi satu gaya

luar P, selanjutnya gaya luar P tersebut diuraikan menjadi gaya-gaya batang yang bekerja di titik simpul tersebut (gaya dalam). Karena prinsip uraian gaya yaitu 1 gaya hanya bisa diuraikan dalam 2 arah, maka Lukisan Cremona hanya bisa dimulai dari titik simpul yang terdapat 2 batang yang belum diketahui gaya batangnya, selanjutnya bisa ke titik simpul lain selama terdapat 2 gaya batang yang belum diketahui. Perjanjian arah gaya seperti yang telah dibahas sebelumnya. Di titik simpul ; untuk batang tarik, arahnya keluar titik, untuk batang tekan arahnya menuju titik. Setelah lukisan kutub di satu titik simpul selesai, dilanjutkan ke titik simpul berikutnya, perhatikan arah gaya batang akan berbalik arah. Sedangkan untuk gaya-gaya luar termasuk reaksi perletakan arahnya tetap. Lukisan-lukisan kutub tersebut bila digabungkan akan menjadi satu lukisan, disebut lukisan Cremona.

Berikut ini akan kita kerjakan kembali soal konstruksi rangka batang paling sederhana yang sudah dibahas di Bab II.2.3 (lihat gambar 2.15), dan diselesaikan dengan cara analitis. Di sini akan diselesaikan dengan cara grafis.

SOAL :



Konstruksi Rangka Batang Sederhana seperti tergambar, menerima beban P horisontal di C sebesar 50 kg. Abaikan berat sendiri struktur.

Ditanyakan :

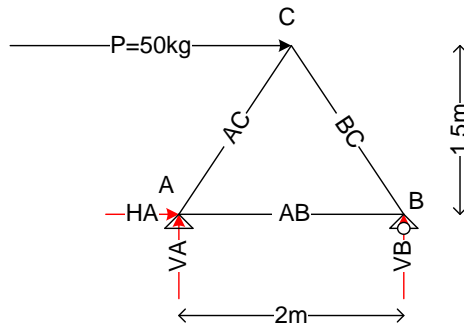
- 1) Hitung Reaksi-Reaksi Perletakannya !
- 2) Hitung gaya-gaya batang yang bekerja, tentukan gaya batang tersebut Tarik atau Tekan

Penyelesaian dengan cara grafis:

Jika dikerjakan dengan metoda grafis, maka kita harus menggunakan skala, ada 2 skala yang digunakan yaitu:

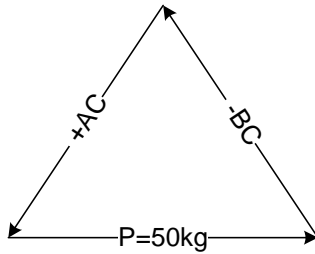
1. skala gaya: digunakan skala 10 kg = 1 cm
2. skala panjang: digunakan skala 1 m = 2 cm

Jika dikerjakan dengan menggunakan microsoft visio maka kita hanya bisa menggunakan 1 skala yaitu skala gaya 1 cm = 10 kg, caranya yaitu dengan mengatur drawing scale: 1 cm = 10 cm (nantinya panjang garis yang kita buat akan terbaca panjangnya dalam cm sudah sesuai dengan besar gaya yang kita maksud dengan satuan kg. Untuk menggambar batang-batangnya, skalanya kita atur sedemikian rupa asalkan proporsional dengan panjang batang dalam soal, misalkan untuk batang AB yang panjang 2 m kita buat sebagai garis yang panjangnya 40 cm (panjang garis yang terbaca di gambar), maka untuk tinggi yang 1.5 m kita buat garis yang panjangnya 30cm. Gambar reaksi-reaksi perletakan  $V_A$ ,  $H_A$  dan  $V_B$ , kita buat permisalan sembarang karena belum diketahui hasilnya, sehingga terlihat bahwa ada 6 gaya yang tidak diketahui, yaitu gaya-gaya batang AC,BC dan AB serta reaksi-reaksi  $V_A$ ,  $H_A$  dan  $V_B$ . Hasil gambarnya dengan menggunakan Microsoft visio adalah sebagai berikut:



Gambar 3.15 Soal konstruksi rangka batang paling sederhana digambar dengan Microsoft office visio

Untuk menyelesaikan reaksi-reaksi dan gaya-gaya batang tersebut, bisa dimulai dari titik simpul dimana terdapat gaya – gaya yang tidak diketahui ada 2 yaitu bisa dimulai di titik C, karena hanya ada 2 gaya batang yang tidak diketahui yaitu BC dan AC, jika menggunakan arah jarum jam maka urutannya adalah: P, BC dan AC, bisa dilihat di gambar 3.16 berikut.

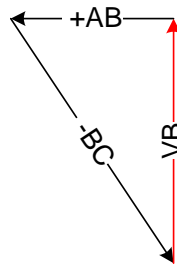


Hasil gaya batangnya :  
 $BC = -45.069 \text{ KG}$   
 $AC = +45.069 \text{ KG}$

Gambar 3.16 Poligon gaya di titik C untuk mencari gaya batang AC dan BC

Hasilnya BC arahnya ke kiri atas (menuju titik C), jadi batang TEKAN, sedang AC arahnya ke kiri bawah (menjauhi titik C), jadi hasilnya batang TARIK. Selanjutnya kita kerjakan di titik B, dengan urutan arah jarum jam urutannya adalah: BC,  $V_B$  dan AB, namun arah BC terlebih dahulu harus dibalik menjadi kanan bawah, karena untuk di titik B, jika BC batang TEKAN maka arahnya menuju B (arah kanan bawah), bisa dilihat di gambar 3.17 berikut. Hasilnya  $V_B$  ke atas dan AB ke kiri (menjauhi titik B), jadi batang TARIK.

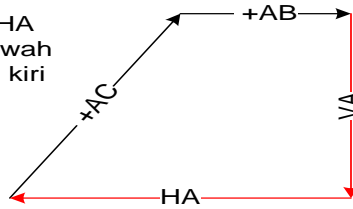
DI B : BC,  $V_B$ , AB  
 $V_B = 37.5 \text{ KG KE ATAS}$   
 $AB = +25 \text{ KG}$



Gambar 3.17. Poligon gaya di Titik B untuk mencari gaya batang AB dan reaksi  $V_B$

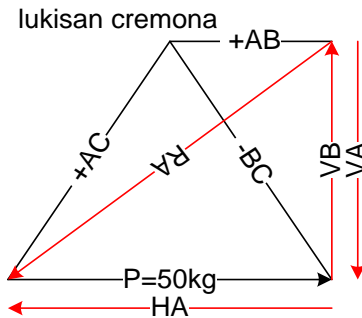
Selanjutnya kita kerjakan di titik A, dengan urutan arah jarum jam: (AC, AB,  $V_A$  dan  $H_A$ ), namun arah AC dan AB harus dibalik dulu arahnya, hasilnya  $V_A$  ke bawah dan  $H_A$  ke kiri, bisa dilihat di gambar 3.18 berikut.

DI A : AC, AB, VA, HA  
 $V_A = 37.5$  kg ke bawah  
 dan  $H_A = 50$  kg ke kiri



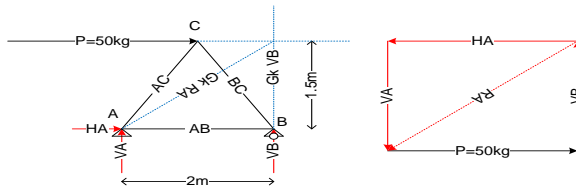
Gambar 3.18. Poligon gaya di Titik A untuk mencari reaksi  $V_A$  dan reaksi  $H_A$

Jika penggambaran gaya-gayanya digabung menjadi satu, arah gaya-gaya batang tidak perlu diberi tanda arah panah, cukup menggunakan notasi (+) untuk tarik dan notasi (-) untuk tekan, gabungan gambar tersebut dinamakan lukisan Cremona, terlihat di gambar 3.19 berikut.

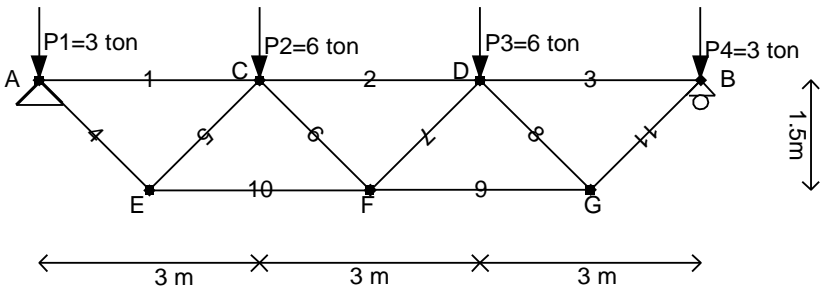


Gambar 3.19. Lukisan Cremona pada konstruksi rangka batang sederhana

Reaksi- reaksi perletakan  $V_A$ ,  $H_A$  dan  $V_B$ , bisa juga dicari secara langsung, namun  $V_A$  dan  $H_A$  kita gabungkan dulu dalam 1 arah yaitu sebagai  $R_A$ , sehingga beban  $P$  bisa kita uraikan dalam 2 arah yaitu  $V_B$  dan  $R_A$ , caranya yaitu beban  $P$  kita potongkan dulu dengan garis kerja  $V_B$ , selanjutnya dari titik potong tersebut kita tarik ke A, itulah garis kerja  $R_A$ , hasilnya adalah sebagai berikut (gambar diperkecil):



Selanjutnya, kita akan coba selesaikan konstruksi rangka batang dengan jumlah batang-batang yang lebih banyak seperti terlihat pada gambar 3.20 berikut ini.



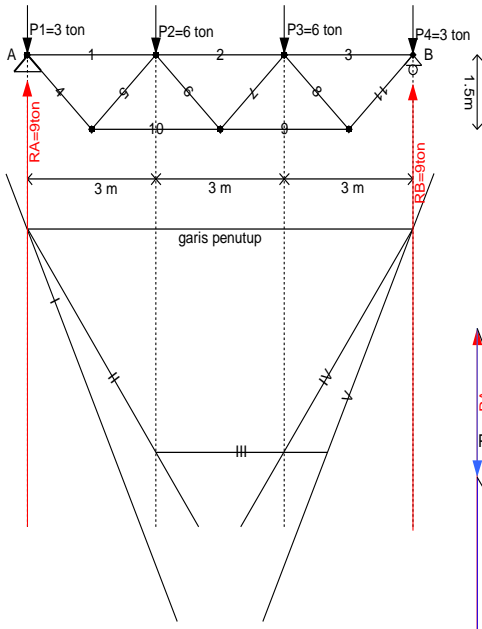
Gambar 3.20 Konstruksi rangka batang simetris, mendapat beban-beban simetris

Penyelesaian secara grafis:

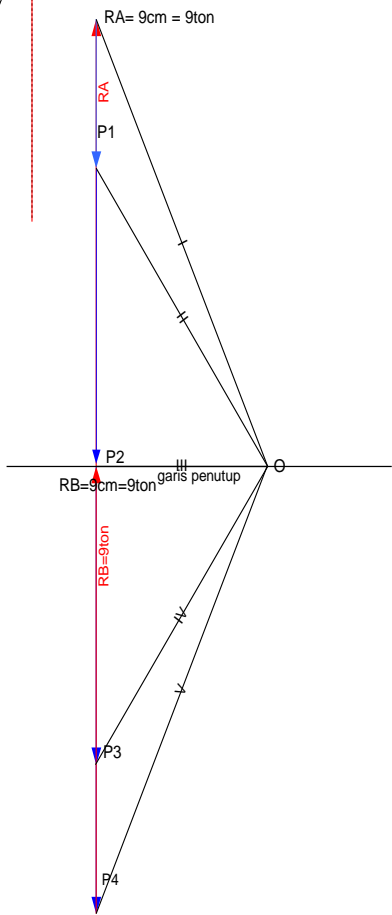
Mencari reaksi-reaksi perletakan:

Karena akan diselesaikan secara grafis, maka reaksi perletakan juga dicari secara grafis, seperti terlihat pada gambar berikut ini.



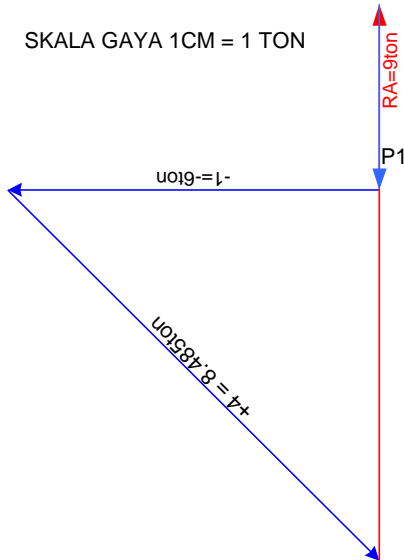


SKALA JARAK 1CM = 1M  
 SKALA GAYA 1CM = 1 TON

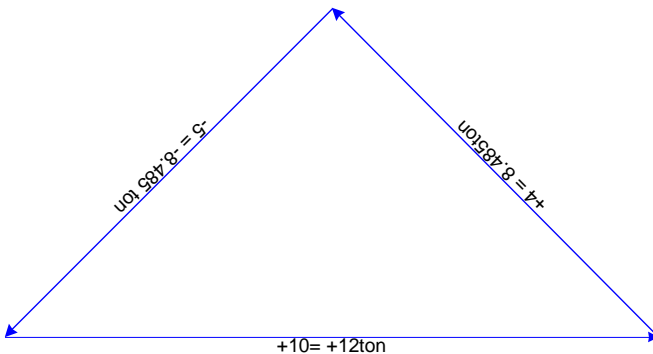


### Mencari gaya-gaya batang:

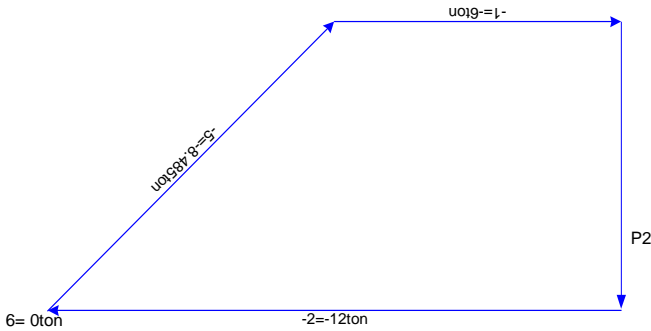
Dimulai dengan membuat lukisan kutub di titik simpul A, yaitu  $R_A, P_1$  kemudian  $S_1$  dan  $S_4$ . Diperoleh,  $S_1 = -6\text{ton}$  (tekan, karena arahnya menuju titik A) dan  $S_4 = +8.485\text{ton}$  (tarik, karena arahnya menjauhi titik A).



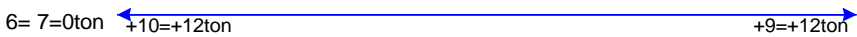
Selanjutnya dibuat lukisan kutub di E, dimulai dari  $S_4$  (perhatikan, arah gaya  $S_4$  menjadi berbalik arah dengan gambar lukisan kutub di A), kemudian  $S_5$  dan  $S_{10}$ , diperoleh  $S_5 = -8.485\text{ton}$  (tekan, karena arahnya menuju titik E) dan  $S_{10} = +12\text{ton}$  (tarik, karena arahnya menjauhi titik E).



Selanjutnya dibuat lukisan kutub di C, dimulai  $S_5, S_1, P_2$ , kemudian  $S_2$  dan  $S_6$ , diperoleh  $S_6=0$  dan  $S_2= -12\text{ton}(\text{tekan})$ .

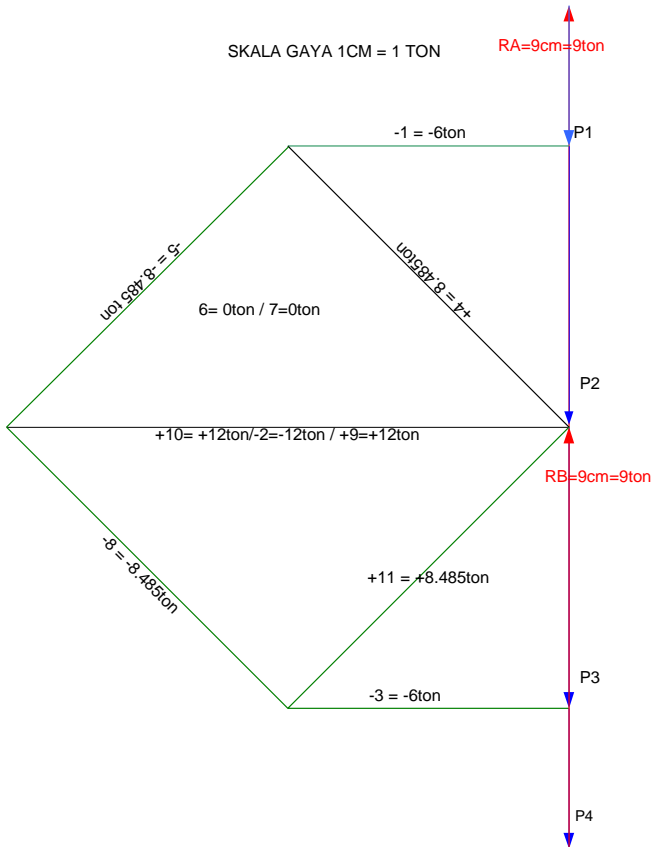


Selanjutnya, dibuat lukisan kutub di titik F, dimulai dari  $S_{10}, S_6$  kemudian  $S_7$  dan  $S_9$ , karena simetris maka  $S_7=S_6=0$  dan  $S_9=S_{10}=+12\text{ton}(\text{tarik})$ .



