

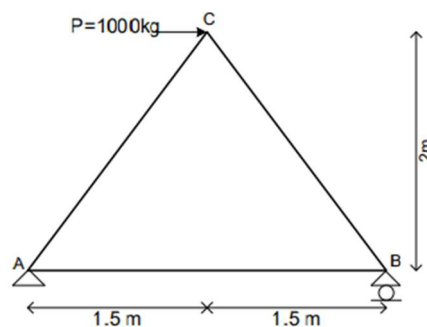
## I.2. Metoda Grafis

Akibat perubahan panjang batang, ada yang bertambah panjang untuk batang tarik dan ada yang bertambah pendek untuk batang tekan, maka secara logika titik-titik simpul pada konstruksi rangka batang akan mengalami deformasi atau perpindahan titik. Untuk mencari deformasi pada setiap titik simpul pada konstruksi rangka batang dengan metoda grafis ada 2 metoda yaitu **welliot** dan **welliot-mohr**.

### I.2.1. Deformasi Pada Konstruksi Rangka Batang, dengan metoda Grafis – WELLIOT

Metoda welliot bisa diterapkan pada konstruksi rangka batang statis tertentu dimana antara tumpuan sendi dan tumpuan roll dihubungkan hanya dengan 1 batang saja atau pada konstruksi rangka batang yang bersifat simetris.

Sebelum menggambar lukisan welliot, kita terlebih dahulu perlu mencari besarnya perubahan panjang masing-masing batang akibat beban-beban yang bekerja, yaitu  $\Delta L_i$ . Selanjutnya  $\Delta L_i$  tersebut digambar sesuai urutan penggambaran titik, untuk lebih jelasnya berikut adalah penyelesaian contoh soal di atas, dikerjakan dengan metoda welliot:



Data-data penampang batangnya sebagai berikut : Luas Penampang Batang A = 15 cm<sup>2</sup> Modulus elastisitas batang E = 200000 kg/cm<sup>2</sup>.

Selanjutnya ditanyakan :

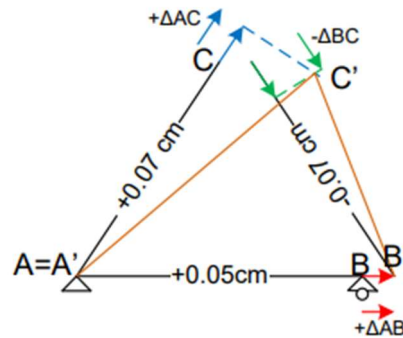
- 1) Hitung Reaksi-Reaksi Perletakannya
- 2) Hitung gaya-gaya batangnya
- 3) Hitung Perubahan Panjang Tiap-Tiap batang akibat Gaya Dalam yang terjadi pada masing-masing batang ( $\Delta L_i$  dalam cm)
- 4) Hitung deformasi yang terjadi pada KRB tersebut, Susun hasilnya dalam Tabel, gunakan metode Grafis – welliot

Untuk pertanyaan no.1), 2) dan 3) kita ambil dari jawaban pada materi sebelumnya yaitu:

- 1)  $H_A = -1000$  kg (ke kiri)  
 $V_B = +666.67$  kg (ke atas)  
 $V_A = -2000/3 = -666.67$  kg (ke bawah)
- 2)  $AB = +500$  kg  
 $AC = +833.333$  kg  
 $BC = -833.333$  kg
- 3)  $\Delta L_i AB = +0.05$  cm  
 $\Delta L_i AC = +0.07$  cm  
 $\Delta L_i BC = -0.07$  cm

#### Penyelesaian No.4 :

Untuk menjawab No.4, lebih mudah dipahami dengan melihat ilustrasi pada Gambar berikut :

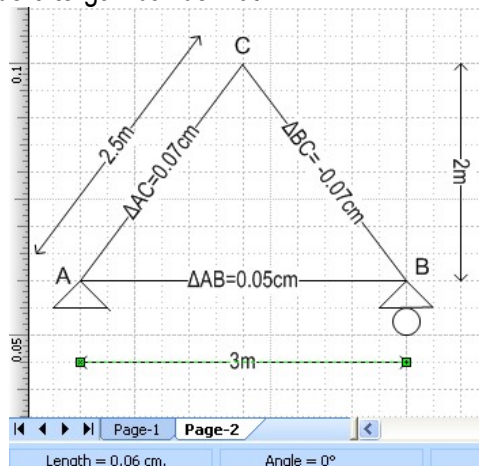





Dengan adanya perubahan panjang batang dimana batang AB dan AC memanjang, sedang batang BC memendek, akan berakibat pada bergesernya titik-titik B dan C. Titik A, karena merupakan tumpuan Sendi dimana terdapat 2 reaksi arah vertikal dan horisontal maka titik A terkunci, sedangkan titik B karena merupakan tumpuan Rol yang hanya mempunyai Reaksi arah vertikal saja maka terkunci arah vertikalnya namun masih bisa bergeser arah horisontalnya karena AB bertambah panjang maka titik B bergeser ke kanan, sedangkan titik C karena bukan di Tumpuan, maka tidak terkunci baik dalam arah vertikal maupun horisontal sehingga bisa bergeser dalam 2 arah , horisontal dan vertikal. Bagaimana cara mencari letak pergeseran tersebut dan berapa nilai pergeserannya baik arah vertikal maupun horisontal ?. Materi kali ini akan membahas cara mencari deformasi titik-titik simpul pada KRB tersebut dengan menggunakan metoda grafis WELLIOT.

