

Rhiza P.A

20/464377/SV/18696

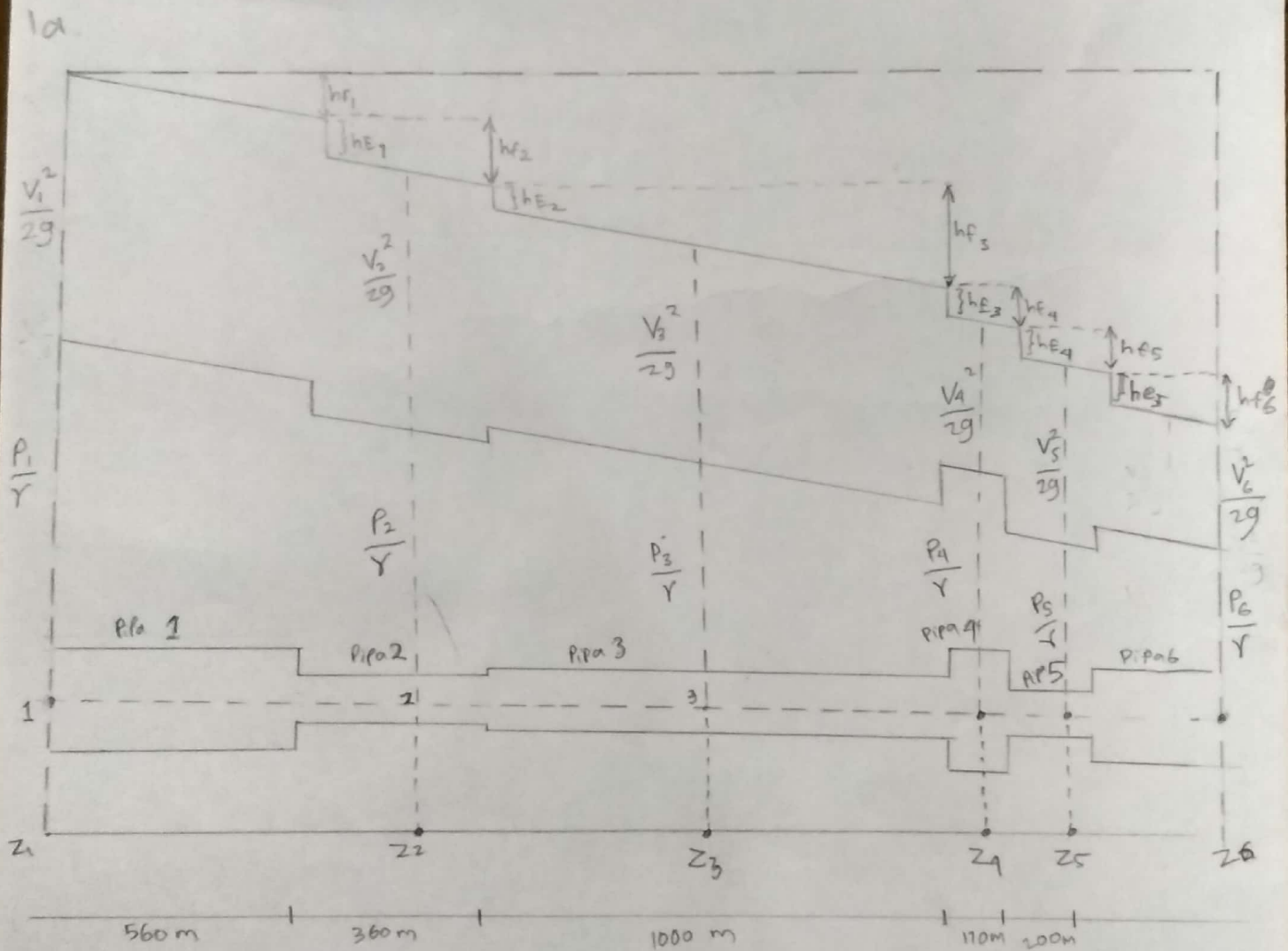
X=7

Y=7

Z=6

1. Air mengalir melalui pipa dengan diameternya 17 cm, kemudian setelah 560 m, pipa mengecil menjadi 7,7 cm, pipa kemudian membesar kembali; diameternya menjadi 10 cm, setelah 360 m, kemudian pipa membesar kembali menjadi dua kali; pada setelah 1000 m, tak disangka pipa mengecil kembali setelah 170 m menjadi  $\frac{1}{3}$  diameternya ( $\approx 6,67$ ) cm, pipa mengalami perubahan diameter menjadi 15,77 cm setelah 200 m dan selesai

a. Gambarkan secara detail garis energi dan garis tekanan pada sistem aliran pipa tsb dan tulis persamaan bernoulli yang terjadi