Selanjutnya, karena simetris,  $S_3=S_1=-6\text{ton}(\text{tekan})$ ,  $S_8=S_5=-8.485\text{ton}(\text{tekan})$  dan  $S_{11}=S_4=+8.485\text{ton}(\text{tarik})$ .

Jika lukisan-lukisan tersebut digabungkan akan menjadi lukisan Cremona seperti terlihat pada gambar 3.21.berikut ini.

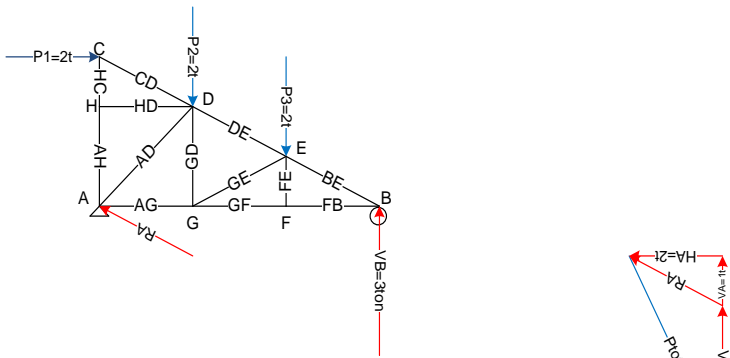


Gambar 3.21. lukisan Cremona pada konstruksi rangka batang simetris  
 Contoh-contoh lainnya bisa dilihat berikut ini :

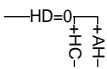




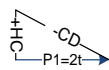
### Mencari gaya-gaya batang



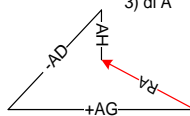
2) di H



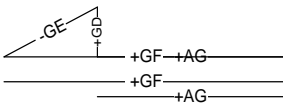
1) di C



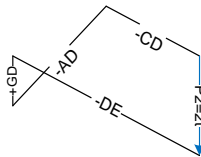
3) di A



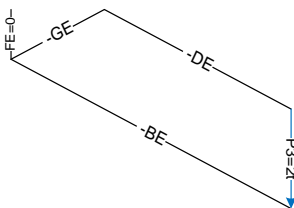
5) di G



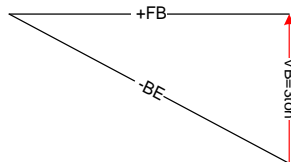
4) di D



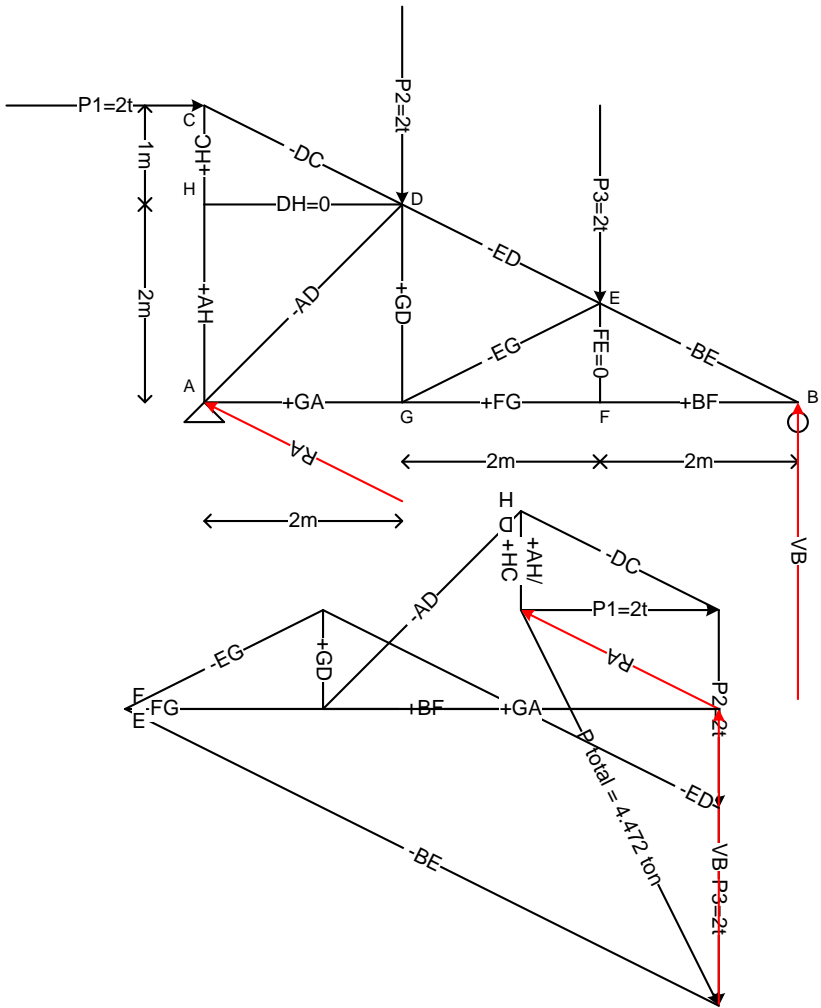
6) di E



7) di B

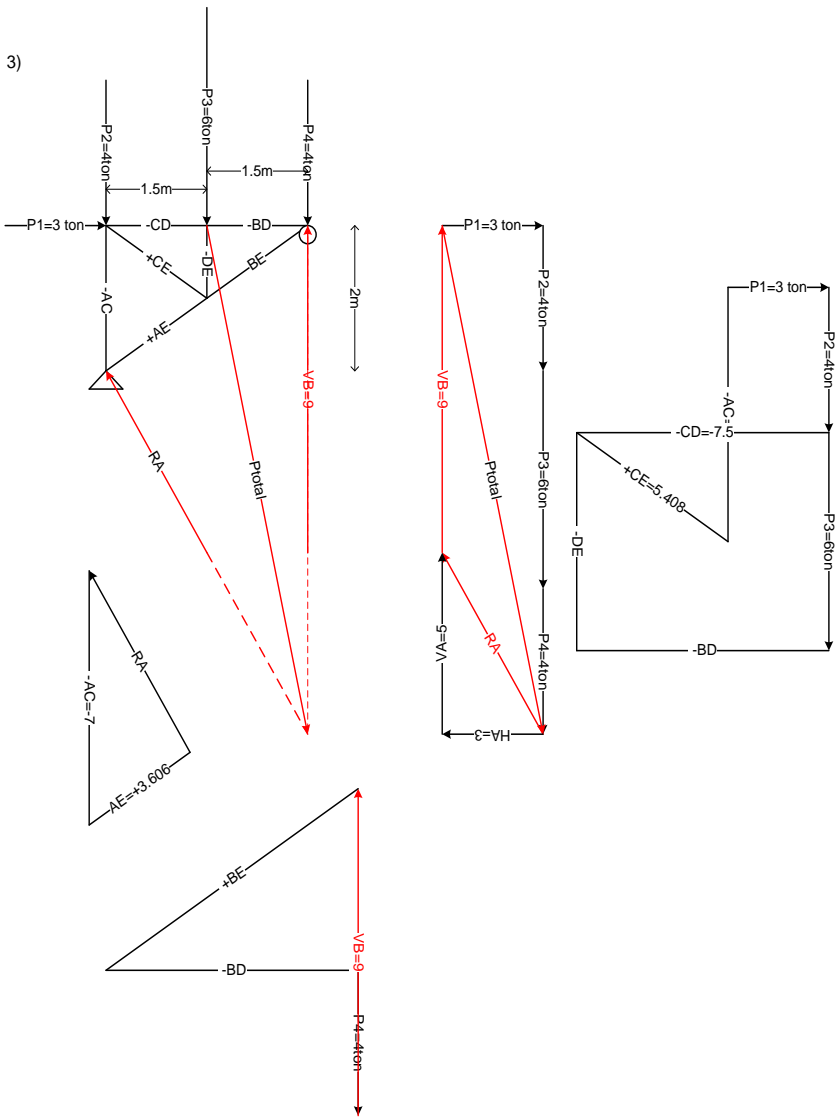


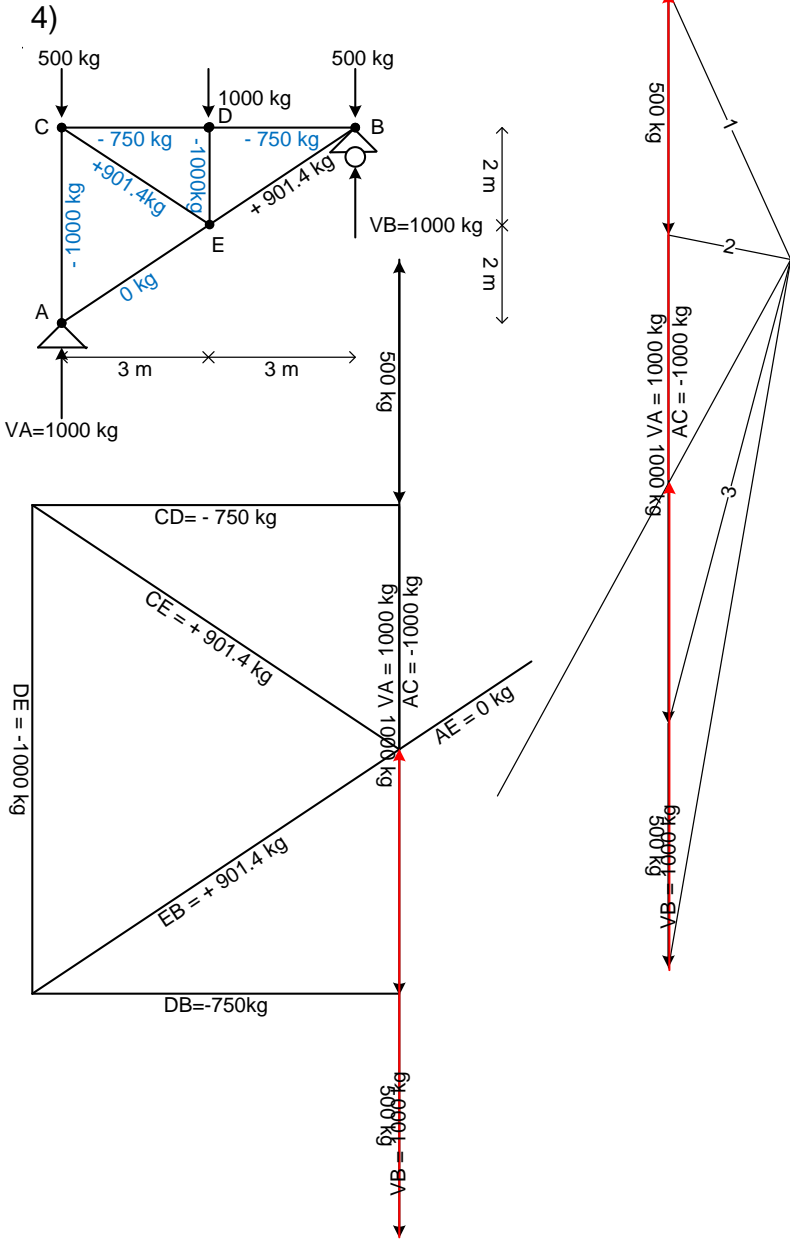
Jika digabung, menjadi lukisan Cremona sebagai berikut :



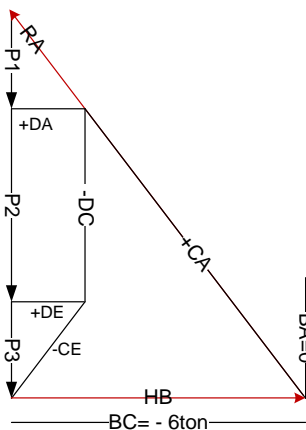
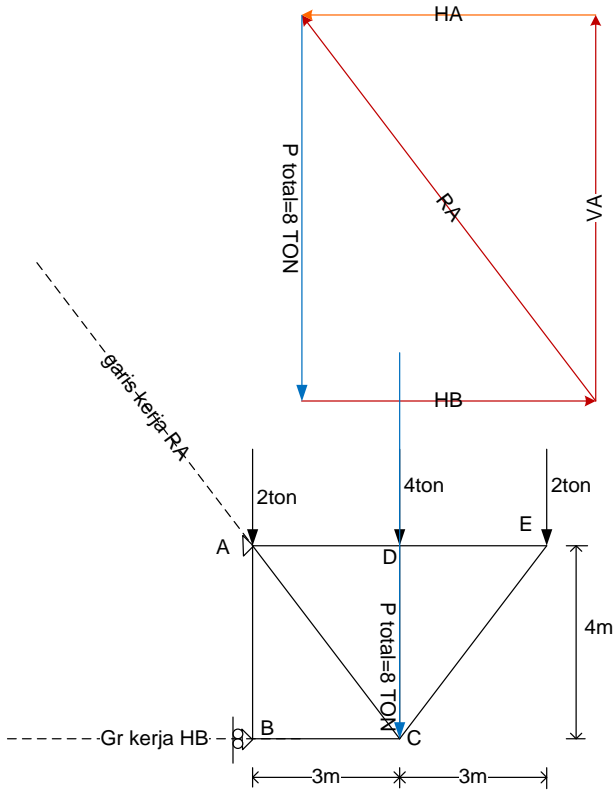


3)





5)



Beban :

$P_1 = 2\text{ ton}$

$P_2 = 4\text{ ton}$

$P_3 = 2\text{ ton}$

Reaksi-Reaksi Perletakan :

$RA = 10\text{ ton}$  ( $VA = 8\text{ ton}$  dan  $HA = 6\text{ ton}$ )

$HB = 6\text{ ton}$

Gaya-gaya Batang :

$AB = 0$

$DC = -4\text{ ton}$

$DA = +DE = +1,5\text{ ton}$

$BC = -6\text{ ton}$

$CE = -2,5\text{ ton}$

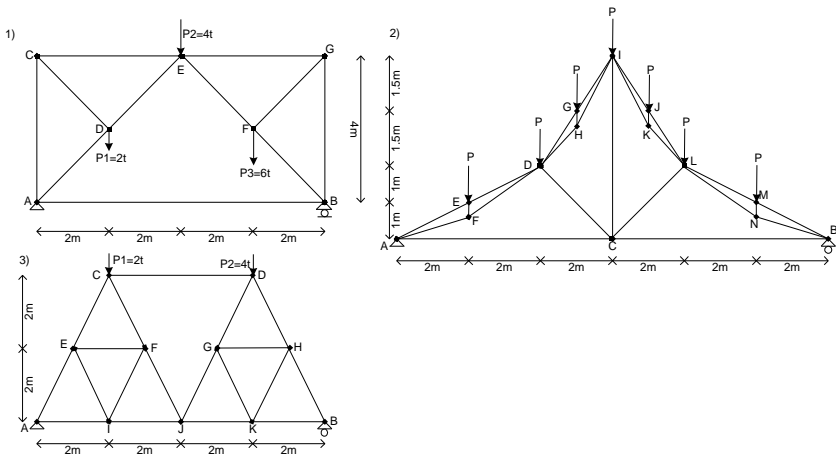
$CA = +7,5\text{ ton}$

Note : Tanda +, pertanda batang tertarik

Tanda -, pertanda batang tertekan

III.4.2. Mencari gaya-gaya batang pada konstruksi gaya batang statis tertentu dengan metoda potongan (cullman) menggunakan Microsoft office visio.

Dengan menggunakan metoda keseimbangan titik serta metoda Cremona, bisa dicari semua gaya-gaya batang, namun harus dimulai dari titik simpul dimana terdapat dua batang yang belum tahu gayanya, yang biasanya adalah di titik simpul ujung. Bagaimana bila ingin mengetahui gaya batang yang berada di tengah-tengah, misalnya untuk cek pada batang-batang tertentu saja? Adakah cara yang lebih praktis? Yaitu dengan menggunakan metoda potongan atau disebut metoda Ritter. Selain itu pada konstruksi-konstruksi rangka batang tertentu, dimana dengan menggunakan metoda keseimbangan titik atau Cremona menemui kesulitan, misalnya tidak terdapat titik simpul yang hanya mempunyai dua batang yang tidak diketahui gayanya. Contohnya pada Konstruksi-konstruksi rangka batang pada gambar 3.22.berikut ini.