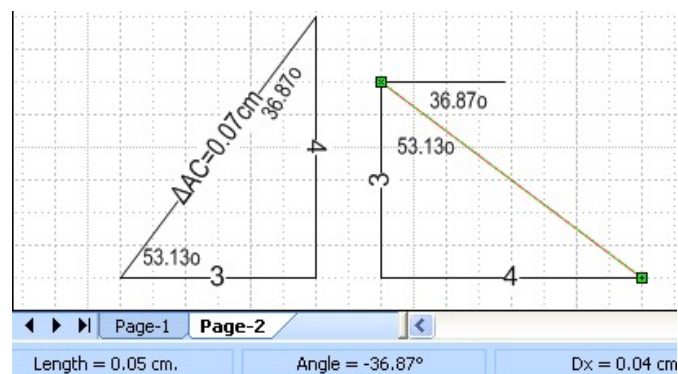
Pada Gambar di atas nilai  $\Delta L_i$  pada masing-masing batang itu tidak digambarkan dengan skala yang benar dalam gambar tersebut, namun hanya ilustrasi untuk memahami filosofi pergeserannya, karena nilai  $\Delta L_i$  tersebut amat sangat kecil nilainya yaitu  $\Delta AC$  sebesar 0.07cm, sedangkan panjang batang  $AC = 250$  cm, jika digambarkan bersamaan dalam 1 gambar maka  $\Delta L_i$  tidak bisa tergambar karena amat sangat kecil nilainya, sehingga yang akan digambarkan nanti hanyalah nilai-nilai  $\Delta L_i AC$ ,  $\Delta L_i AB$  dan  $\Delta L_i BC$ .

Urutan menggambar nya, yaitu sebagai berikut :

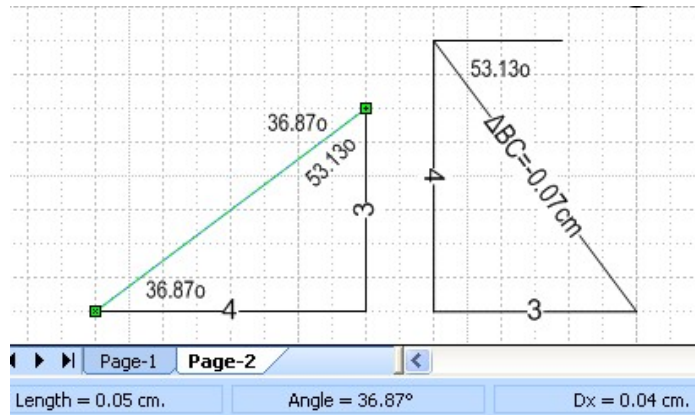
1. Kita gambarkan terlebih dahulu gambar KRB beserta nilai-nilai  $\Delta L_i$  nya, gambar KRB nya harus proporsional sesuai dengan bentuk KRB, dengan menggunakan skala yang disesuaikan dengan bidang kertas gambar, atau jika menggunakan visio, bisa disesuaikan dengan ukuran kotak-kotak yang ada. Karena skala yang dipakai diutamakan untuk  $\Delta L_i$ , maka untuk panjang batang kita sesuaikan yang penting bentuk gambarnya proporsional. Disini kita menggunakan skala (drawing scale di microsoft visio) yaitu : 1 cm = 0.01 cm . 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.



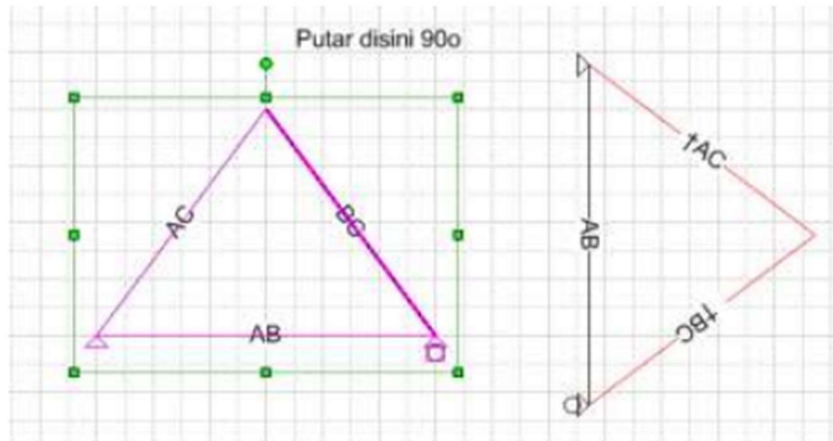
2. Gambar welliotnya di mulai dari menggambar titik tetap yaitu titik sendi (merupakan titik tetap karena sendi tidak bisa bergeser baik arah vertikal maupun arah horisontal )  $A=A'$  ( kita beri nomor 1, maksudnya langkah ke 1), selanjutnya menggambar titik  $B'$  dengan menarik garis  $AB$  sepanjang  $\Delta_{AB}=0.05$  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:



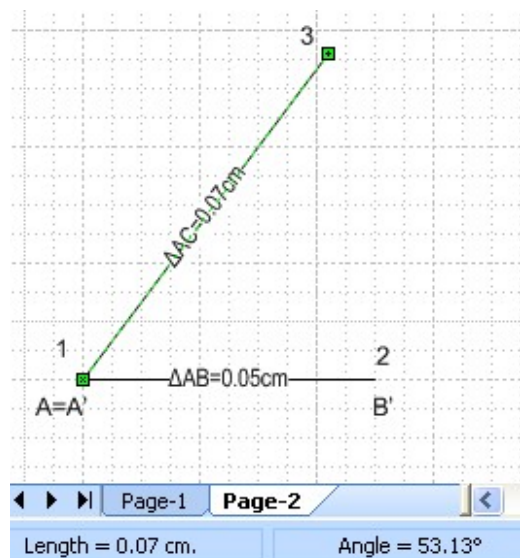
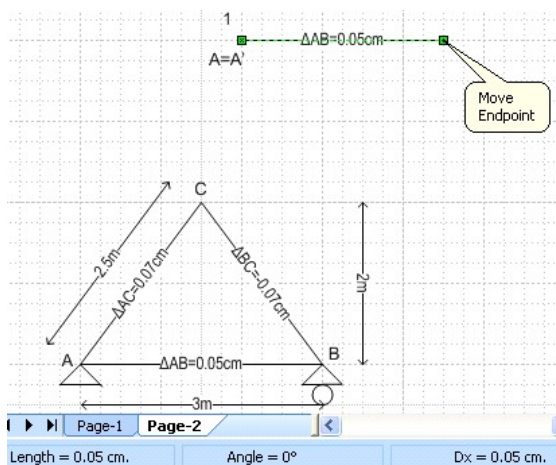
Untuk membuat garis yang tegak lurus BC, caranya : baca arah garis BC, yaitu bersudut  $-53.13^\circ$  , maka kita buat garis biru yang bersudut  $36.87^\circ$  seperti berikut:



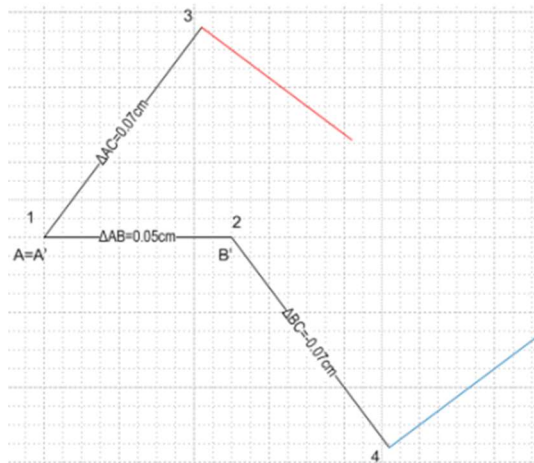
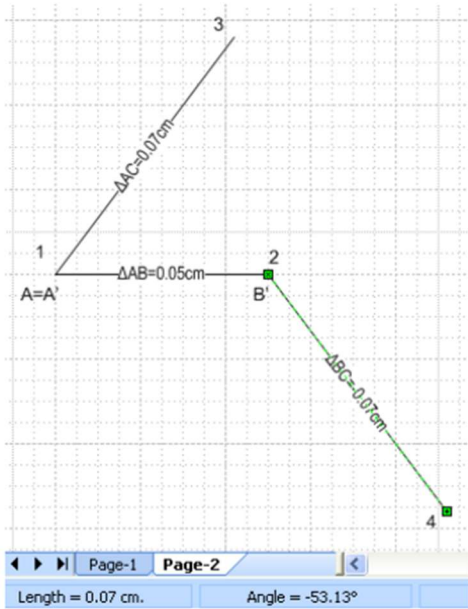
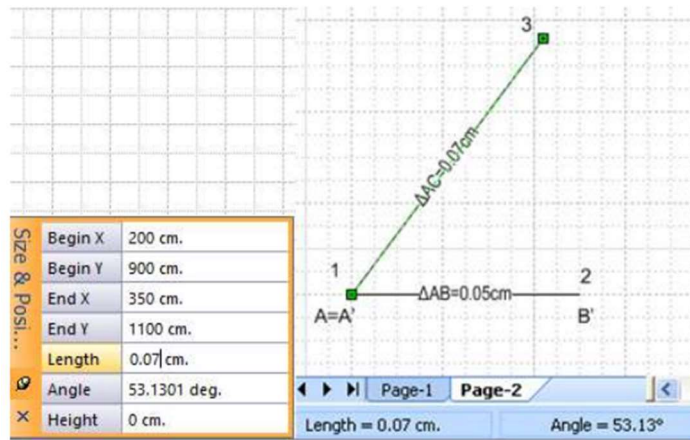
Atau bisa juga dengan cara memutar searah jarum jam sebesar  $90^\circ$  gambar konstruksi rangka batang tersebut ,seperti terlihat pada gambar berikut :