$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_6}{\gamma} + \frac{V_6^2}{2g} + \sum hf + \sum he$$

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_6}{\gamma} + \frac{V_6^2}{2g} + hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + he_1 + he_2 + hc_3 + hc_4 + hc_5$$

1b. Estimasi persamaan untuk mengetahui tinggi tekanan total ( $H = \frac{P}{\gamma}$ )

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_6}{\gamma} + \frac{V_6^2}{2g} + Z_6 + h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} + h_{f4} + h_{f5} + h_{f6} + h_{e1} + h_{e2} + h_{e3} + h_{e4} + h_{e5}$$

$$H_1 - H_6 = \frac{V_6^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} + h_{f4} + h_{f5} + h_{f6} + h_{e1} + h_{e2} + h_{e3} + h_{e4} + h_{e5}$$

$$H = \frac{V_6^2 - V_1^2}{2g} + h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} + h_{f4} + h_{f5} + h_{f6} + h_{e1} + h_{e2} + h_{e3} + h_{e4} + h_{e5}$$

Dasar  
dari rumusan

$$(h_e = K \cdot \frac{V^2}{2g})$$

$$K = (1 - \frac{A_1}{A_2})^2$$

$$(h_f = \frac{8fLQ^2}{\pi^2 D^5 g})$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{A_1}{A_2} V_1 = \frac{V_1 \pi D_1^2}{V_1 \pi D_2^2}$$

$$= (\frac{D_1}{D_2})^2 V_1$$

$$H = \frac{V_6^2 - V_1^2}{2g} + \frac{8Q^2}{g \pi^2} \left( \frac{f_1 L_1}{D_1^5} + \frac{f_2 L_2}{D_2^5} + \frac{f_3 L_3}{D_3^5} + \frac{f_4 L_4}{D_4^5} + \frac{f_5 L_5}{D_5^5} + \frac{f_6 L_6}{D_6^5} \right) + \left( k_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} \right) + k_2 \frac{V_2^2}{2g} + k_3 \frac{V_3^2}{2g} + k_4 \frac{V_4^2}{2g} + k_5 \frac{V_5^2}{2g}$$

$$H = \frac{V_6^2 - V_1^2}{2g} + \frac{8Q^2}{g \pi^2} \left( \frac{f_1 L_1}{D_1^5} + \frac{f_2 L_2}{D_2^5} + \frac{f_3 L_3}{D_3^5} + \frac{f_4 L_4}{D_4^5} + \frac{f_5 L_5}{D_5^5} + \frac{f_6 L_6}{D_6^5} \right) + \left( k_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} \right) + \left( k_2 \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^4 \cdot \frac{V_1^2}{2g} \right) + \left( k_3 \left( \frac{D_1}{D_3} \right)^4 \cdot \frac{V_1^2}{2g} \right) + \left( k_4 \left( \frac{D_1}{D_4} \right)^4 \cdot \frac{V_1^2}{2g} \right) + \left( k_5 \left( \frac{D_1}{D_5} \right)^4 \cdot \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

1c. Tuliskan persamaan untuk menghitung tinggi tekanan pada titik antara pipa kedua dan pipa ke3