Gambar 3.22 Macam-macam Konstruksi rangka batang statis tertentu kompleks

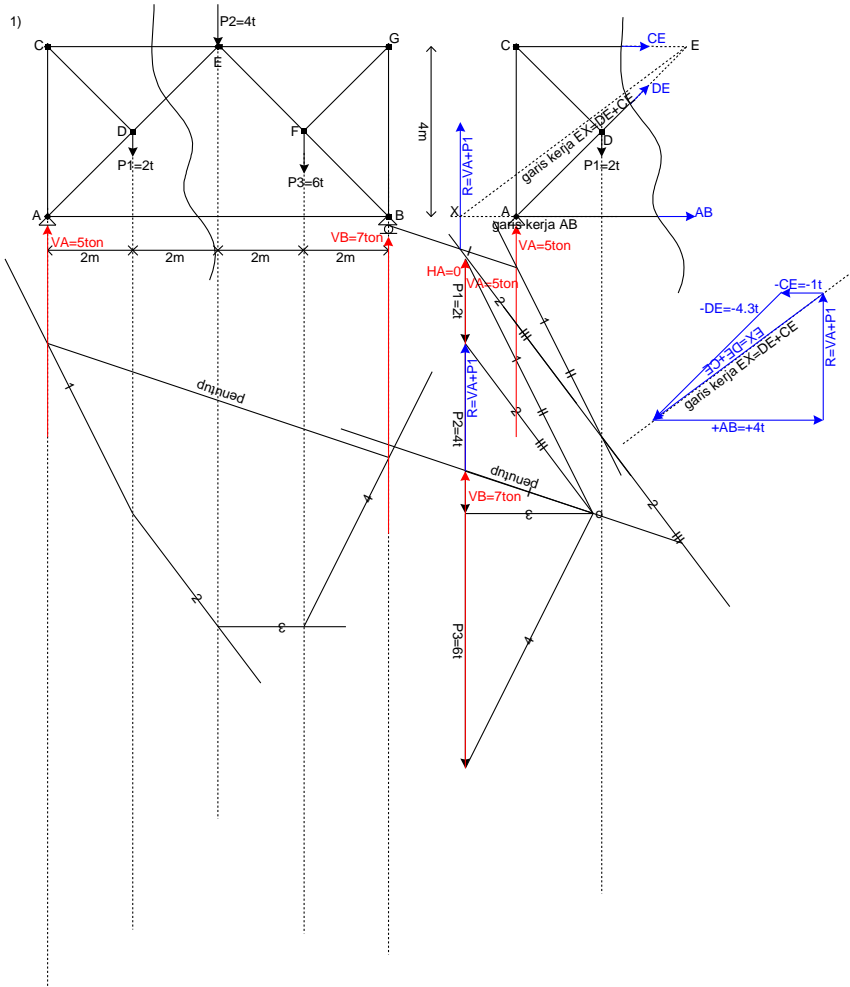
Pada konstruksi rangka batang no.1) dan 2), metoda keseimbangan titik maupun Cremona tidak bisa dilakukan di titik manapun karena selalu ada lebih dari dua batang yang tidak diketahui. Sedangkan pada konstruksi rangka batang no.3), keseimbangan titik

maupun Cremona hanya bisa dilakukan di titik A dan B, selanjutnya tidak bisa diteruskan lagi.

Untuk itu, diterapkan metoda lain, yaitu metoda potongan. Metoda Cullman adalah sebuah cara irisan/potongan memakai cara lukisan gaya/grafis. Cara ini biasanya dipakai untuk memeriksa lukisan cremona atau bila lukisan cremona mengalami kesulitan, misalnya di titik simpul berikutnya terdapat lebih dari dua gaya yang akan dicari.

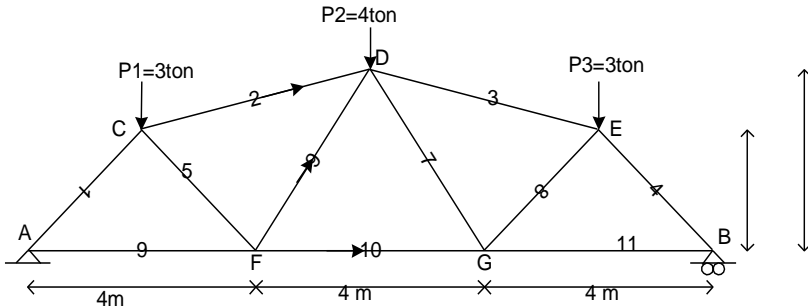
Untuk konstruksi rangka batang no.1, di atas, coba diselesaikan dengan metoda Cullman. Prinsipnya sama, yaitu membuat keseimbangan gaya dalam tiap potongan, misalnya digunakan potongan kiri. Tentunya, reaksi-reaksi perletakan harus dicari terlebih dahulu. Karena digunakan metoda grafis, maka reaksi perletakan juga dicari secara grafis. Setelah reaksi-reaksi perletakan ketemu, maka dipotongan kiri kini terdapat 5 gaya, yaitu 2 gaya telah diketahui ( $V_A$  dan  $P_1$ ) dan 3 gaya belum diketahui (CE,DE dan AB).  $V_A$  dan  $P_1$  bisa dicari resultannya, selanjutnya resultan tersebut diuraikan ke dalam 3 gaya:DE,CE dan AB. DE dan CE bertemu di titik E, maka bisa dianggap satu gaya saja yaitu EX( $EX=DE+CE$ ) dan garis kerjanya melalui titik E. Sedangkan garis kerja gaya AB sudah jelas yaitu mendatar sepanjang AB.Maka resultan gaya  $R(R=V_A+P_1)$  bisa diuraikan ke dalam dua arah yaitu EX( $EX=DE+CE$ ) dan AB. Caranya, yaitu garis kerja resultan gaya R, dipotongkan dengan dengan garis kerja AB, yaitu memotong di titik X (lihat gambar berikut), kemudian dari titik X ditarik garis ke titik E, itulah garis kerja gaya EX( $EX=DE+CE$ ), maka EX dan AB bisa dicari. Setelah EX ketemu, diuraikan kembali menjadi DE dan CE.

Untuk jelasnya, perhatikan gambar 3.23. berikut.



Gambar 3.23 Mencari gaya batang dengan metoda potongan cullman menggunakan Microsoft office visio  
 Contoh lain penerapan metoda cullman, misalnya untuk mengecek gaya batang tertentu, bisa dilihat pada gambar 3.24 berikut.

1) Pada konstruksi rangka batang berikut ini, akan dicari gaya batang 2,9 dan 10 dengan metoda cullman.



Gambar 3.24. Contoh-contoh penerapan metoda cullman pada konstruksi rangka batang statis tertentu

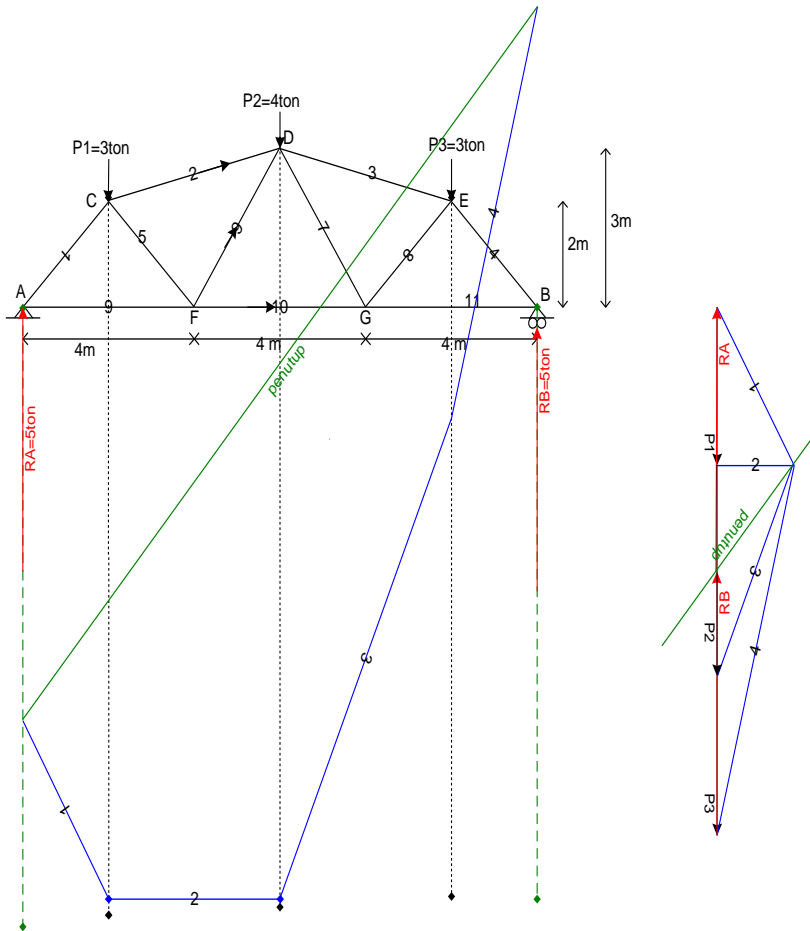
Penyelesaian:

Mula-mula dicari reaksi-reaksi perletakan terlebih dahulu, karena metoda cullman adalah metoda irisan/potongan grafis, maka reaksi perletakan juga dicari secara grafis. Yaitu dengan menggunakan garis-garis kutub yang berwarna biru, maka diperoleh  $R_A=5\text{ton}$  dan  $R_B=5\text{ton}$ . Selanjutnya dengan membuat potongan di batang-batang 2,9 dan 10, kita mencari keseimbangan gaya di masing-masing potongan. Di sini kita menggunakan potongan sebelah kiri, dimana terdapat gaya  $R_A$ ,  $P_1$ , gaya batang 2,9 dan 10.  $R_A$  dan  $P_1$  adalah gaya-gaya yang sudah diketahui, dan bisa dijumlahkan menjadi satu resultan yaitu  $R_A+P_1$ , sedang  $S_2, S_9$  dan  $S_{10}$  adalah gaya-gaya yang belum diketahui. Karena gaya batang yang belum diketahui ada tiga batang yaitu  $S_2, S_9$  dan  $S_{10}$ , maka dua batang kita satukan terlebih dahulu, yaitu batang 2 dan 9, dan garis kerja  $S_2+S_9$  adalah melewati titik D, sedang garis kerja gaya  $S_{10}$  sudah jelas. Maka  $R_A+P_1$  diuraikan menjadi dua gaya yaitu  $S_2+S_9$  dan  $S_{10}$  (lihat garis-garis kutub sebelah kiri yang berwarna hijau). Selanjutnya setelah  $S_2+S_9$  ketemu, diuraikan lagi menjadi  $S_2$  dan  $S_9$ . Hasilnya, yaitu:

$$S_2 = -5.8\text{ton (tekan)}, S_9 = -0.8\text{ton (tekan)}, S_{10} = +6\text{ ton (tarik)}$$

Untuk jelasnya, perhatikan gambar berikut:

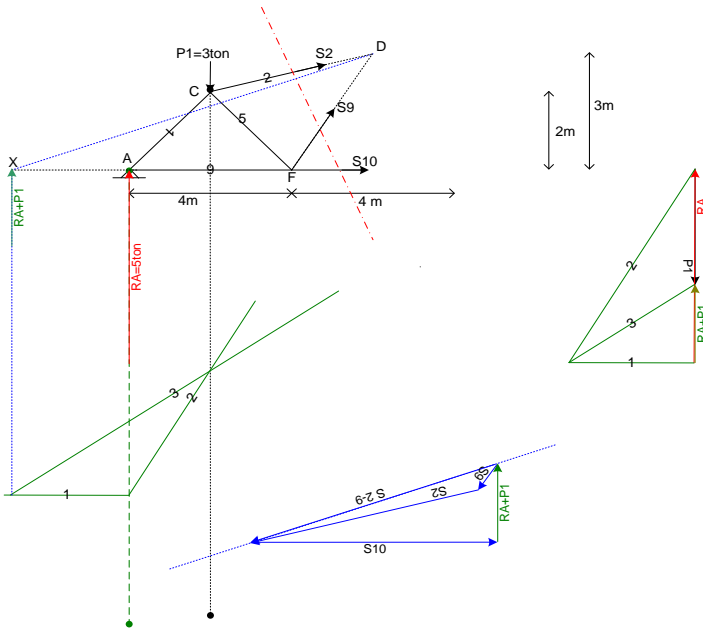
Mencari reaksi perletakan dengan cara grafis:



Selanjutnya, dibuat potongan yang memotong batang 2,9 dan 10. Dengan menggunakan potongan sebelah kiri yaitu terdapat 5 gaya: 2 gaya telah diketahui yaitu  $R_A$  dan  $P_1$  dan 3 gaya yang belum diketahui yaitu  $S_2$ ,  $S_9$  dan  $S_{10}$ . Mula-mula  $R_A$  dan  $P_1$  dicari resultannya dan letaknya, yaitu yang bergaris kerja biru (vertikal) di sisi kiri. Mula-mula  $S_2+S_9$  dianggap satu gaya dulu yaitu garis kerjanya melalui titik D, sedang garis kerja  $S_{10}$  sudah jelas (horisontal) maka garis kerja  $R_A+P_1$  dipotongkan dengan garis kerja  $S_{10}$  diperoleh titik X, maka garis kerja



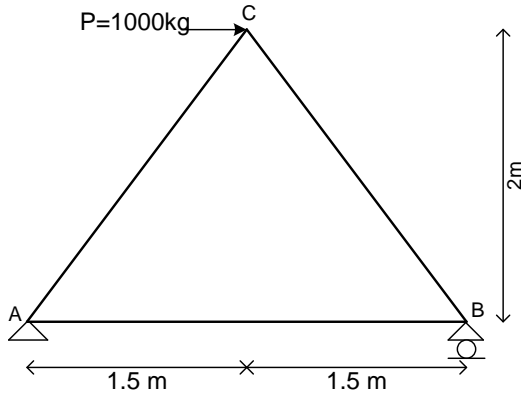
$S_{2-9}$  adalah di XD, selanjutnya bisa didapat  $S_{2-9}$  dan  $S_{10}$ . Setelah  $S_{2-9}$  ketemu, diuraikan kembali menjadi  $S_2$  dan  $S_9$ . Mencari  $S_2, S_9$  dan  $S_{10}$ :



$S_{10} = +6$  ton tarik  
 $S_2 = -5.8$  ton tekan  
 $S_9 = -0.8$  ton tekan

### III.4.3. Mencari perpindahan titik-titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot menggunakan Microsoft office visio.

Berikut akan diuraikan cara mencari deformasi pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot. Perhatikan contoh soal konstruksi rangka batang berikut ini, cari deformasi di semua titik ; delta horisontal dan delta vertikal (A, B dan C ), susun hasilnya dalam tabel, Data –data Penampang:  $A = 15 \text{ cm}^2$  dan  $E = 2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  metoda yang digunakan yaitu metoda welliot.



Gambar 3.25 Contoh mencari deformasi pada Konstruksi Rangka Batang sederhana

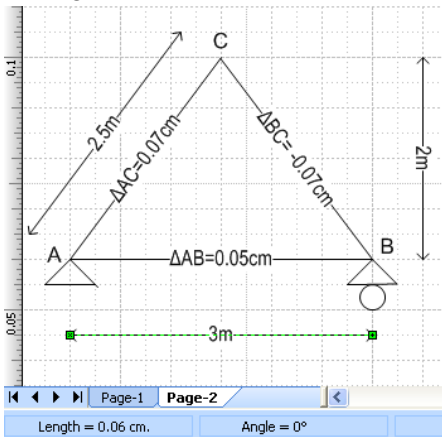
Terlebih dahulu hitung gaya-gaya batang akibat beban yang bekerja, selanjutnya hitung  $\Delta L_i$ , dan hasilnya bisa dilihat di tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1. Menghitung perubahan panjang batang pada konstruksi rangka batang sederhana

Batang	$S_i$ (kg)	$L_i$ (cm)	$A$ (cm <sup>2</sup> )	$E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L_i = (S_i \times L_i) / (A_i \times E_i)$ (cm)
AC	833.3333	250	15	200000	0.069444444
BC	-833.333	250	15	200000	-0.069444444
AB	500	300	15	200000	0.05

Selanjutnya kita menggambar konstruksi rangka batang secara proporsional, karena skala yang dipakai diutamakan untuk  $\Delta L_i$ , maka untuk panjang batang kita sesuaikan yang penting bentuk gambarnya proporsional. Di sini kita menggunakan skala (drawing scale di microsoft visio) yaitu: 1cm = 0.01cm. Rangka batang digambar secara proporsional (misal: panjang batang AB bisa digambar sepanjang 0.06 cm untuk panjang 3 m, maka untuk batang AC dan BC digambar 0.05

cm, karena panjangnya 2.5 m), disertai notasi batangnya dan nilai  $\Delta L_i$  nya seperti tergambar



berikut:Gambar welliotnya di mulai dari menggambar titik tetap yaitu titik sendi (merupakan titik tetap karena sendi tidak bisa bergeser baik arah vertikal maupun arah horisontal )  $A=A'$  ( kita beri nomor 1, maksudnya langkah ke 1), selanjutnya menggambar titik B' dengan menarik garis AB sepanjang  $\Delta_{AB}=0.05$  cm ke kanan karena batang AB merupakan batang tarik sehingga jika titik A tetap maka titik B akan bergeser ke kanan karena panjang batang AB bertambah panjang. Cara menarik garis AB, cukup dengan menyalin garis AB (lakukan copy paste), letakkan di titik A, arah garis ke kanan A, lalu klik pointer tool




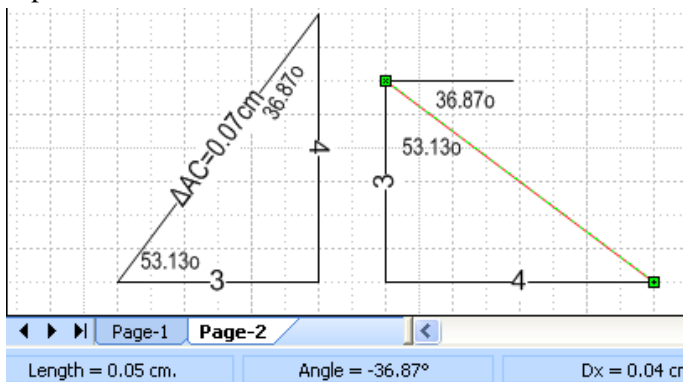
untuk membaca panjang garis, karena terbaca 0.06 cm sedangkan seharusnya  $\Delta_{AB}=0.05$  cm maka geser titik kanan ke kiri hingga panjang garis terbaca 0.05 cm, titik yg kanan tersebut dinamai B'(kita beri nomor 2, artinya langkah ke 2). Selanjutnya, dari titik A' dan B'', kita bisa memperoleh titik C' karena pertemuan 2 batang AC dan BC yaitu titik C, caranya dari A' tarik garis AC sepanjang  $\Delta_{AC}=0.07$  cm ke kanan atas,karena batang AC tarik, dengan ketentuan A tetap, maka titik C akan bergeser ke kanan atas karena batang bertambah panjang,caranya salin garis AC letakkan di titik A dengan arah garis ke kanan atas, lalu