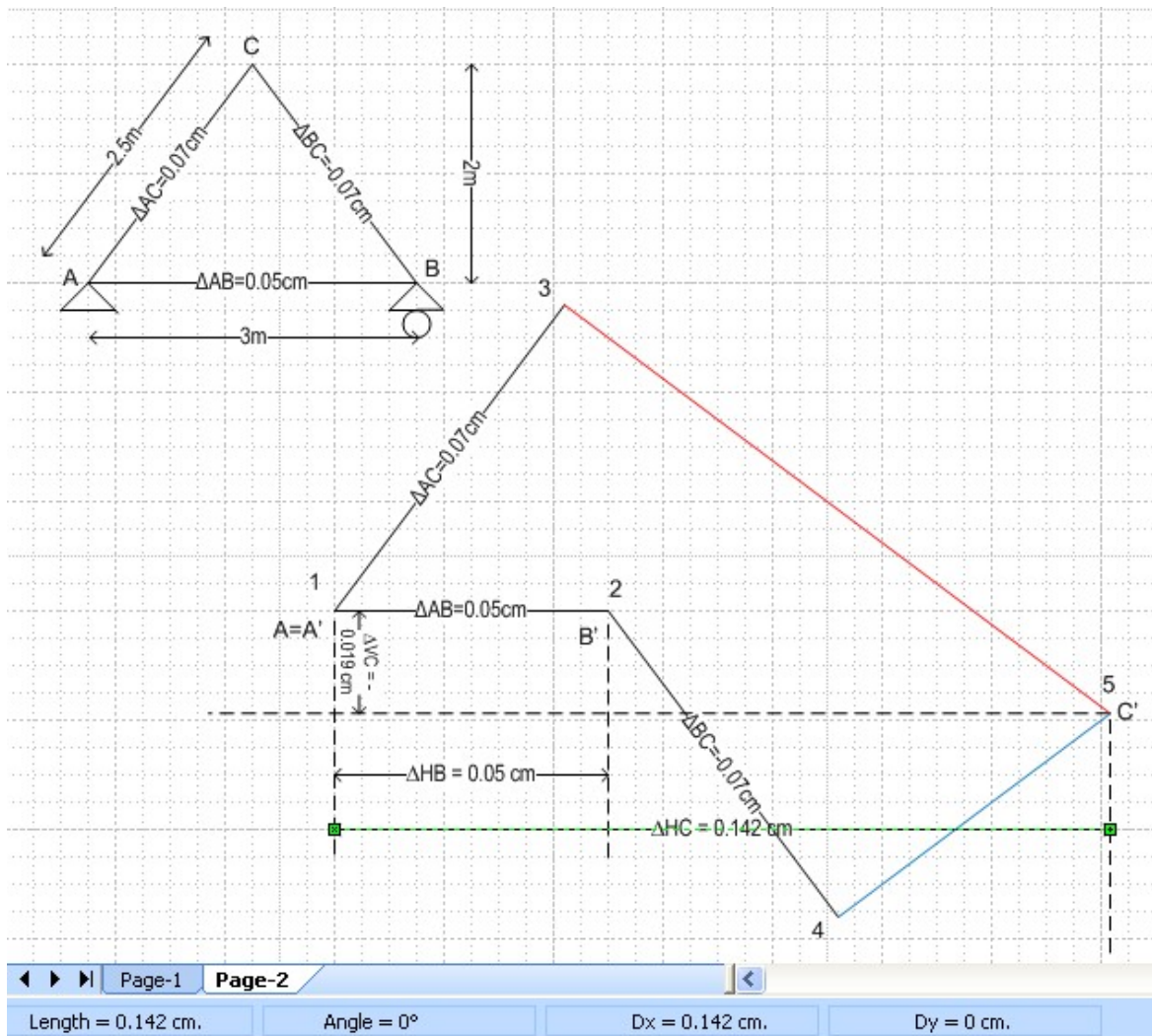
Secara berurutan ,langkah-langkahnya tergambar berikut :



Ada cara lain untuk membuat panjang garis  $\Delta AC$  sebesar 0.07 cm, yaitu dengan mengklik garis tersebut, kemudian buka view, pilih Size & Position window, akan terbaca data2 garis tersebut, ubah data panjang garis sesuai yang diinginkan, klik enter, maka panjang garis akan otomatis berubah.



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



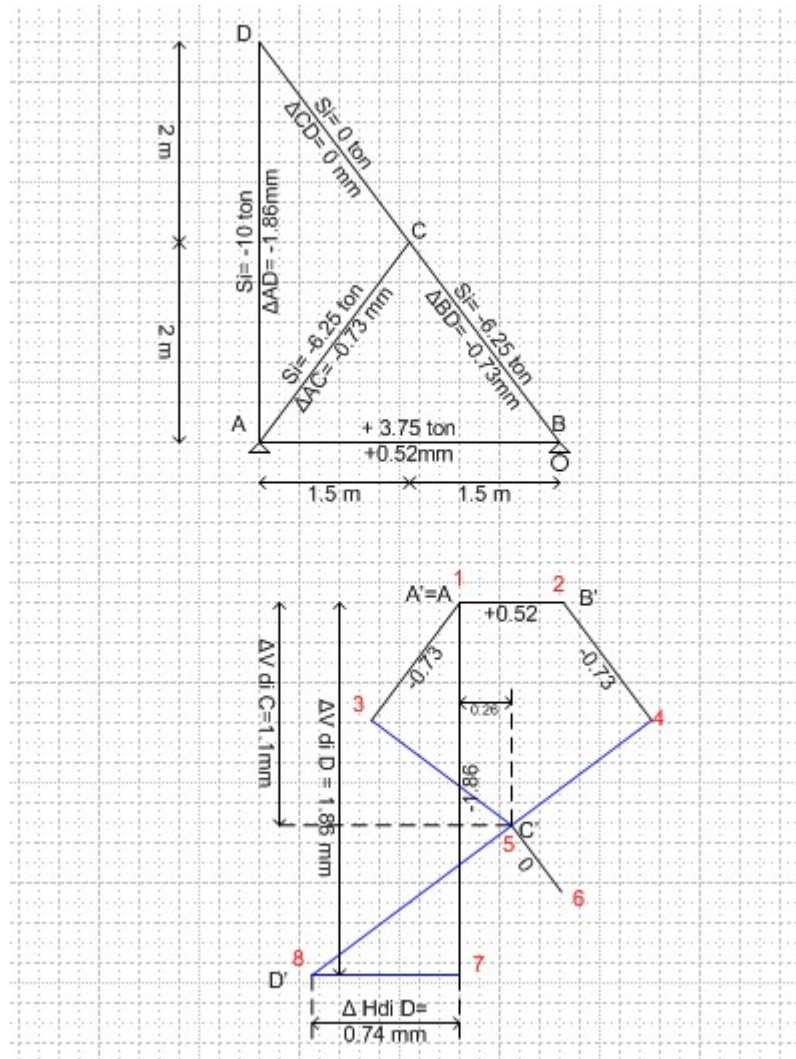
Secara lengkap hasil deformasinya adalah sebagai berikut, hasilnya sama dengan penyelesaian menggunakan metode analitis, unit load :