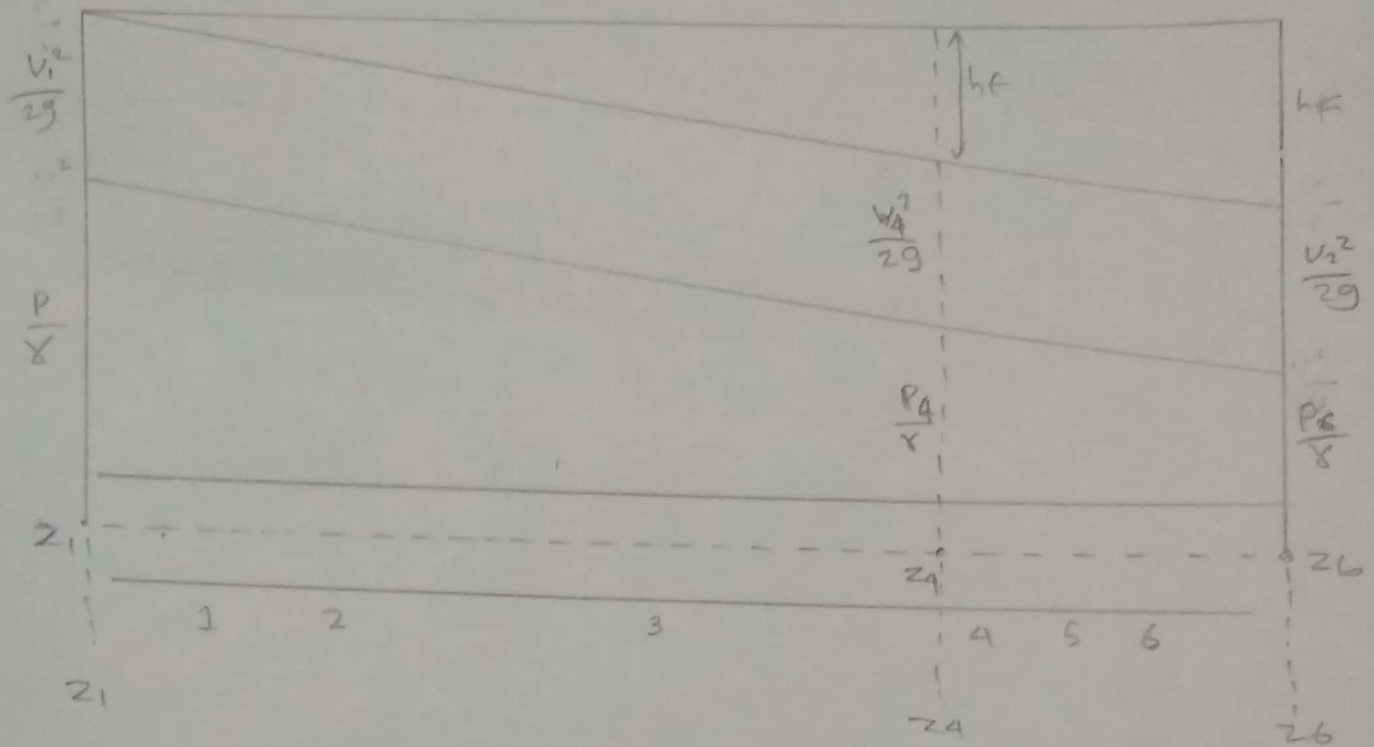
$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + Z_3 + h_{f1} + h_{f2} + h_{e1} + h_{e2}$$

$$H_1 - H_3 = \frac{V_3^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + h_{f1} + h_{f2} + h_{e1} + h_{e2}$$

$$H = \frac{V_3^2 - V_1^2}{2g} + h_{f1} + h_{f2} + h_{e1} + h_{e2}$$

$$H = \frac{V_3^2 - V_1^2}{2g} + \frac{8Q^2}{g \pi^2} \left( \frac{f_1 L_1}{D_1^5} + \frac{f_2 L_2}{D_2^5} \right) + k_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} + k_2 \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^4 \cdot \frac{V_1^2}{2g}$$

1d. Bila di kemudian hari, seluruh pipa diganti menjadi diameter yg sama, estimasi persamaan untuk analisis tinggi kecepatan pada titik antara pipa ke 3 dan ke 4 (masuk ke pipa 4)



~~2a~~ menganalisis kecepatan ~~pipa ke 3~~ antara pipa ke 3 dan 4 (masuk ke 4)

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_4 + \frac{P_4}{\gamma} + \frac{V_4^2}{2g} + f \frac{L}{D} \frac{V_1^2}{2g}$$

Berdasarkan gambar garis energi dan tekanan maka  $V_1 = V_4$ , yang beda adalah  $\frac{P}{\gamma}$  nya

$$\star A_1 \cdot V_1 = A_4 \cdot V_4$$

$$V_4 = \frac{A_1}{A_4} \cdot V_1 \quad (\text{Karena diameter sama semua maka luasnya sama semua})$$

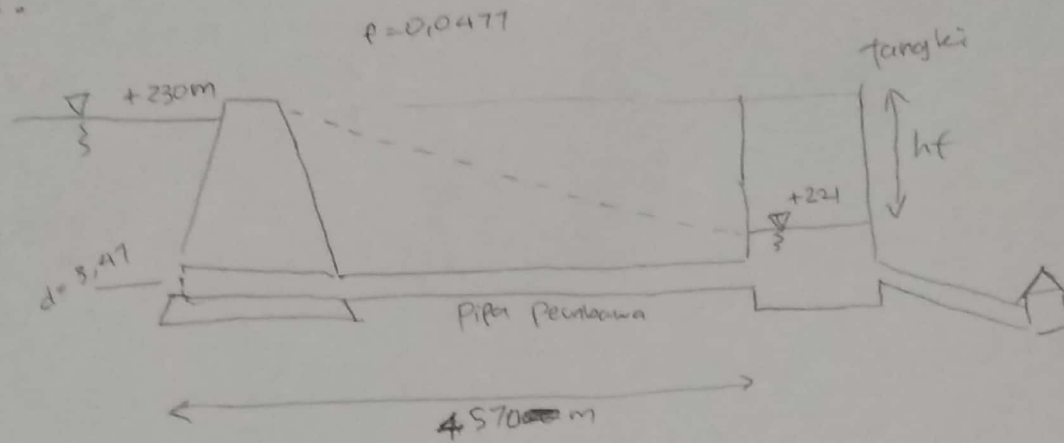
$$V_4 = 1 \cdot V_1$$

~~A~~

$$V_4 = V_1$$

$$V_4 = \frac{Q}{A}$$

2.