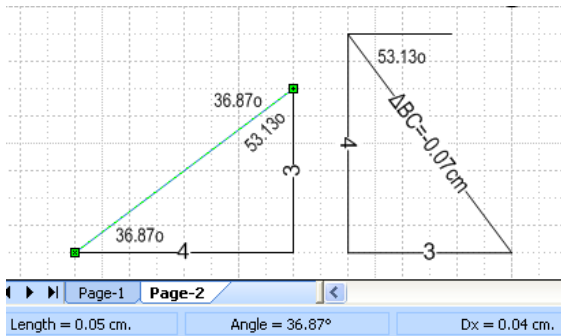
klik pointer tool untuk membaca panjang garis, karena terbaca 0.05

cm sedangkan seharusnya  $\Delta_{AC}=0.07$  cm, maka geser titik kanan hingga panjang garis AC menjadi 0.07 cm, tandai dengan nomor 3, artinya langkah ke 3. Selanjutnya dari B' tarik garis BC sepanjang  $\Delta_{BC}= -0.07$  cm ke kanan bawah, karena batang BC tekan, dengan ketentuan B' tetap, maka titik C akan bergeser ke kanan bawah karena batang bertambah pendek, caranya copi garis BC letakkan di titik B dengan arah

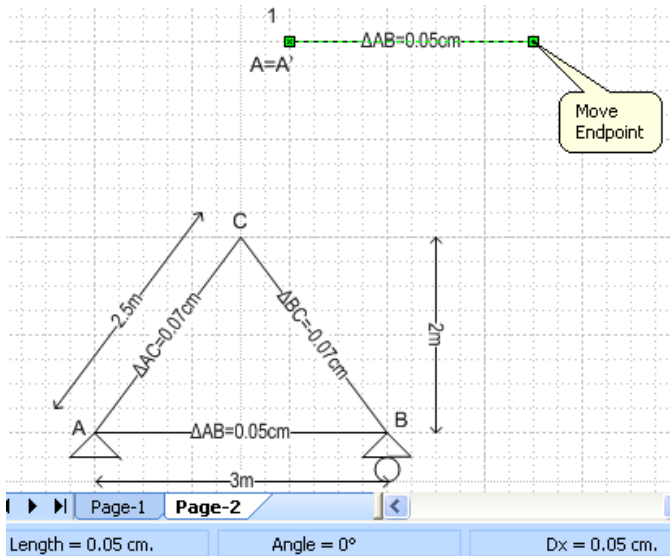
garis ke kanan bawah, lalu klik pointer tool  untuk membaca panjang garis, karena terbaca 0.05 cm sedangkan seharusnya  $\Delta_{BC}=0.07$  cm, maka geser titik kanan hingga panjang garis BC menjadi 0.07 cm, tandai dengan nomor 4, artinya langkah ke 4. Karena titik 3 dan 4 ini berpencar sedangkan seharusnya kedua titik tersebut bersatu sebagai titik C', maka dari garis AC ditarik garis yang tegak lurus dengan garis AC ( garis berwarna merah), dan dari garis BC ditarik garis yang tegak lurus dengan garis BC ( garis berwarna biru) titik potong kedua garis tersebut adalah titik C' (kita beri nama 5, yaitu langkah ke 5). Untuk membuat garis yang tegak lurus AC, caranya: baca arah garis AC, yaitu bersudut  $53.13^\circ$ , maka kita buat garis merah yang bersudut  $-36.87^\circ$  seperti berikut:

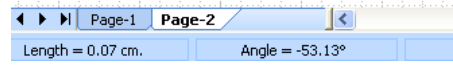
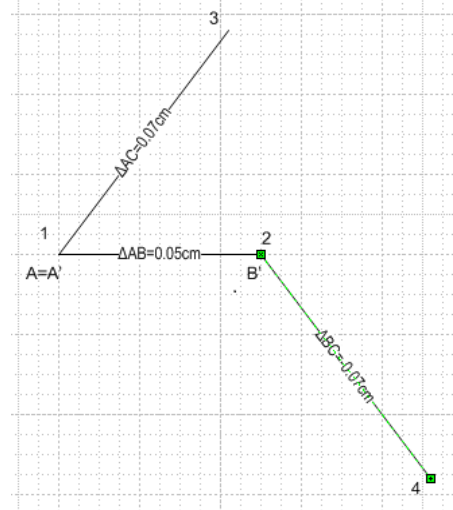
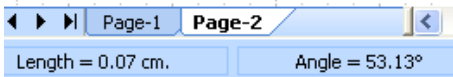
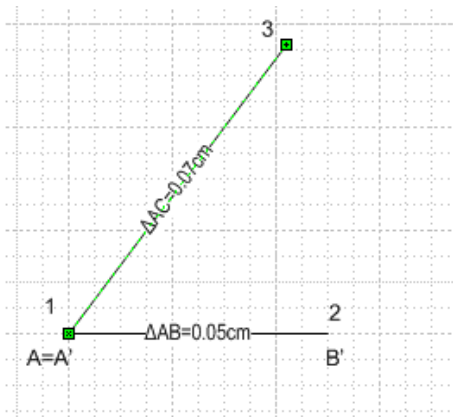


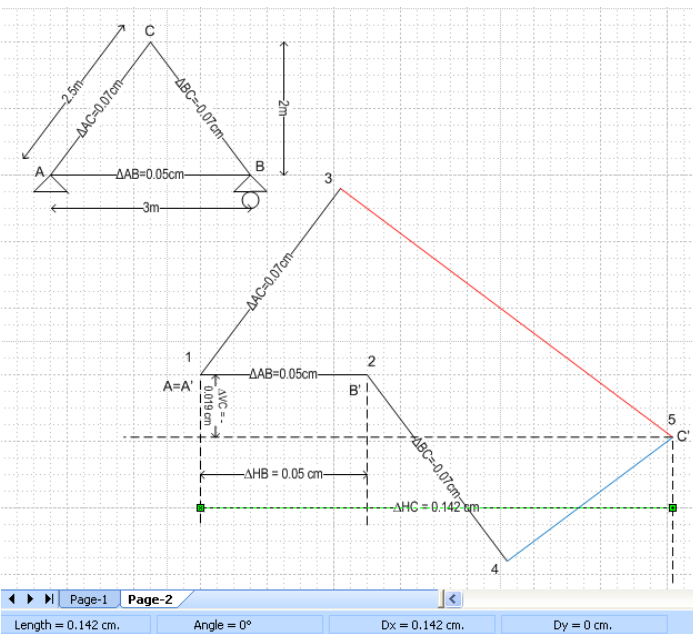
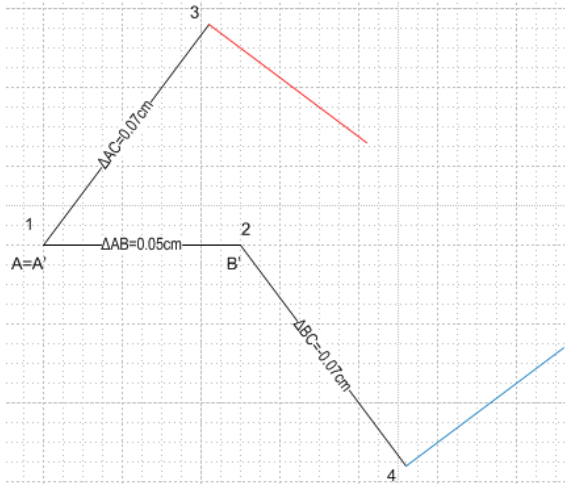
Untuk membuat garis yang tegak lurus BC, caranya: baca arah garis BC, yaitu bersudut  $-53.13^\circ$ , maka kita buat garis biru yang bersudut  $36.87^\circ$  seperti berikut:



Secara berurutan, langkah-langkahnya bisa dilihat pada gambar 3.26 berikut.







Gambar 3.26. Urutan mencari deformasi pada konstruksi rangka batang sederhana dengan metoda welliot menggunakan Microsoft office visio

Hasil deformasi titik-titik simpulnya, diukur terhadap titik tetap A=A'

Secara lengkap hasil deformasinya disajikan di tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2. Hasil deformasi di semua titik pada konstruksi rangka batang sederhana

Titik	$\Delta V$ (cm)	$\Delta H$ (cm)
A	0	0
B	0	0.05
C	-0.019	0.142

Tanda negatif dan positif menunjukkan letak pergeseran titiknya, positif ke kanan atau ke atas, negatif ke kiri atau ke bawah.

Untuk check hasil deformasi tersebut, kita kerjakan dengan cara analitis, yaitu menggunakan perhitungan di Microsoft excel yang disajikan di tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3. Perhitungan nilai deformasi pada konstruksi rangka batang sederhana menggunakan metoda unit load

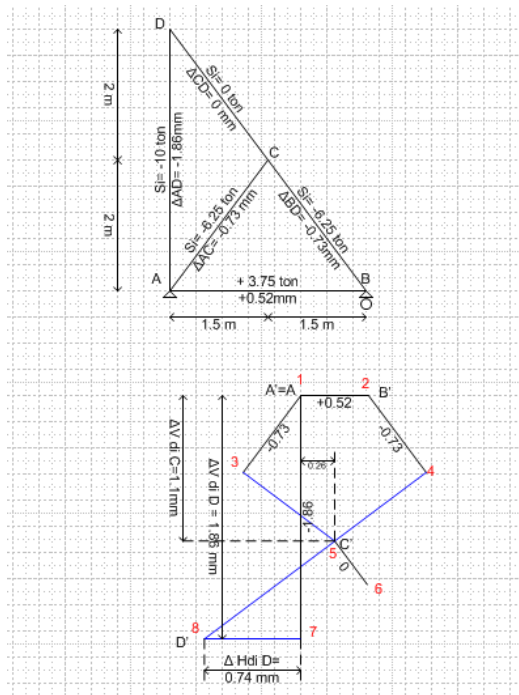
PERHITUNGAN $\Delta H_c$ DAN $\Delta V_c$									
batang	Si (KG)	Li cm	A cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	$\Delta li = SixLi/(AixE)$ cm	$\alpha_i$ untuk $\Delta HC$	$\alpha_i \cdot \Delta li$	$\alpha_i$ untuk $\Delta VC$	$\alpha_i \cdot \Delta li$
AC	833.333	250	15	200000	0.06944	0.8333	0.058	0.62500	0.043
BC	-833.333	250	15	200000	-0.06944	(0.8333)	0.058	0.62500	-0.043
AB	500.000	300	15	200000	0.05000	0.5000	0.025	-0.37500	-0.019
						$\Delta HC =$	0.141	$\Delta VC =$	-0.019
							cm		cm
							ke kanan		ke bawah

Hasilnya sama dengan cara grafis

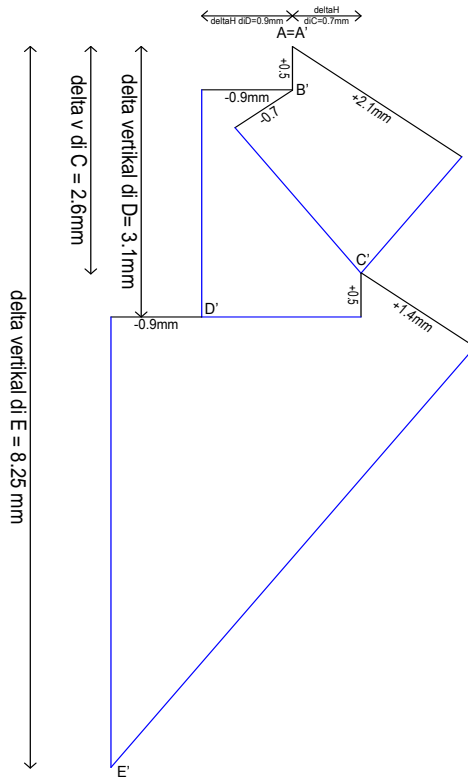
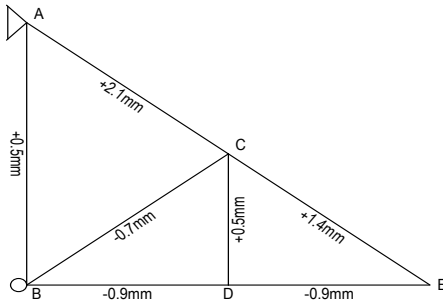


Contoh lain, untuk konstruksi rangka batang statis tertentu dengan batang-batang yang lebih banyak, langkahnya sama seperti di atas, namun yang perlu diperhatikan yaitu, metoda grafis welliot ini hanya bisa dikerjakan untuk konstruksi rangka batang, dimana tumpuan sendi dan rol hanya dihubungkan oleh satu batang saja. Atau pada konstruksi rangka batang simetris. Penggambaran garis-garis delta Li juga harus digambarkan secara berurutan sesuai dengan letak titik-titiknya, dimulai dari titik tetap sendi, kemudian titik tumpuan rol, kemudian titik yang merupakan pertemuan dari batang-batang yang pangkalnya berada di titik tumpuan, dilanjutkan ke titik terdekatnya. Untuk lebih jelasnya, bisa dilihat pada contoh-contoh berikut ini, yang disajikan di gambar 3.27 berikut.

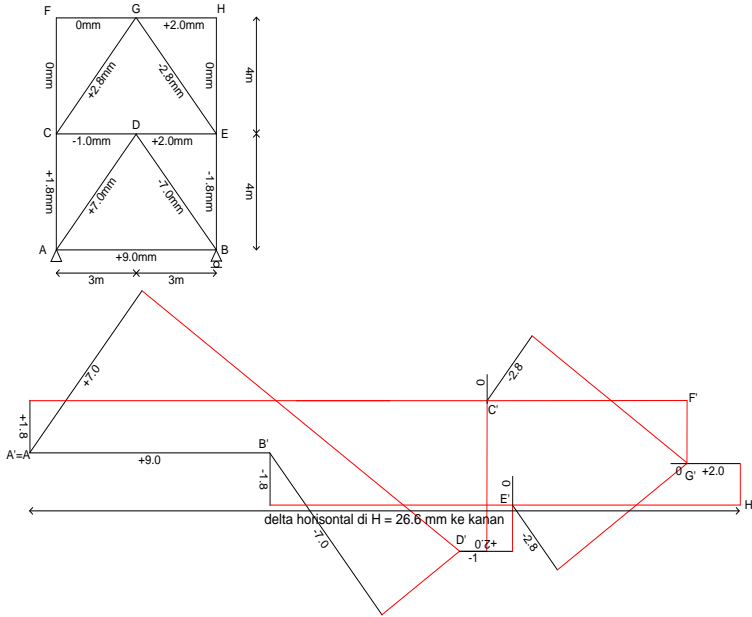
1)



2)

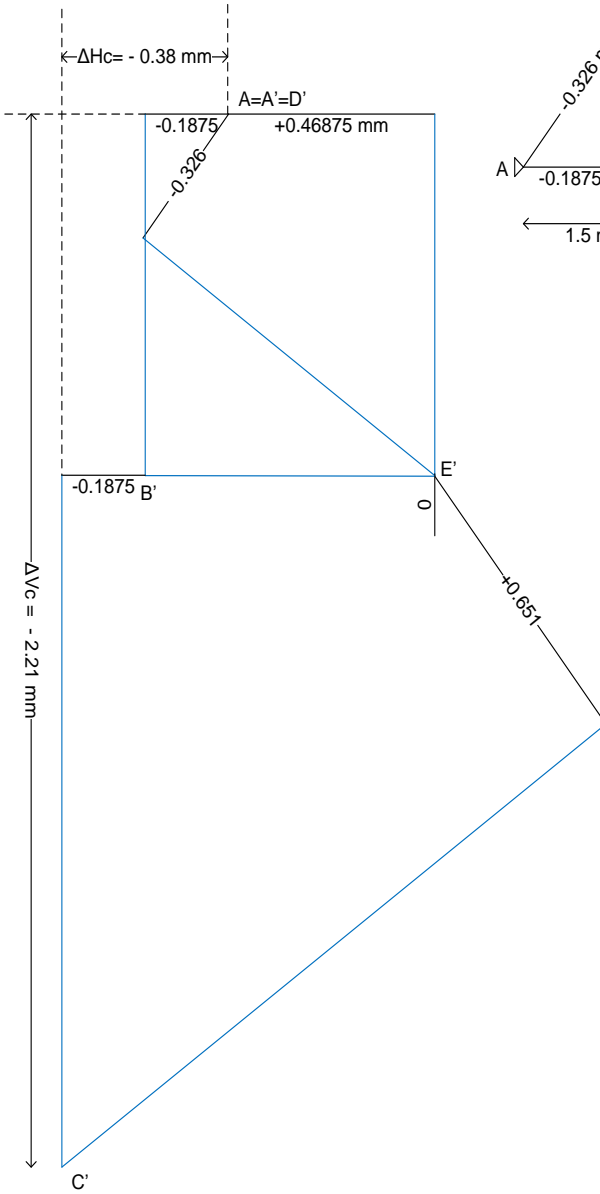


3)