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

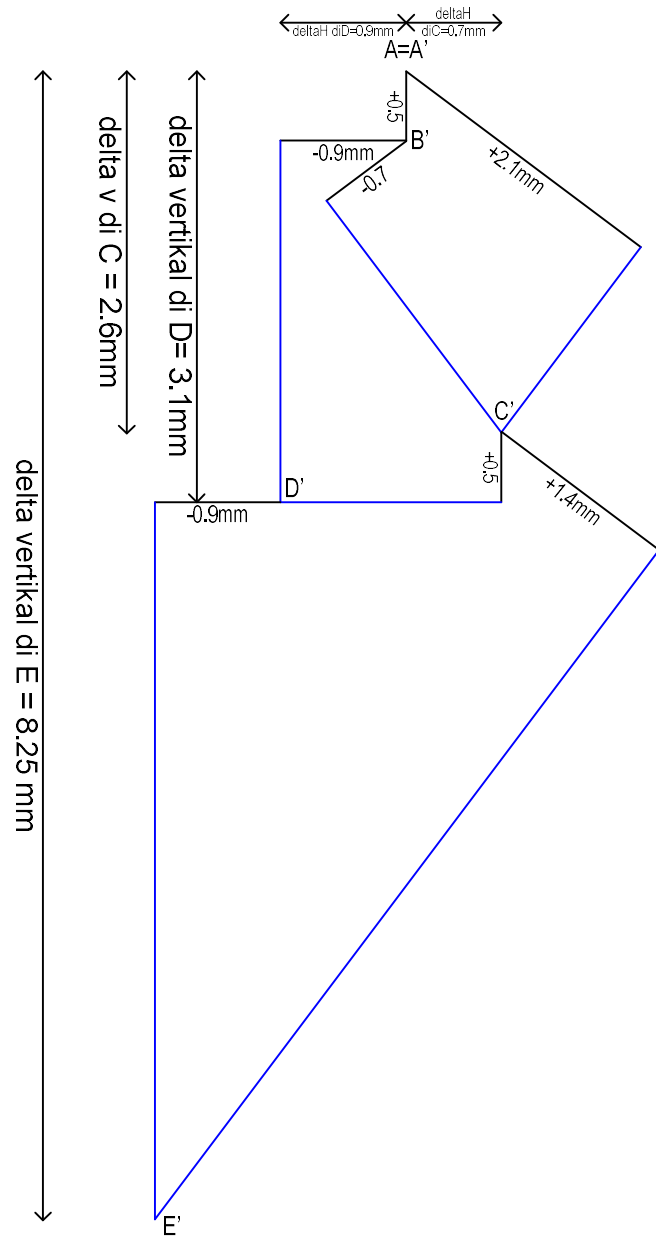
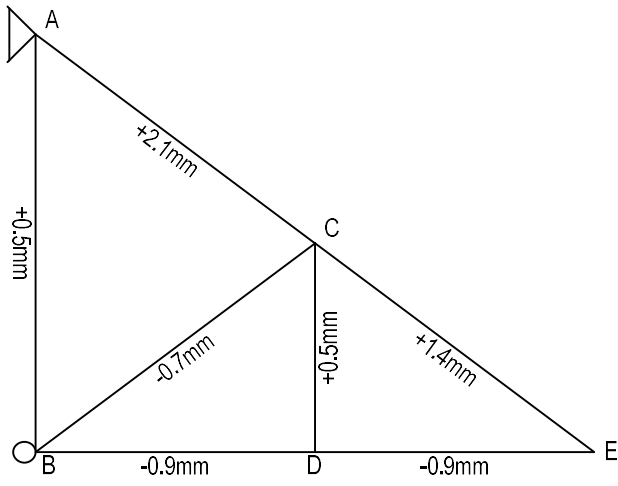
Tanda negatif dan positif menunjukkan letak pergeseran titiknya , positif ke kanan atau ke atas, negatif ke kiri atau ke bawah.

Contoh lain, untuk konstruksi rangka batang statis tertentu dengan batang-batang yang lebih banyak, langkahnya sama seperti di atas, misalnya untuk rangka batang berikut ini :

1)

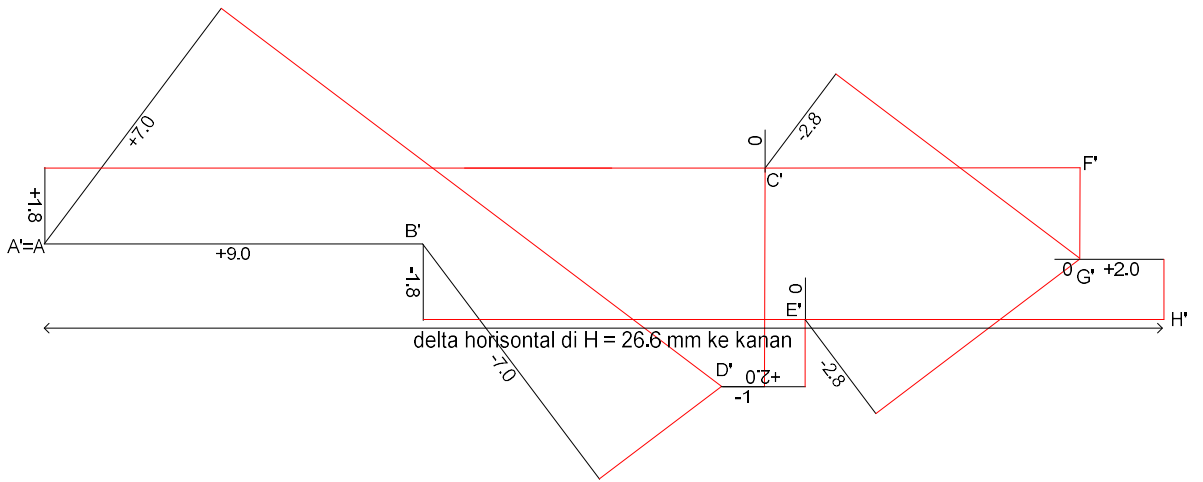
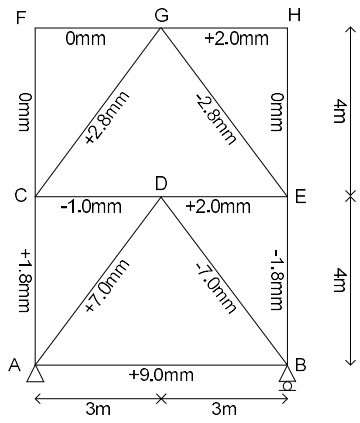