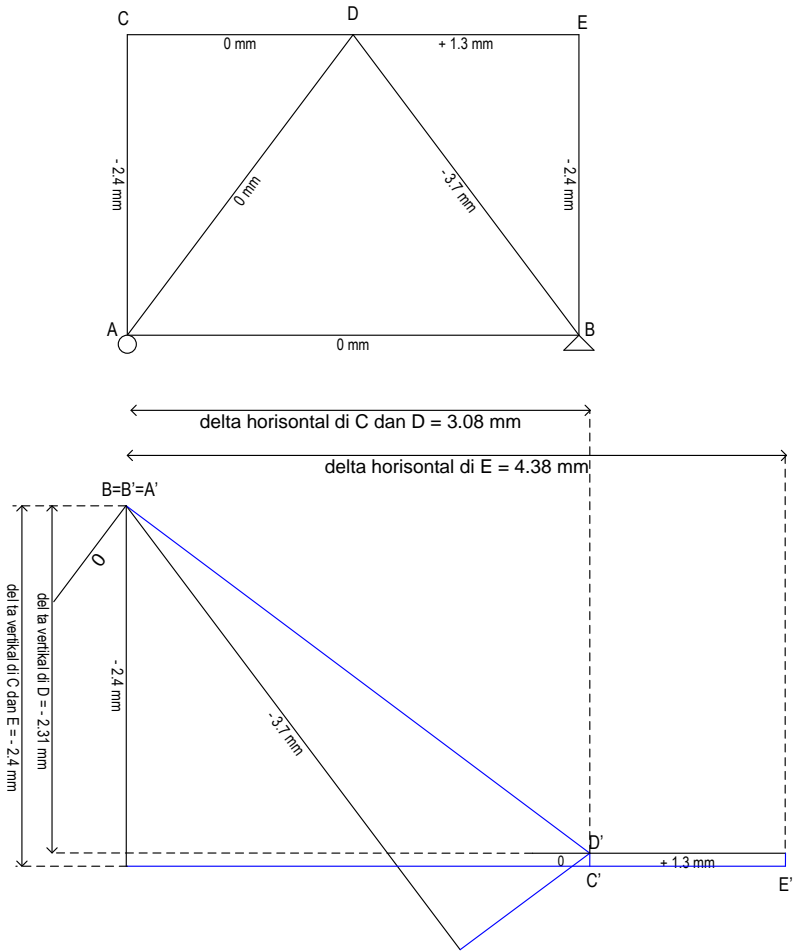


Gambar 3.27. Contoh-contoh penyelesaian deformasi pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot menggunakan Microsoft office visio

4) Konstruksi rangka batang dengan tumpuan sendi – sendi akibat beban-beban yang bekerja mengalami perubahan panjang batang ( $\Delta L_i$ ) seperti tertera dalam gambar, dalam satuan mm. Deformasi yang terjadi pada semua titik simpul dicari dengan metoda welliot dimulai dari titik  $A=A'=D'$  (karena A dan D merupakan tumpuan sendi, makanya deformasinya = 0 sehingga titik A' berimpit dengan D') selanjutnya dari A' dan D' dicari titik E', dst. seperti tergambar berikut ini:



5)

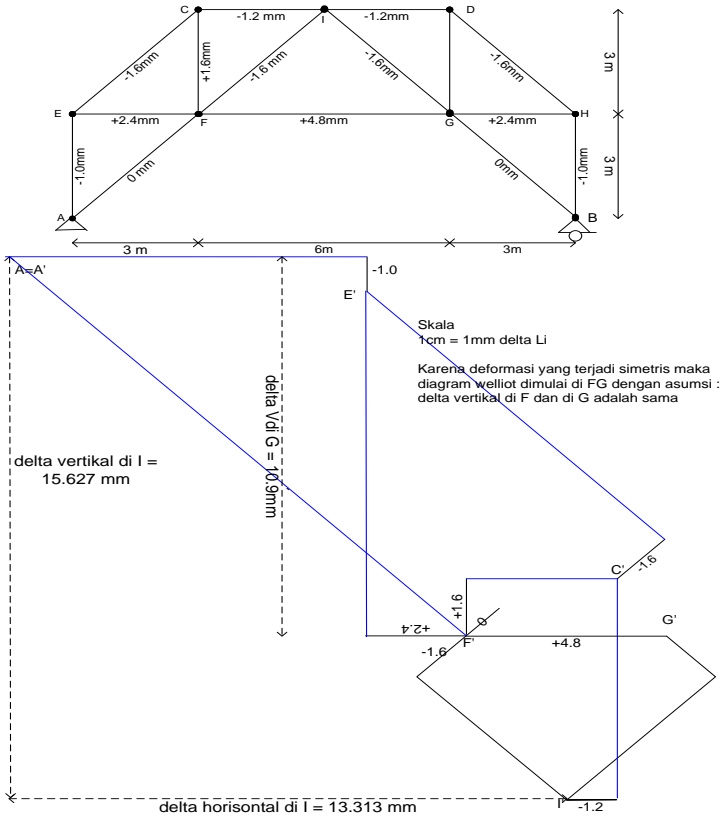


Metoda welliot bisa juga diterapkan pada konstruksi rangka batang yang bersifat simetris (simetris yang dimaksud di sini selain bentuknya simetris, beban-beban yang bekerja juga simetris sehingga hasil gaya-gaya batangnya juga simetris), sekalipun tumpuan sendi dan tumpuan roll tidak dihubungkan oleh 1 batang saja tetapi ada beberapa batang seperti konstruksi rangka batang berikut ini, di sini hanya

digambarkan welliotnya setengah saja, sedangkan untuk sisi kanan, langkahnya sama dan akan menghasilkan gambar yang simetris dengan gambar berikut:

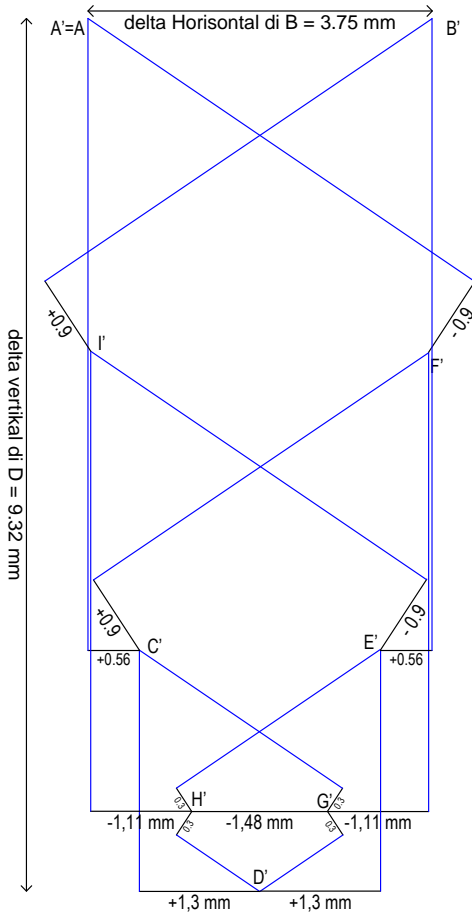
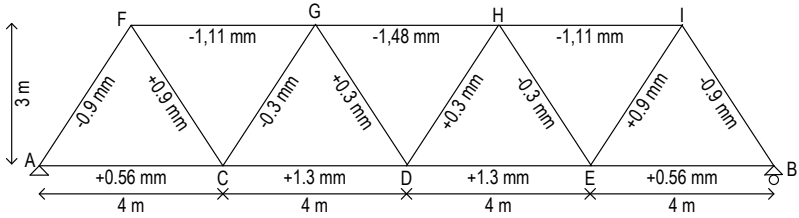
6)

CONTOH PERHITUNGAN DEFORMASI KRB DENGAN CARA WELLIOT, dimulai dari batang FG

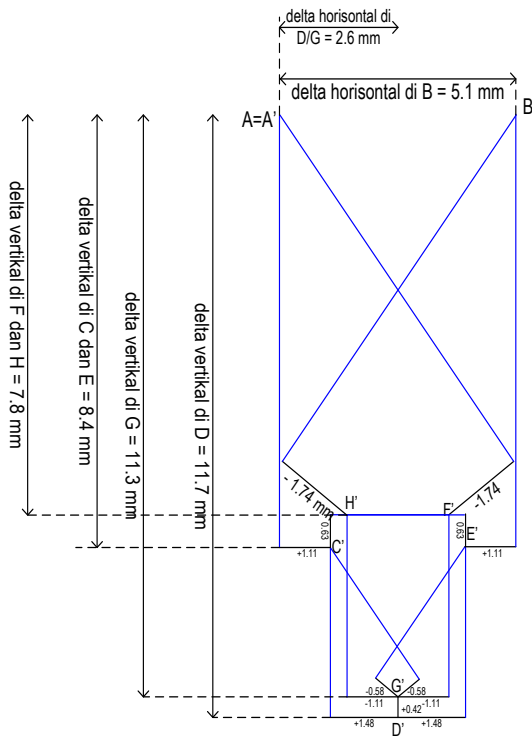
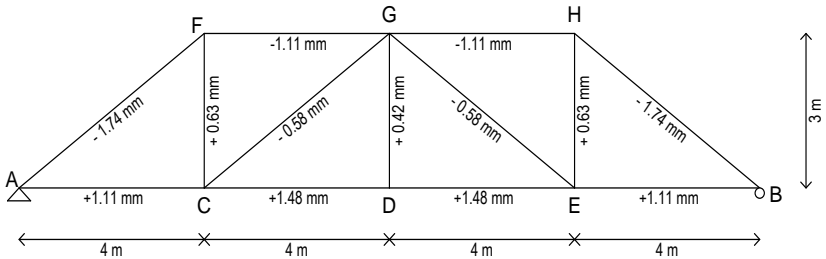


7)

Dikerjakan dengan metoda welliot, dimulai dari G' ke H'



8) Welliot dimulai di batang yang berada dalam posisi simetris yaitu batang GD, jadi dimulai di G' lalu D'.



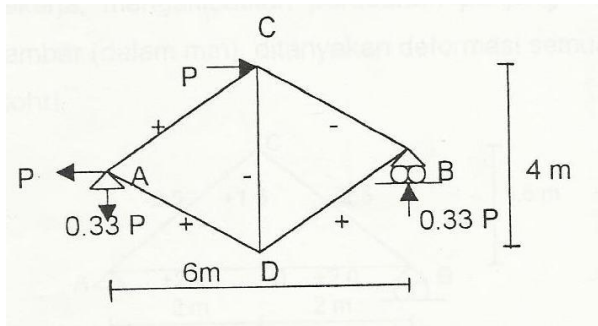


III.4.4. Mencari perpindahan titik-titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot-mohr menggunakan Microsoft office visio.

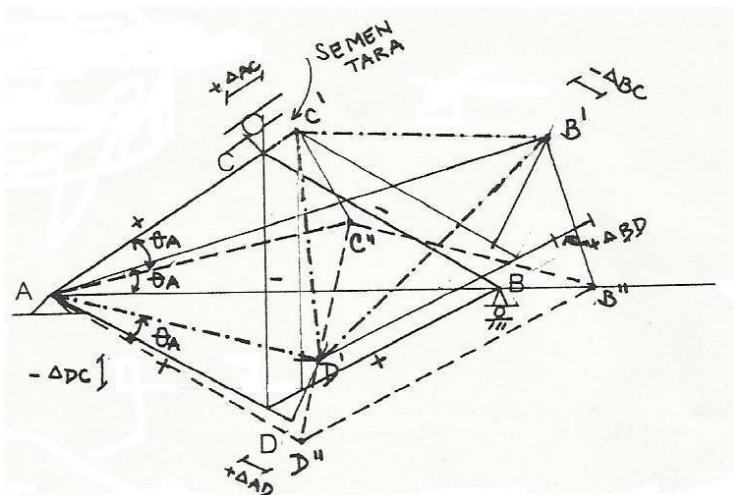
Seperti kita ketahui, dari beberapa contoh di atas bahwa metoda welliot hanya bisa digunakan untuk bentuk-bentuk struktur rangka batang yang tertentu saja yaitu ada tiga kriteria yaitu:

1. Perletakan struktur rangka batang tersebut terdiri dari sendi dan roll, dimana sendi dan roll tersebut dihubungkan oleh satu batang seperti terlihat pada contoh 1), 2), 3) dan 4) dimana diagram welliot bisa dimulai dari titik tetap sendi dan titik berikutnya roll, titik simpul ketiga yang bisa dicari perpindahannya adalah titik simpul yang merupakan pertemuan dua batang dari perletakan sendi dan roll yang sudah bisa diketahui perpindahannya, demikian seterusnya sampai semua titik diketahui perpindahannya.
2. Perletakan struktur rangka batang terdiri dari sendi – sendi dan batang-batang dimana salah satu ujungnya adalah sendi-sendi tersebut bertemu di satu titik, seperti terlihat dalam contoh 5
3. Struktur rangka batang simetris, baik bentuk maupun deformasinya, diagram welliot bisa dimulai dari batang yang membagi simetris struktur rangka batang tersebut, seperti terlihat dalam contoh 6), 7) dan 8).

Selanjutnya, bagaimana dengan bentuk struktur rangka batang yang tidak memenuhi ketiga kriteria tersebut? Untuk itulah dikembangkan metoda grafis yang lain yaitu metoda welliot–mohr. Perhatikan struktur rangka batang berikut ini, akibat beban luar batang-batang mengalami perubahan panjang seperti tertera dalam gambar berikut:



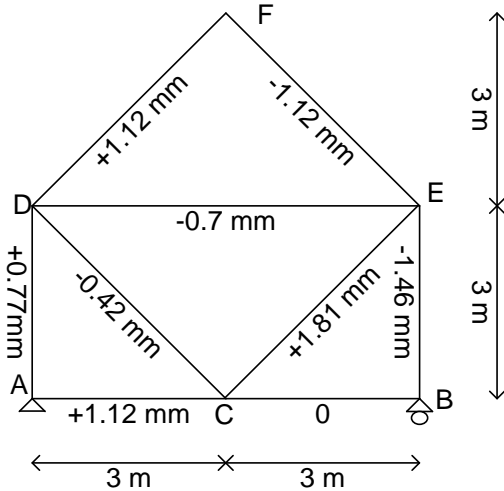
Dalam mencari perpindahan titik dengan metoda welliot, karena tumpuan sendi dan roll tidak dihubungkan oleh satu batang, maka untuk sementara roll dipindah ke C, sehingga diagram welliot bisa dimulai dari titik  $A=A'$  kemudian ke  $C'$  dengan menggambar  $+\Delta AC$  (serong ke kanan atas) dari  $A'$ . Selanjutnya dari  $A'$  dan  $C'$  didapatkan titik  $D'$ , kemudian dari  $C'$  dan  $D'$  didapatkan titik  $B'$ , seperti terlihat dalam gambar berikut:



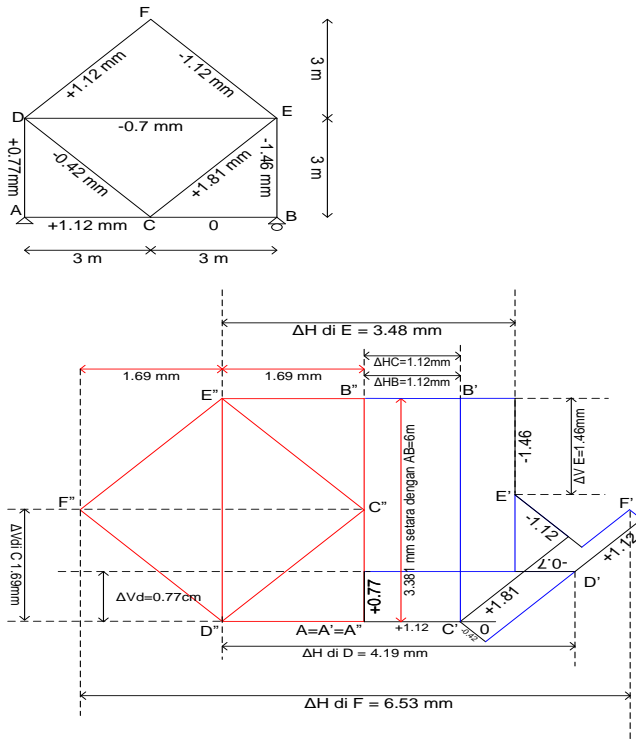
Titik B seharusnya tidak berpindah ke atas, karena  $\Delta VB = 0$ , maka titik  $B'$  seharusnya terletak pada garis AB, maka  $B'$  diputar ke titik  $B''$ , maka titik-titik yang lain harus diputar juga (atau dikoreksi dengan sudut putar  $\theta_A$ ), sehingga perpindahan masing-masing titik adalah:  $A \rightarrow A$ ,  $C \rightarrow C''$ ,  $D \rightarrow D''$  dan  $B \rightarrow B''$ . Perhatikan bahwa besarnya

koreksi  $C'C''$ ,  $D'D''$ ,  $B'B''$  adalah sebanding dengan jarak terhadap A, koreksi-koreksi ini merupakan bentuk yang sebangun dengan Konstruksi Rangka Batang semula. Untuk lebih jelasnya, perhatikan contoh soal berikut:

Konstruksi rangka batang seperti tergambar berikut mengalami perubahan panjang batang ( $\Delta L_i$ ) akibat beban-beban yang bekerja padanya seperti tertera dalam gambar, dalam satuan mm.