2)

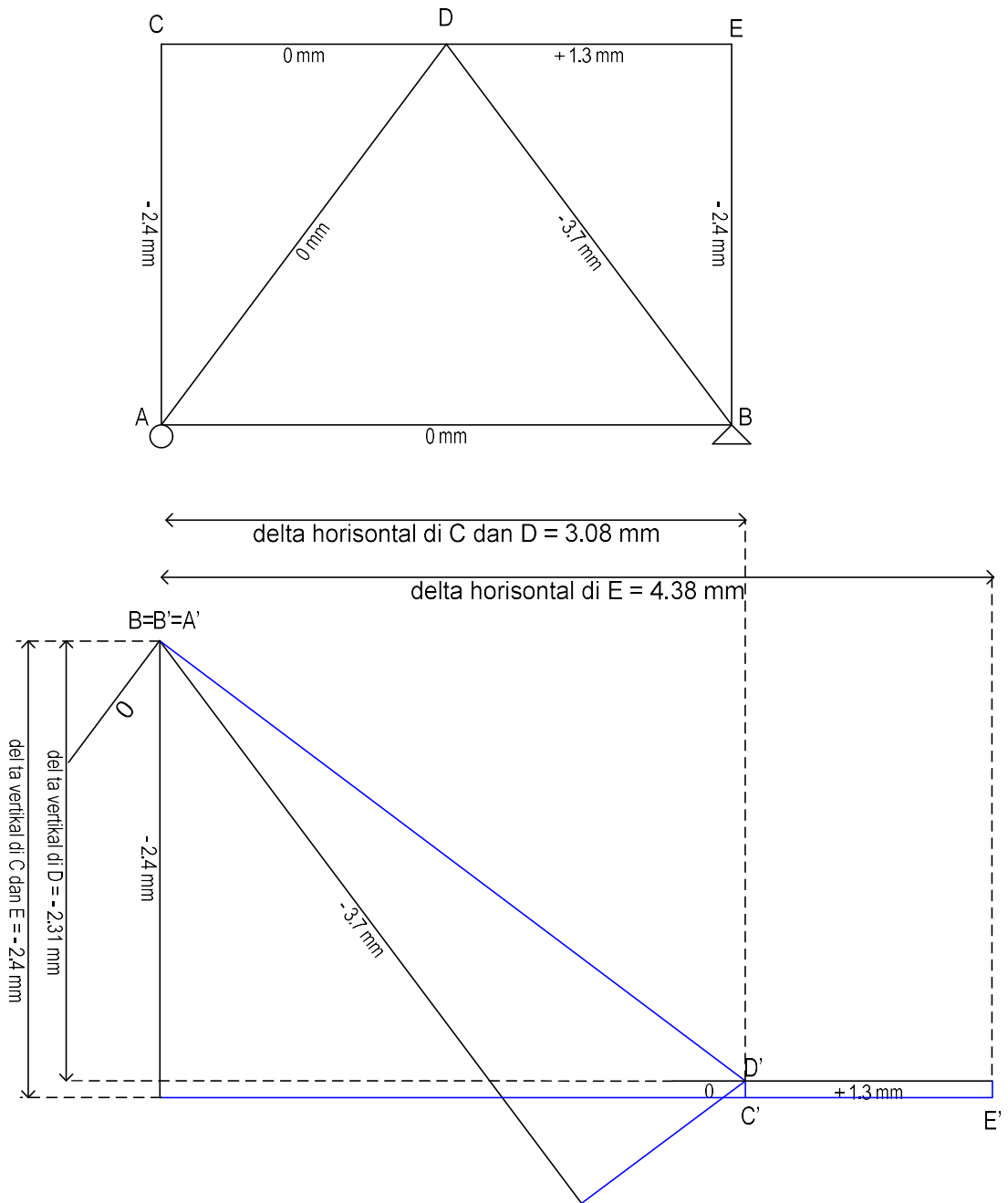




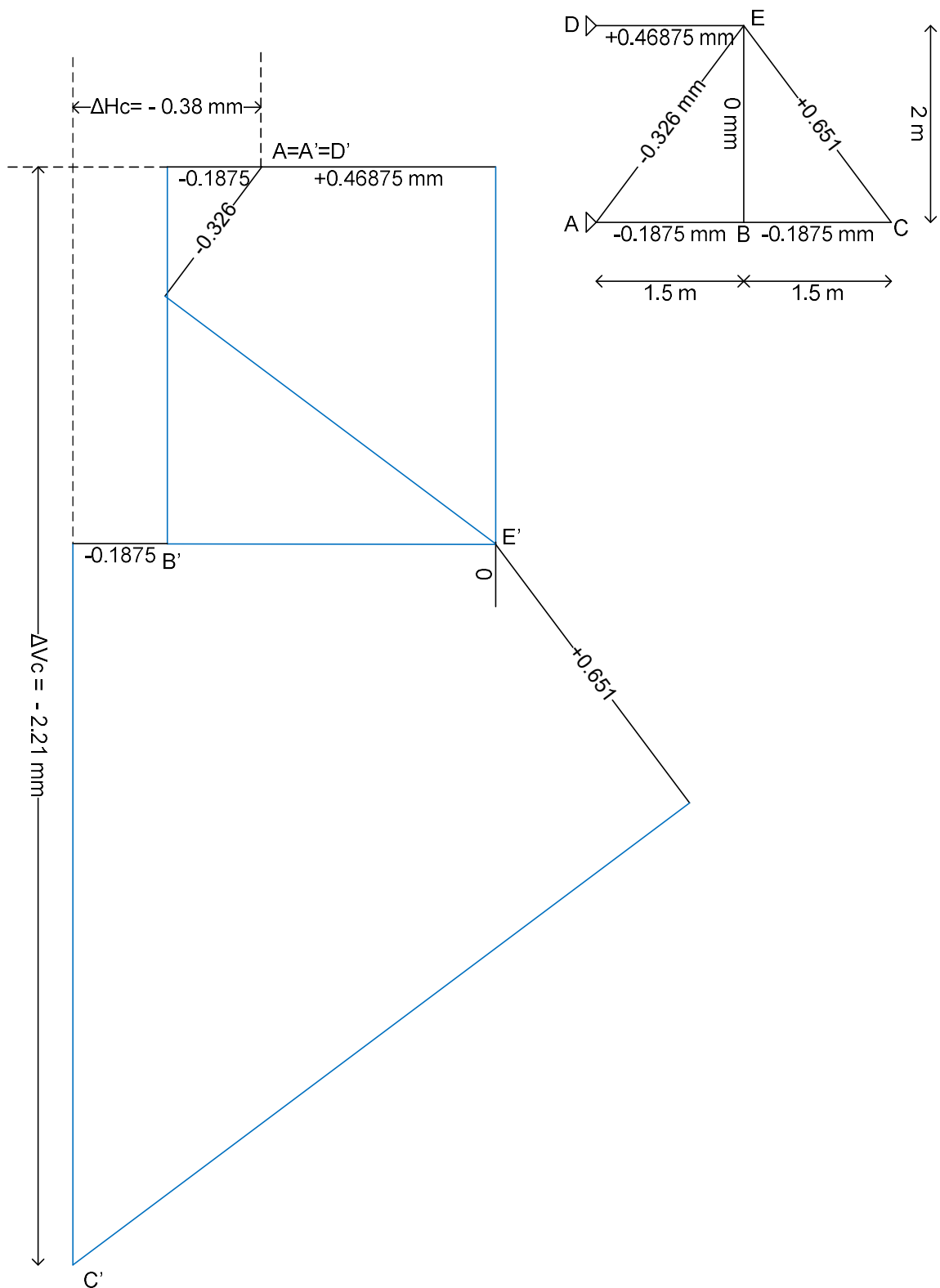
3)



4)



5) 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 :