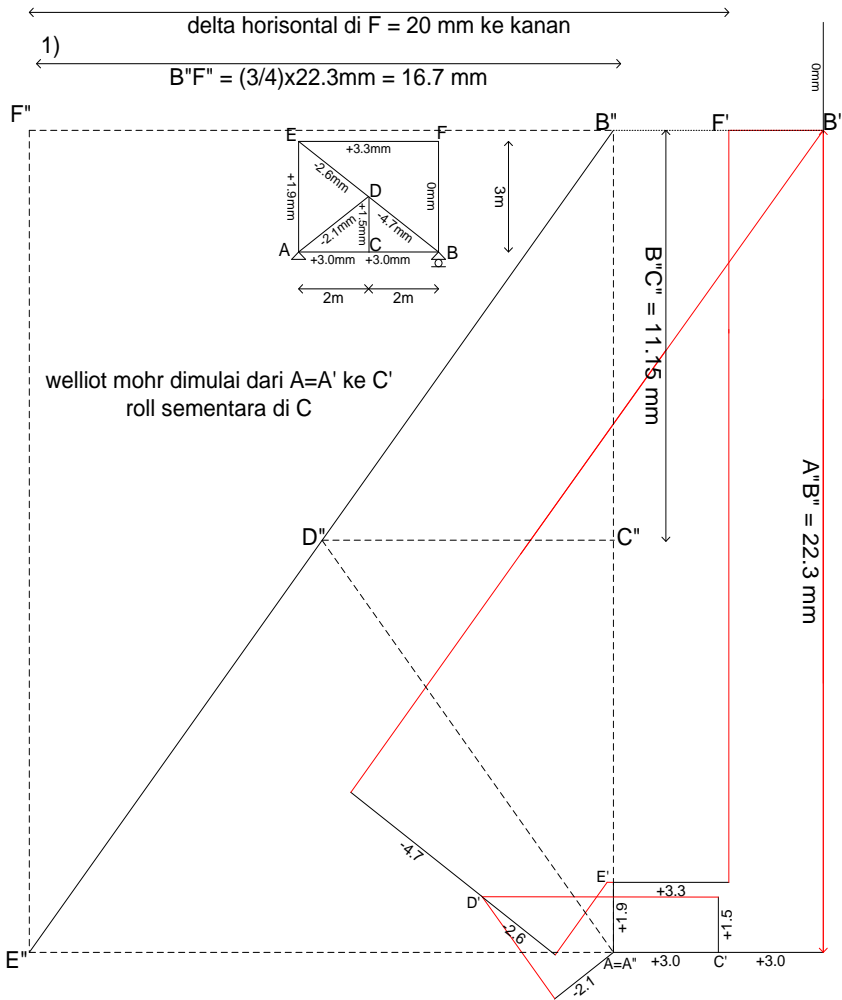
Untuk mencari deformasi semua titik dengan metoda welliot-mohr, maka tumpuan roll perlu dipindah sementara, yaitu ke titik C (salah satu titik terdekat A), maka gambar welliot-mohr dimulai dari titik tetap  $A=A'$  selanjutnya gambar  $\Delta_{AC}$  sebesar  $+1.12$  mm ke kanan maka diperoleh titik  $C'$ , selanjutnya dari titik  $A'$  dan  $C'$  didapatkan titik  $D'$ , kemudian dari  $C'$  dan  $D'$  didapatkan titik  $E'$ , dari  $D'$  dan  $E'$  didapatkan titik  $F'$  dan terakhir dari  $C'$  dan  $E'$  didapatkan titik  $B'$ . Selanjutnya, buat titik  $B''$  dengan cara menarik garis horizontal dari titik  $B'$  ke kiri hingga persis di atas titik  $A=A'$  yang juga sama dengan titik  $A''$ , selanjutnya kita buat gambar konstruksi rangka batang yang sebangun (yang bernotasi  $A''C''B''D''E''F''$ ) seperti terlihat dalam gambar 3.28 berikut, dan deformasi titik simpul diukur dari notasi..” ke notasi..’:



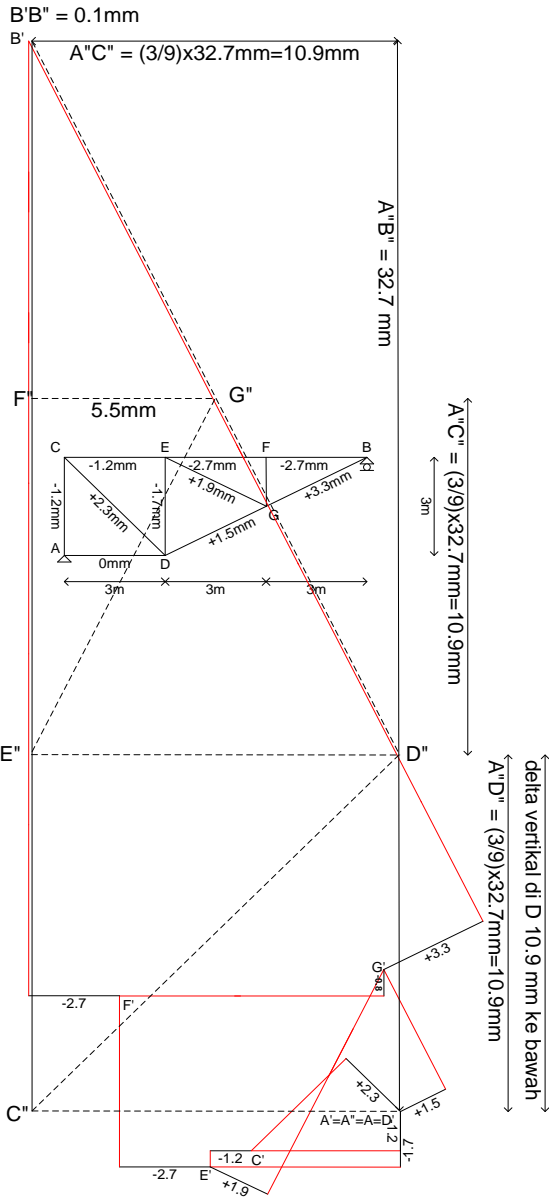
Gambar 3.28 Mencari deformasi pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot - mohr

Contoh-contoh lain mencari deformasi titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot - mohr bisa dilihat pada gambar 3.29 berikut.

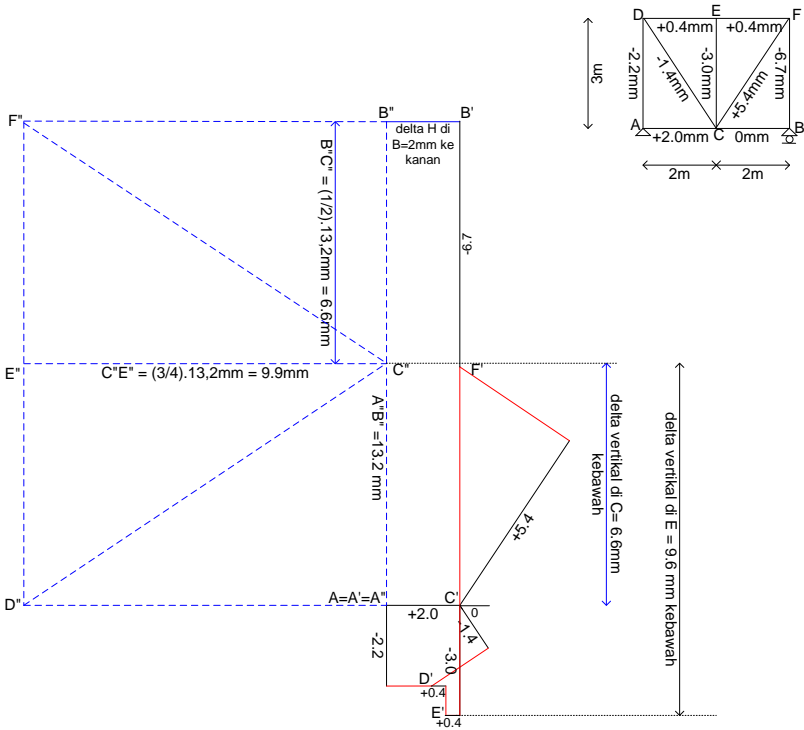
Gambar 3.29 Contoh-contoh mencari deformasi titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan metoda welliot – mohr.



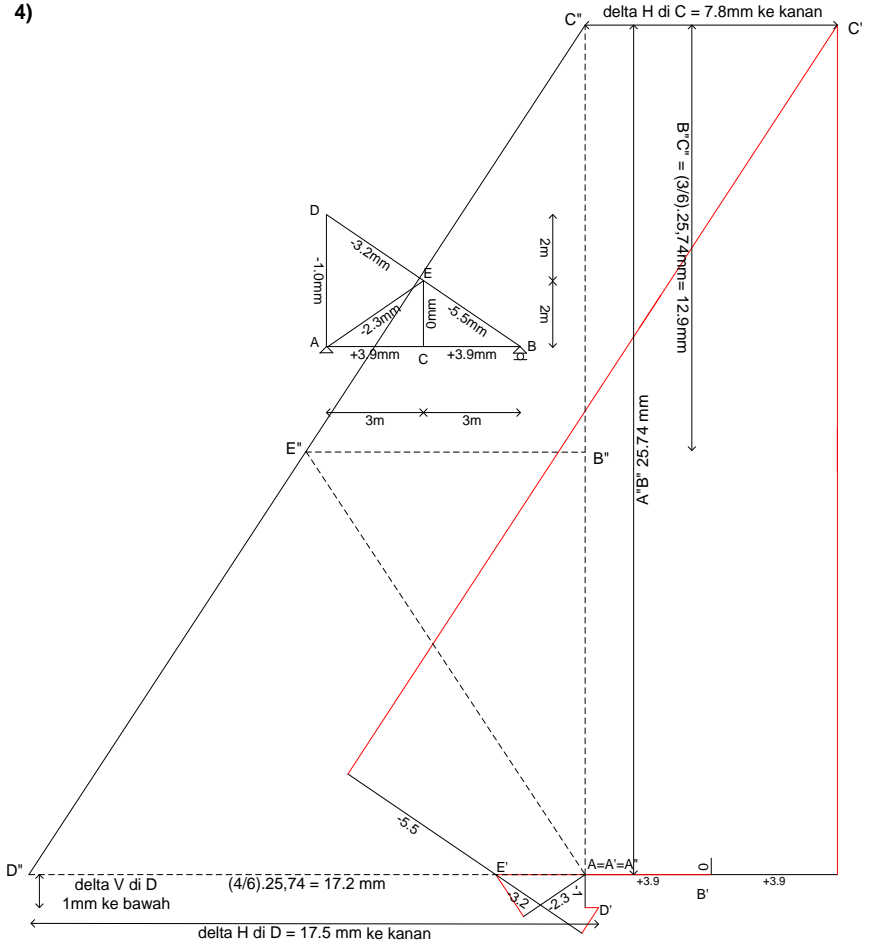
2) DIAGRAM WELLIOT MOHR DIMULAI DARI A=A'=A" KE D' ROLL SEMENTARA DI D



3)

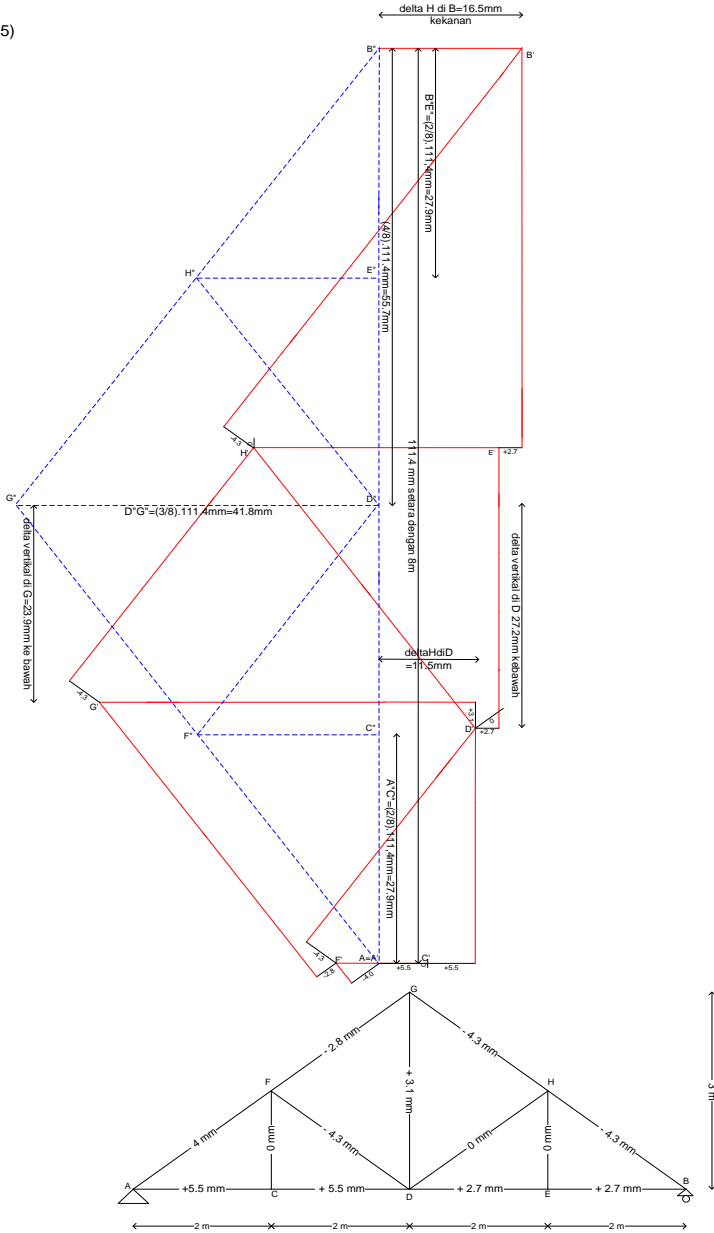


4)

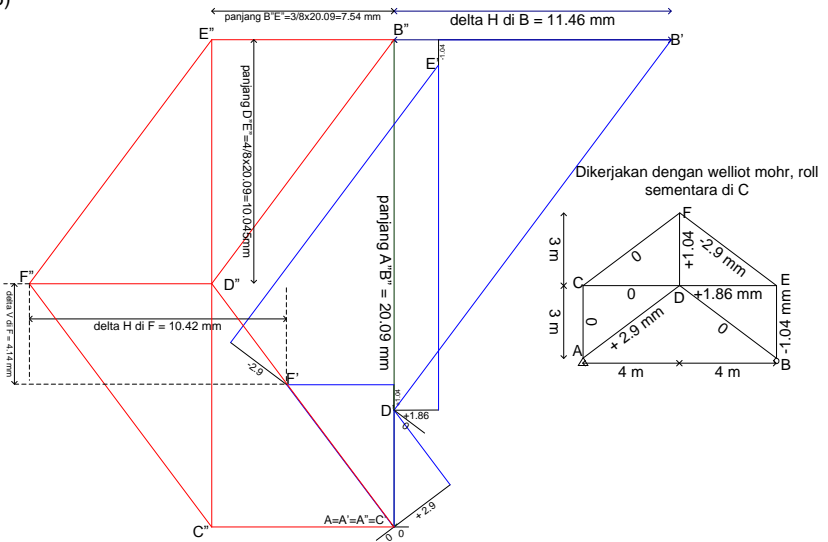




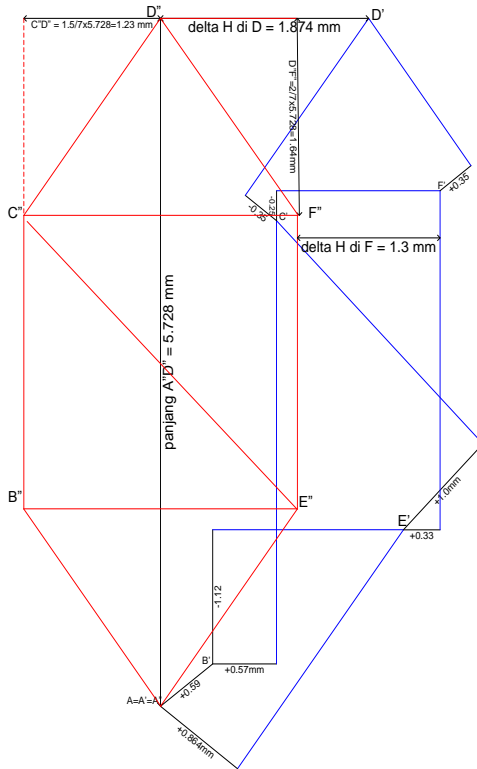
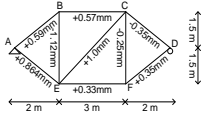
5)



6)