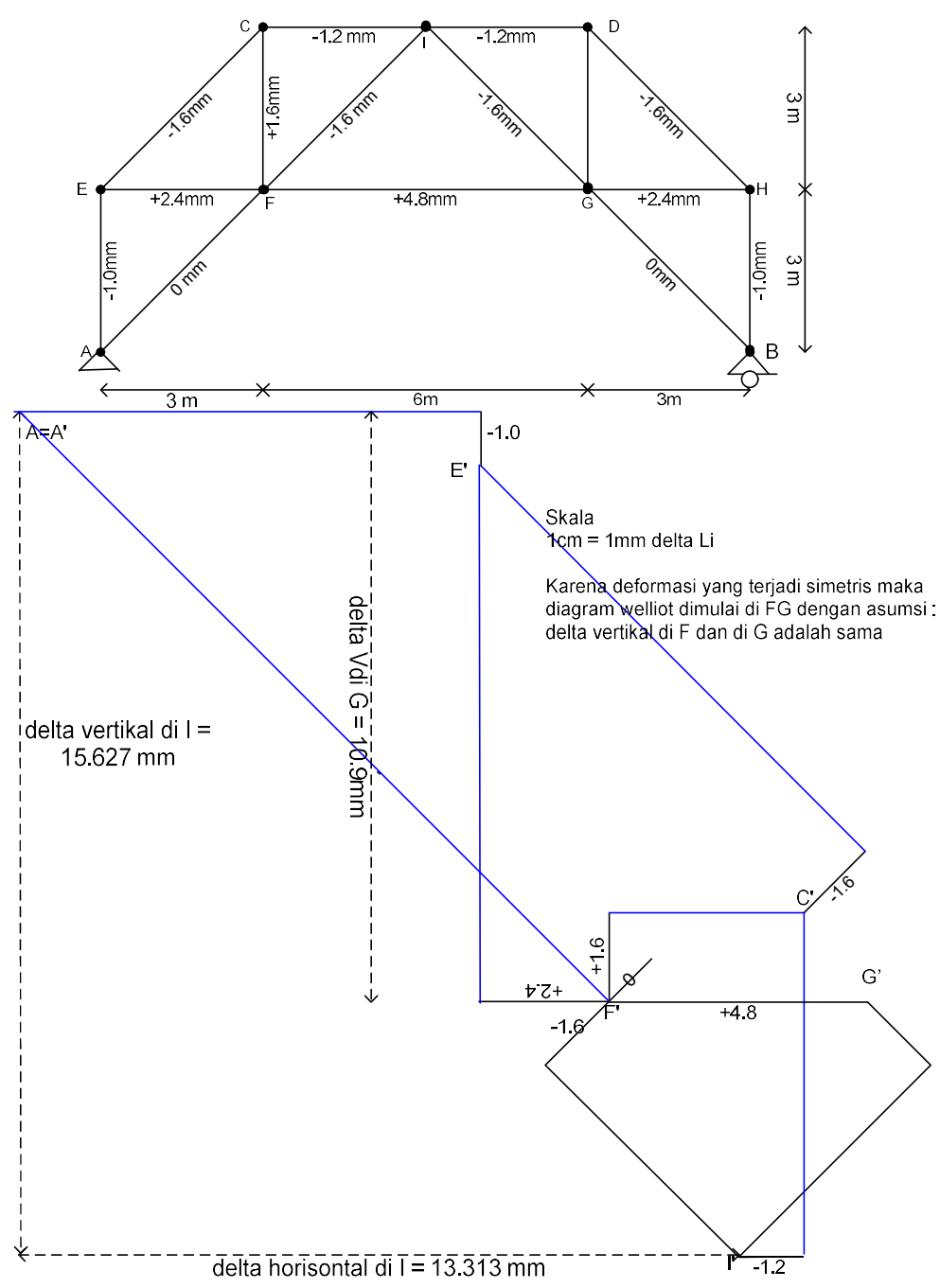


Metoda welliot bisa juga diterapkan pada konstruksi rangka batang yang bersifat simetris (simetris yang dimaksud disini selain bentuknya simetris, beban-beban yang bekerja juga simetris sehingga hasil gaya-gaya batangnya juga simetris) ,sekalipun tumpuan sendi dan tumpuan roll tidak dihubungkan oleh 1 batang saja tetapi ada beberapa batang seperti konstruksi rangka batang berikut ini, disini hanya digambarkan welliotnya setengah saja, sedangkan untuk sisi kanan, langkahnya sama dan akan menghasilkan gambar yang simetris dengan gambar

berikut :

6)

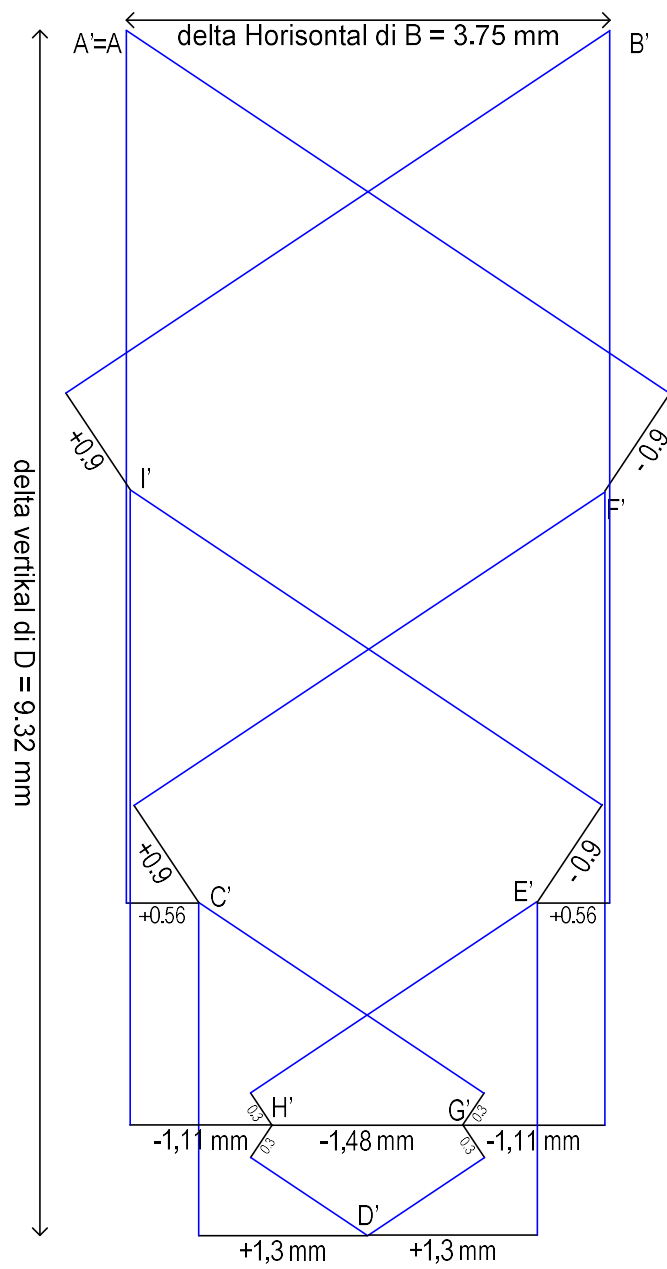
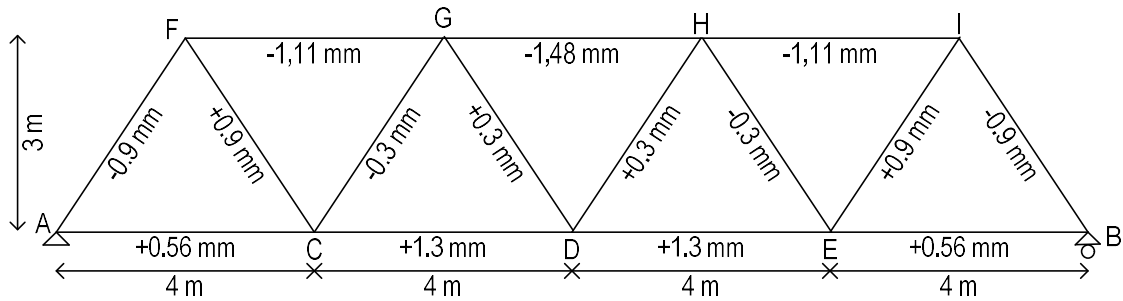
CONTOH PERHITUNGAN DEFORMASI KRB DENGAN CARA WELLIOT , dimulai dari batang FG



Contoh lain untuk metoda welliot untuk konstruksi rangka batang simetris :

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'.