- 7) Dikerjakan dengan metoda welliot mohr, roll sementara di B

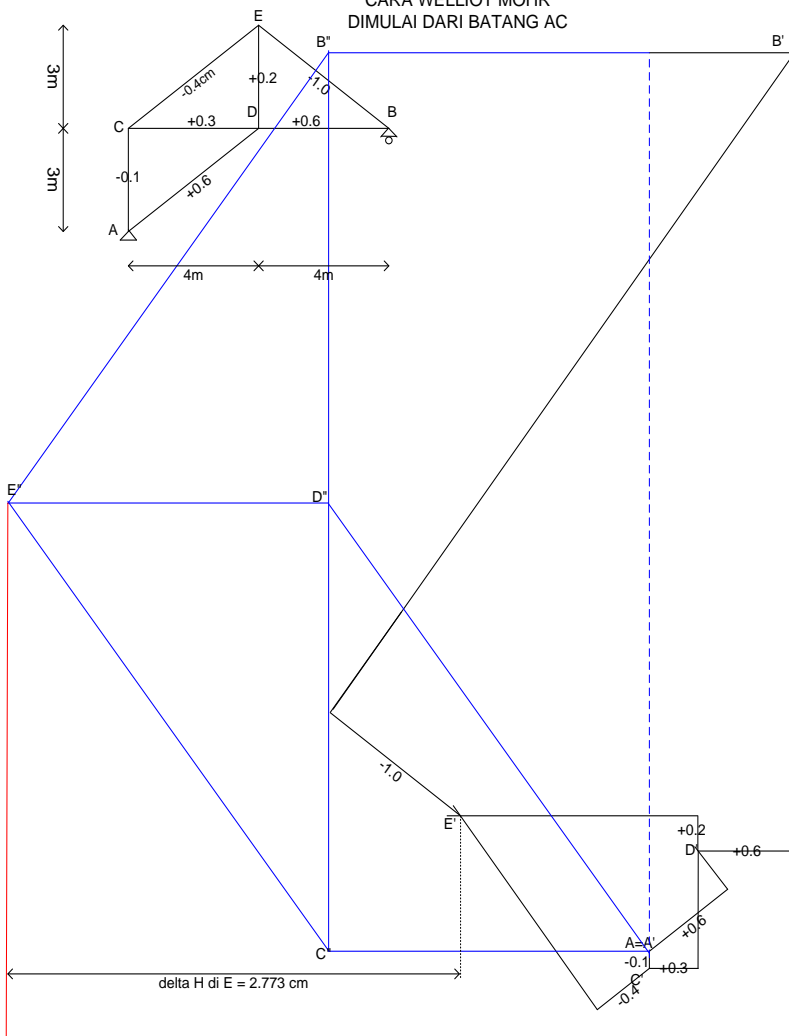






10)

CONTOH PERHITUNGAN  
 DEFORMASI KRB DENGAN  
 CARA WELLIOT MOHR  
 DIMULAI DARI BATANG AC



## BAB IV. PEMBAHASAN

Bab ini akan memaparkan perbandingan penyelesaian mekanika teknik khususnya untuk model struktur balok, portal dan konstruksi rangka batang statis tertentu menggunakan metoda analitis yang telah diuraikan di Bab II dengan metoda grafis yang telah diuraikan di Bab III dengan menggunakan aplikasi Microsoft office visio. Perbandingan dibahas untuk tiap-tiap topik . Hasil perbandingan tersebut adalah sebagai berikut :

### 1. Topik bahasan : Menyusun gaya-gaya kongruen dalam bidang XOZ

Metoda analitis	Metoda grafis, dengan menggunakan Microsoft office visio
<p>Masing-masing gaya diproyeksikan ke sumbu X dan Z,selanjutnya hasil proyeksi dijumlahkan sbb.:</p> $F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots$ $F_z = F_{1z} + F_{2z} + F_{3z} + \dots$ <p>Maka resultan gaya adalah:</p> $F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2}$ <p>Arah gaya = <math>\text{arc tg } F_z / F_x</math></p>	<p>Gaya-gaya yang akan disusun digambarkan menggunakan skala yang sesuai, selanjutnya disusun secara berurutan, maka resultan didapatkan dengan menarik garis dari titik pangkal gaya ke 1 sampai ke ujung panah gaya yang terakhir. Dengan menggunakan Microsoft office visio, penggambaran gaya cukup mudah karena setelah skala gambar dibuat dengan menetapkan drawing scalenya maka besar dan arah gaya tinggal dibaca menggunakan view;size&amp;position window.</p>

### 2. Topik bahasan : Menyusun gaya-gaya yang tidak berada di 1 titik tangkap

Metoda analitis	Metoda grafis, dengan menggunakan Microsoft office visio
Langkah awal sama dengan menyusun gaya-gaya kongruen, selanjutnya setelah	Gaya-gaya digambarkan menggunakan skala yang sesuai dan digambarkan pada letak yang sesuai

<p>didapatkan besar dan arah gaya resultan, masih perlu mencari letak resultan, misalnya dihitung terhadap titik O sumbu kartesian XZ yaitu dengan menggunakan prinsip momen. Cukup salah satu saja yang dihitung, misalnya mencari letak X, maka gaya-gaya diproyeksikan ke arah Z dan proyeksi dilakukan di sumbu X (yaitu nilai z=0), yaitu:</p> $x = \frac{F_{1z} * X_1 + F_{2z} * X_2 + F_{3z} * X_3 + \dots}{F_z}$	<p>juga, selanjutnya gaya-gaya disusun seperti menyusun gaya-gaya kongruen. Untuk mencari letak resultannya yaitu dengan membuat garis-garis kutub yaitu garis yang ditarik dari pangkal dan ujung gaya ke sebuah titik kutub O sembarang asalkan tidak berada pada garis kerja gaya-gaya. Selanjutnya garis-garis kutub tersebut dipindahkan secara berurutan pada garis-garis kerja gaya yang sebenarnya (pada soal), titik potong garis kutub pertama dan terakhir merupakan letak gaya resultan tersebut.</p>
--	---

3. Topik bahasan : Menguraikan gaya kongruen dalam bidang XOZ

<p>Metoda analitis</p>	<p>Metoda grafis, dengan menggunakan Microsoft office visio</p>
<p>Menguraikan gaya dalam bidang hanya bisa diuraikan dalam 2 arah. Untuk menguraikan gaya dalam 2 arah, misalnya gaya P diuraikan dalam arah CA dan CB, sehingga <math>P+CA+CB=0</math>, maka langkah penyelesaiannya yaitu untuk CA dan CB karena belum tau hasilnya maka dimisalkan dulu arahnya sebagai gaya tarik (positip), lalu masing-masing gaya diproyeksikan ke sumbu X dan sumbu Z, selanjutnya hasil uraian terhadap masing-masing sumbu dijumlahkan sebagai berikut:</p>	<p>Dengan metoda grafis, cukup menggambar gaya P dan garis CA dan CB sesuai dengan skala, selanjutnya buat copi dari garis CA dan garis CB, letakkan salah satu pada pangkal dan yang lainnya pada ujung gaya, kemudian potongkan kedua garis CA dan CB, jika garisnya kurang panjang dipanjangkan, jika terlalu panjang dipendekkan, maka didapatlah uraian gaya CA dan CB. Untuk menentukan arahnya yaitu berurutan sehingga <math>P+CA+CB=0</math></p>



Metoda analitis	Metoda grafis, dengan menggunakan Microsoft office visio
$P_x + CA_x + CB_x = 0$ $P_z + CA_z + CB_z = 0$ Karena ada 2 persamaan dan yang belum diketahui ada 2 yaitu CA dan CB, maka dilakukan eliminasi untuk menyelesaikan persamaan-persamaan tersebut, maka didapatkan nilai CA dan CB. Jika hasilnya positif berarti sesuai yaitu tarik, bila negatif yaitu tekan.	

4. Topik bahasan : Mencari reaksi-reaksi perletakan pada balok, portal dan konstruksi rangka batang statis tertentu dengan tumpuan sendi A dan rol B

Metoda analitis	Metoda grafis, dengan menggunakan Microsoft office visio
Sendi mempunyai 2 reaksi yaitu $V_A$ dan $H_A$ sedang rol mempunyai 1 reaksi $V_B$ . Karena ada 3 reaksi, maka digunakan prinsip keseimbangan statika yaitu: $\Sigma M = 0$ , $\Sigma F_x = 0$ dan $\Sigma F_z = 0$ Penyelesaian persamaannya menggunakan eliminasi.	Dengan metoda grafis yaitu menggunakan prinsip menyusun gaya dan menguraikan gaya. Menyusun gaya dilakukan pada beban-beban yang bekerja pada balok, portal dan konstruksi rangka batang, yaitu dicari resultan bebannya. Selanjutnya resultan beban tersebut diuraikan menjadi reaksi-reaksi, karena 1 gaya hanya bisa diuraikan dalam 2 arah, maka dilakukan bertahap uraian gayanya, reaksi di sendi dijadikan 1 dulu yaitu $R_A$ sehingga beban bisa diuraikan menjadi 2 arah yaitu $R_A$ dan $V_B$ , karena garis kerja $V_B$ sudah jelas maka beban P dipotongkan

	dulu dengan garis kerja $V_B$ , dan titik potongnya ditarik ke sendi A, maka didapatlah garis kerja $R_A$ , selanjutnya P bisa diuraikan menjadi $R_A$ dan $V_B$ . Selanjutnya $R_A$ bisa juga diuraikan menjadi $V_A$ dan $H_A$ .
--	--

5. Topik bahasan : Mencari gaya-gaya batang pada Konstruksi Rangka Batang Statis tertentu

Metoda analitis	Metoda grafis, dengan menggunakan Microsoft office visio
<p>Untuk mencari gaya-gaya batang, dilakukan keseimbangan gaya pada tiap-tiap titik simpul, yaitu dimulai dari titik simpul yang terdapat 2 batang yang belum diketahui gayanya. Prinsip penyelesaiannya yaitu keseimbangan gaya, karena ada 2 batang yang belum diketahui gayanya maka persamaan statiknya yaitu: <math>\Sigma F_x = 0</math> dan <math>\Sigma F_z = 0</math>. Setelah satu simpul diselesaikan, dilanjutkan ke simpul lain yang mempunyai 2 batang yang belum diketahui, demikian seterusnya sampai seluruh batang diketahui gayanya. Dan di akhir titik simpul harus tetap seimbang, jika tidak seimbang gaya-gayanya harus dicek kembali perhitungan per titik simpul. Perjanjian arah pada gaya</p>	<p>Dengan metoda grafis, langkah kerjanya dimulai dengan mencari reaksi-reaksi terlebih dahulu, caranya sama seperti uraian di atas. Selanjutnya untuk mencari gaya-gaya batang dimulai dari titik simpul dengan 2 batang yang tidak diketahui, dimana gaya-gaya yang sudah diketahui dicari resultannya terlebih dahulu selanjutnya dengan prinsip uraian gaya, diuraikan kembali menjadi 2 arah (2 batang yang belum diketahui gayanya), caranya sama dengan prinsip menguraikan gaya. Kemudian dilanjutkan ke titik berikutnya yang tersisa 2 batang yang belum diketahui. Prinsip perjanjian tanda sama dengan cara analitis. Dan di titik simpul terakhir tetap harus seimbang juga. Dan rangkaian gambar uraian-uraian gaya di seluruh titik simpul itu jika digabungkan menjadi lukisan cremona.</p>

batang yaitu menjauhi titik adalah batang tarik dan menuju titik adalah batang tekan.	
---	--

6. Topik bahasan : Mencari perpindahan titik simpul pada konstruksi rangka batang statis tertentu

Metoda analitis	Metoda grafis, dengan menggunakan Microsoft office visio
<p>Untuk mencari perpindahan titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan cara analitis yaitu menggunakan metoda unit load, yaitu dengan memberi beban 1 satuan arah vertical dan horizontal pada titik simpul tersebut.</p> <p>Selanjutnya perpindahan titik tersebut dicari dengan rumus:  <math>\Delta V</math> di simpul X = <math>\Delta L_i * \alpha_i</math>          untuk beban 1 satuan vertical di X</p> <p>Dan  <math>\Delta H</math> di simpul X = <math>\Delta L_i * \alpha_i</math>          untuk beban 1 satuan horisontal di X</p> <p>Dimana <math>\Delta L_i</math> adalah perubahan panjang batang akibat gaya dalam pada batang.</p> <p>Hal ini dilakukan untuk tiap-tiap titik simpul.</p>	<p>Dengan metoda grafis, langkah awal sama dengan cara analitis yaitu menghitung terlebih dahulu perubahan panjang tiap-tiap batang akibat gaya dalam yang terjadi pada batang yaitu <math>\Delta L_i</math>. Selanjutnya nilai-nilai <math>\Delta L_i</math> tersebut digambar sesuai prinsip mencari deformasi seperti yang sudah dijabarkan di metoda welliot dan welliot mohr, hingga didapatlah titik-titik perpindahan di semua titik simpul secara bersamaan dalam 1 gambar lukisan welliot atau welliot-mohr.</p>

# BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

## V.1. KESIMPULAN

Dari semua uraian yang sudah dipaparkan sebelumnya bisa diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi praktis Microsoft office visio berbeda dengan software analisa struktur lainnya dalam bidang teknik sipil seperti sap2000, etabs, midas civil, dll. Di dalam Software analisa struktur sap2000, etabs, midas civil, dll. sudah mengandung program penyelesaian analisa struktur bahkan juga program desain beton dan baja, pemakai program tinggal menggambar model analisa strukturnya beserta beban-beban yang bekerja, melakukan input data-data material dan penampang, dan data-data lain yang diperlukan, selanjutnya tinggal melakukan analisis data dan desain, maka akan diperoleh hasil analisa struktur juga hasil desainnya. Sedangkan Microsoft office visio hanya merupakan tools untuk menggambar garis-garis seperti kita menggambar garis-garis pada bidang kertas, untuk analisis datanya tetap kita sendiri yang melakukan. Jika menggambar di kertas untuk melakukan *copi & paste* garis dilakukan dengan menarik garis sejajar dengan bantuan 2 penggaris siku. Untuk menentukan arah, dengan mengukur sudut garis menggunakan busur derajat. Untuk menentukan panjang garis dengan mengukur panjang garis, selanjutnya hasilnya disesuaikan dengan skala yang digunakan (jika skala gambar diperkecil, maka hasil panjang garis dikalikan skala, jika skala gambar diperbesar, maka hasil panjang garis dibagi dengan skala).
2. Aplikasi praktis Microsoft office visio dengan fasilitas menggambar garis dengan panjang tertentu (menggunakan *drawing scale*), letak tertentu dan arah kemiringan tertentu bisa dimanfaatkan untuk mewakili nilai:

- a. gaya, baik sebagai gaya luar (beban-beban, reaksi perletakan), maupun gaya-gaya dalam (gaya-gaya batang pada konstruksi rangka batang).
  - b. perubahan panjang batang  $\Delta L_i$
  - c. perpindahan titik simpul  $\Delta V$  di X dan  $\Delta H$  di X
3. Aplikasi praktis Microsoft office dengan fasilitas *copi & paste*, memanjangkan dan memendekkan garis, membaca panjang dan arah kemiringan garis (fasilitas *view; size & position window*) sangat memudahkan dalam penerapan metoda grafis, baik polygon gaya, lukisan cremona, cullman, welliot maupun welliot-mohr.

## V.2. SARAN

Karena aplikasi Microsoft office visio ini hanya merupakan tools untuk menggambar, maka sebagai pengajar mata kuliah mekanika teknik (atau analisa struktur), menyarankan penggunaan aplikasi praktis ini sebagai salah satu metoda pengajaran mekanika teknik, mengingat di era kemajuan teknologi informasi, mahasiswa perlu dibantu dengan metoda pengajaran yang lebih praktis, namun tetap memerlukan keahlian ilmu di bidang teknik sipil khususnya analisa struktur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Djoko Sulistyoyo (2010). *Analisa Struktur 1*. Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Leo Willyanto Santoso (2013). *Pelatihan Microsoft Visio 2010 Profesional*. Pusat Komputer, Universitas Kristen Petra.
- I Made Kastiawan.(2013). *Statika Struktur*. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Dr. Eng.Achfas Zacoeb,ST.,MT. (2014). *Struktur Rangka Batang* ,  
Diakses dari :  
<https://www.scribd.com/doc/311576805/STRUKTUR-RANGKA-BATANG-pdf>
- Popov, E.P. and translator: Zaenal Astamar (1996). *Mekanika Teknik*,  
Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga
- Soemono, 1985, *Statika - 1*, Penerbit ITB, Bandung
- Soemono, 1992, *Ilmu Gaya, bangunan-bangunan Statis Tertentu*,  
Penerbit Djambatan
- Soewarno Wiryomartono, 1967, *Mekanika Teknik, Konstruksi Statis Tertentu 1*, Jilid I-II
- Wahyu Inggar Fipiana.(2017) *Handout mr4statika*. Diakses dari  
:<https://inggarfipiana.files.wordpress.com/2017/10/handout-mr4statika.pdf>
- Wahyu Inggar Fipiana, 2017, *Statika 2b*, diakses dari :  
<https://inggarfipiana.files.wordpress.com/2017/10/statika-2b.pdf>
- Wahyu Inggar Fipiana, 2011, *Mek. Teknik-1*, Diakses dari :  
<https://inggarfipiana.files.wordpress.com/2017/02/mekanika-teknik-1.pdf>

## BIODATA– PENULIS



Penulis bersama ayahnya

NAMA : Ir. Wahyu Inggar Fipiana, MM.  
Tempat/ Tanggalahir : Surabaya, 3 Juni 1964  
Alamat : Taman Duren Sawit E3/3 RT 09/016  
Jakarta Timur 13440  
Telepon/Hp : 021-8610557 / 08129489211  
email : [inggarfipiana@yahoo.co.id](mailto:inggarfipiana@yahoo.co.id)  
Jabatanakademik/Gol. : LektorKepala/IV-A  
N I P : 19640603 199403 2 001

### 1. RiwayatKeluarga:

Bapak : Prof. SugiminWahyuWinata (81 thn,GuruBesar  
Fisika MIPA – ITS)  
Ibu : Rr. Sri Wahyuni (almh.)  
Suami : Ir. DidikSudarmanto (53thn.,civil engineer di IKPT )  
Anak : Hafid Inggiantowi, ST. (28thn., Alumni ITB,Staf IT di  
Medco  
RidhoFidiantowi, ST. (24thn., Alumni ITB,machine  
engineer diNissan Purwakarta )  
FitrianiDiniyah (21 thn, mahasiswiT.FisikaITS)

### 2. RiwayatPendidikan:

a. SekolahDasar : SDN Pacarkeling I Surabaya  
b. SekolahLanjutanPertama : SMPN I Surabaya

- c. Sekolah Lanjutan Atas : SMAN V Surabaya
- d. Pendidikan Tinggi :
  - i. Sarjana (S1) : Teknik Sipil – Konstruksi – ITS (lulus 1988)
  - ii. Magister (S2) : Manajemen Keuangan – Universitas Borobudur (lulus 1999)

### 3. Riwayat Pekerjaan:

- a. 1990 – 1999: Sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borobudur
- b. 1999 – 2004: Sebagai Wakil Dekan 2 Fakultas Teknik Universitas Borobudur
- c. 2004 – 2016: Sebagai Wakil Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Borobudur
- d. 1994 – skrg. : Sebagai Dosen PNS dpk. Fakultas Teknik Universitas Borobudur
- e. 2012 – skrg. : Sebagai asesor BKD (Beban Kerja Dosen) dengan NIRA: 990815751104004008
- f. 2016 – skrg. : Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Borobudur

### 4. Riwayat Pengajaran di Fakultas Teknik Universitas Borobudur

Mata Kuliah yang pernah diampu adalah:

1. Mekanika Teknik 1 – 7
2. Manajemen Proyek
3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja
4. Mekanika Tanah 1
5. Matriks dan Ruang Vektor
6. Perancangan Gedung

Handout yang pernah disusun:

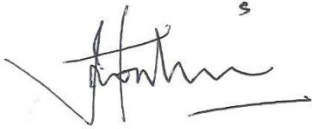
1. Mekanika Teknik 1
2. Mekanika 3 Statika
3. Mekanika 3 Kokoh
4. Mekanika 4 Statika



5. Mekanika 4 Kokoh
6. AnalisaStrukturdenganmemanfaatkan software: Microsoft visio,  
Microsoft mathematics, SAP2000 (versi student danversi 9)

Demikian,DaftarRiwayatHidupinisayabuatdengansebenarnya:

Jakarta, 02 September 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wahyu Inggar Fipiana', with a horizontal line underneath. There is a small 's' above the signature.

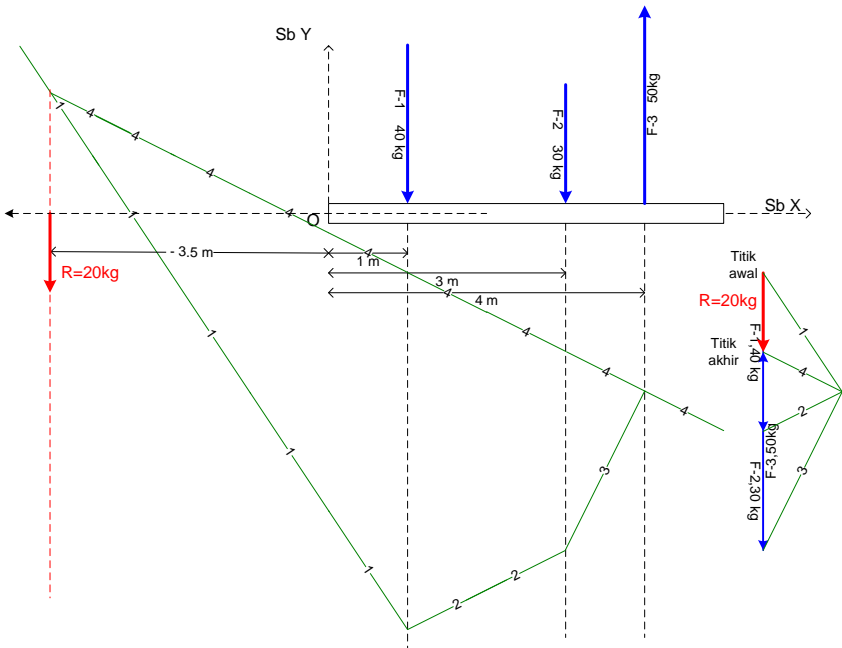
Ir. Wahyu Inggar Fipiana, MM.

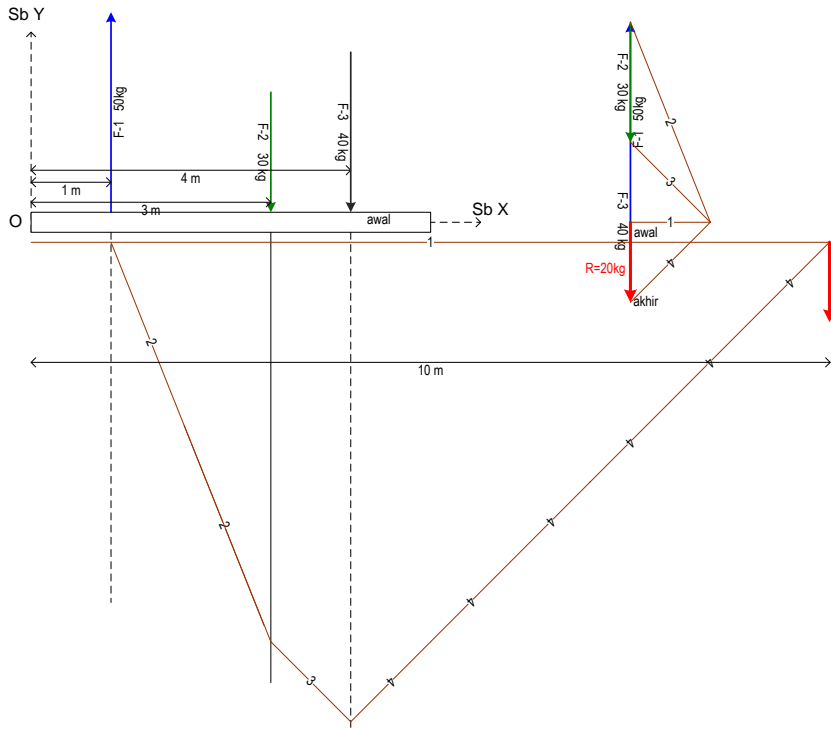
**P e n u l i s**

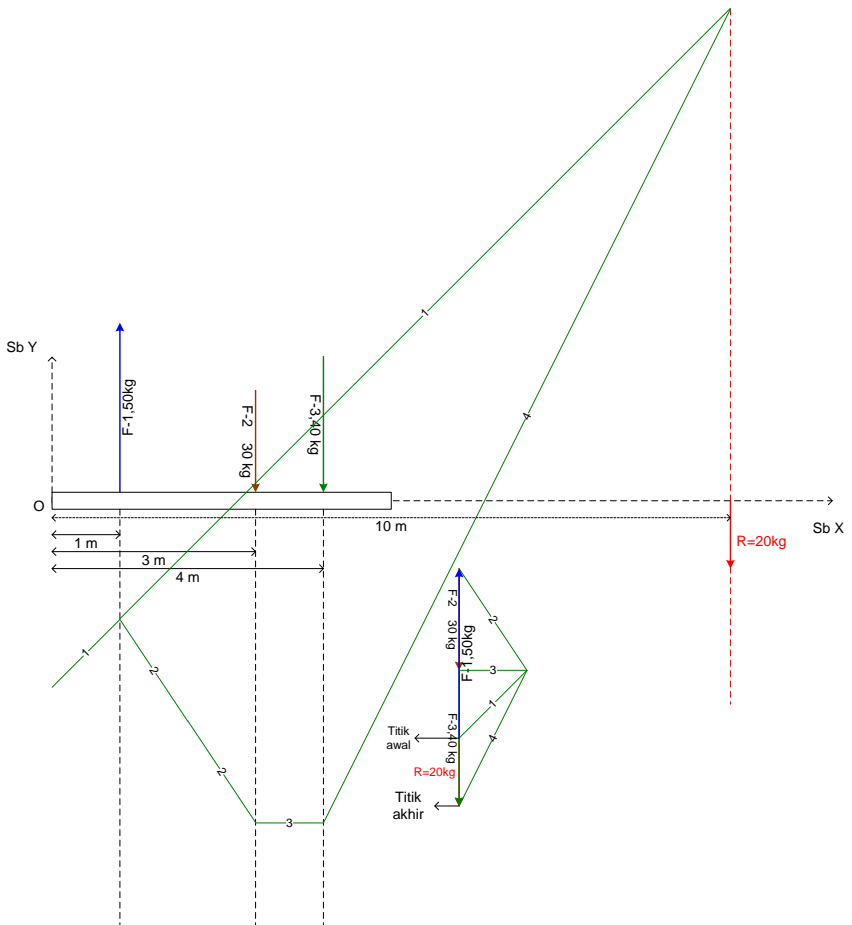
# LAMPIRAN

## LATIHAN SOAL:

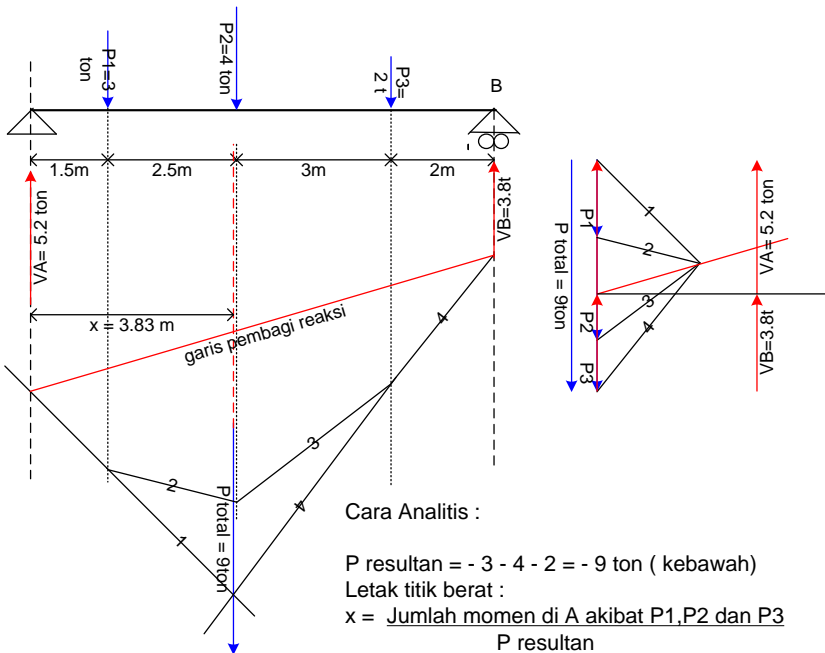
1. Mencari Resultan gaya-gaya sejajar tidak 1 titik tangkap.







2. Mencari Reaksi pada Balok dengan tumpuan sendi dan rol, akibat beban-beban sejajar tidak berada di 1 titik tangkap



Cara Analitis :

$$P \text{ resultan} = -3 - 4 - 2 = -9 \text{ ton (ke bawah)}$$

Letak titik berat :

$$x = \frac{\text{Jumlah momen di A akibat } P_1, P_2 \text{ dan } P_3}{P \text{ resultan}}$$

$$x = \frac{-3 \times 1,5 - 4 \times 4 - 2 \times 7}{(-9)} = 3,83 \text{ m}$$

Reaksi - reaksi Perletakan :

Jumlah momen di A = 0

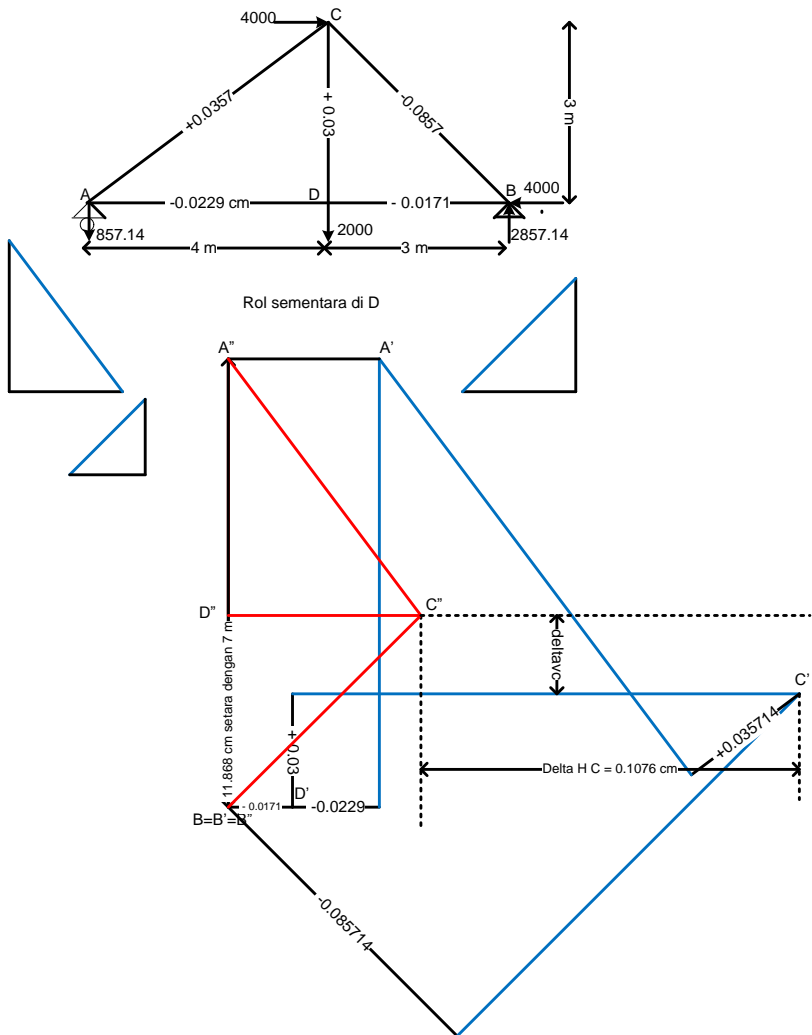
$$3 \times 1,5 \text{ m} + 4 \times 4 \text{ m} + 2 \times 7 \text{ m} - V_B \times 9 \text{ m} =$$

$$34,5 \text{ tm} - 9V_B = 0$$

$$V_B = 3,8 \text{ ton}$$

$$V_A = 3 \text{ t} + 4 \text{ t} + 2 \text{ t} - 3,83 \text{ t} = 5,2 \text{ ton}$$

3. Mencari deformasi titik-titik simpul pada Rangka batang dengan tumpuan sendi dan rol dengan metoda welliot-mohr





Buku ini membahas penggunaan aplikasi computer praktis untuk membantu mahasiswa dalam penyelesaian Mekanika Teknik. Di dalam ilmu mekanika teknik diperlukan penyelesaian untuk mencari reaksi-reaksi perletakan dan gaya-gaya dalam, dimana dengan metoda perhitungan (analitis), cukup banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan karena pemahaman dasar matematika yang lemah, malas menghitung dan tidak teliti dalam menyelesaikan perhitungan. Untuk itu dipermudah dengan diselesaikan dengan cara grafis, khususnya untuk bentuk struktur balok, portal dan konstruksi rangka batang statis tertentu dengan tumpuan sendi dan rol, karena hanya terdapat 3 reaksi perletakan yang berupa vector yaitu gaya arah vertical dan horisontal, yaitu dengan menggunakan aplikasi computer praktis Microsoft Office Visio yang penggunaannya sangat mudah dan hasilnya juga sangat teliti dan tepat. Dalam menggunakan aplikasi praktis Microsoft visio ini tetap memerlukan keahlian mahasiswa Teknik Sipil dalam penerapannya karena penggambaran garis-garis gayanya tetap dilakukan *manual* dengan tangan, hanya dipermudah dengan adanya fasilitas *copi paste*, *drawing scale*, mengukur panjang garis dan mengukur sudut, dengan *tools view size & position window*. Metoda yang digunakan adalah poligongaya, cremona, cullman, welliot dan welliotmohr.

## DATA PRIBADI PENULIS



**Wahju Inggar Fipiana**, lulus S-1 Teknik Sipil – Konstruksi, ITS, 1988. Memulai karir sebagai dosen sejak tahun 1989 di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Borobudur Jakarta, mengampu matakuliah Mekanika Teknik 1-2, Mekanika Teknik 3 dan 4 Statika, Mekanika Teknik 3 dan 4 Kokoh, Mekanika Teknik 5, 6 dan 7, Manajemen Proyek, Perancangan Gedung, Konsep Teknologi dan K-3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja). Selain mengajar, penulis juga dipercaya menjabat sebagai Sekretaris Jurusan T. Sipil FT-UB, periode 1990-1999, sebagai Wakil Dekan 2 FT-UB, periode 1999-2004, sebagai Wakil Dekan FTI-UB, periode 2004-2016 dan saat ini menjabat sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Borobudur. Penulis adalah putrid ke 2 dari 3 bersaudara, ayahnya Prof. Sugimin Wahyu Winata seorang Guru Besar Ilmu Fisika ITS yang saat ini masih aktif menjadi dosen tetap di Universitas Widyamandala Surabaya di usianya yang ke 81.