sebuah bendungan menampung kapasitas air waduk dg elevasi muka air +230 m, sebuah pipa pembawa dengan diameter 8,47m dan panjang ~~4570~~ 4570m mengatirkan dari waduk ketangki, elevasi muka air tangki +221 m dibawah elevasi muka air waduk, koefisien gesekan pipa =  $f = 0,0477$

a. hitung debit yang terjadi

Diket

$$hf = 230 - 221 = 9$$

$$L = 4570 \text{ m}$$

$$\text{Luas pipa} = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 3,47^2 = 9,45$$

$$f = 0,0477$$

$$D = 3,47$$

$$hf = \frac{8 \cdot f \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5 \cdot g}$$

$$9 = \frac{8 \cdot 0,0477 \cdot Q^2 \cdot 4570}{3,14^2 \cdot 3,47^5 \cdot 9,81}$$

$$Q^2 = \frac{3,14^2 \cdot 3,47^5 \cdot 9,81}{8 \cdot 0,0477 \cdot 4570}$$

$$Q^2 = 251,271 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

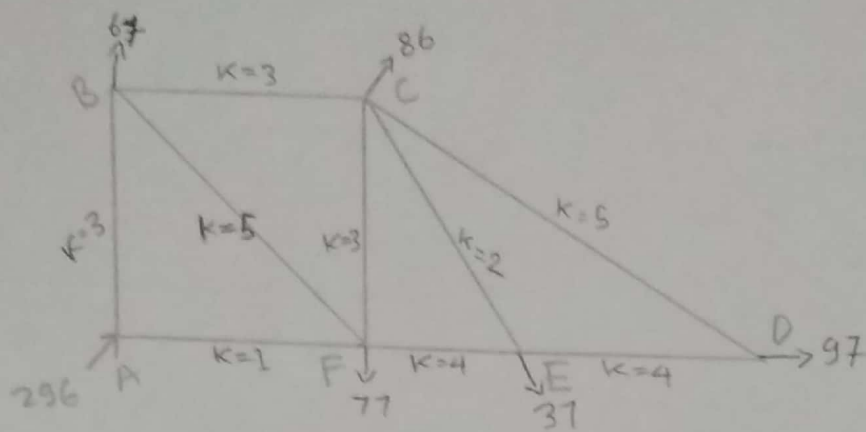
$$Q = 15,84 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

b. dengan debit tsb estimasi kec. pada pipa yg existing

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 3,47^2 = 9,45$$

$$Q = 15,84$$

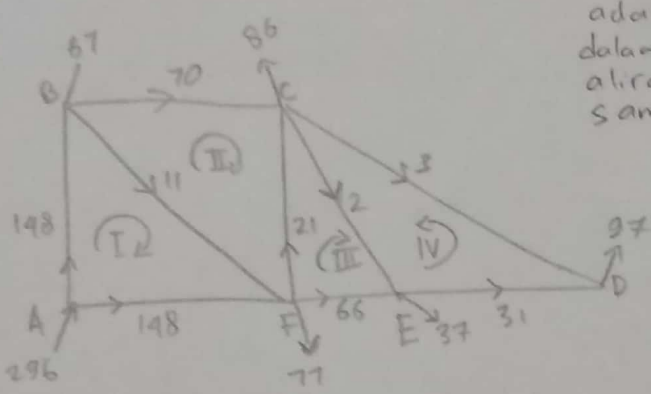
$$V = \frac{Q}{A} = \frac{15,84}{9,45} = 1,67 \text{ m/dtk}$$



$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}}$   
 $296 = \sum Q_{\text{keluar}}$   
 $296 \neq 364$

Pendekatan 1

Seharusnya debit yang keluar adalah seluruhnya 296, karena dalam sistem perpipaan atau aturannya aliran air itu adalah debit masuk sama dengan debit keluar,



Jaring I	$KQ^2$	$2QK$
AB	65712	888
BF	605	110
BA	-21904	296
<hr/>		
koreksi	44413	1294
<hr/>		
$\Delta Q = \frac{44413}{1294}$	= 34,3 (tidak mendekati 0)	

Jaring 2	$KQ^2$	$2QK$
bc	4700	420
Cf	-1323	126
fb	-605	110
<hr/>		
koreksi	12772	656
<hr/>		
$\Delta Q = \frac{12772}{656}$	= 19,46 (tidak mendekati 0)	

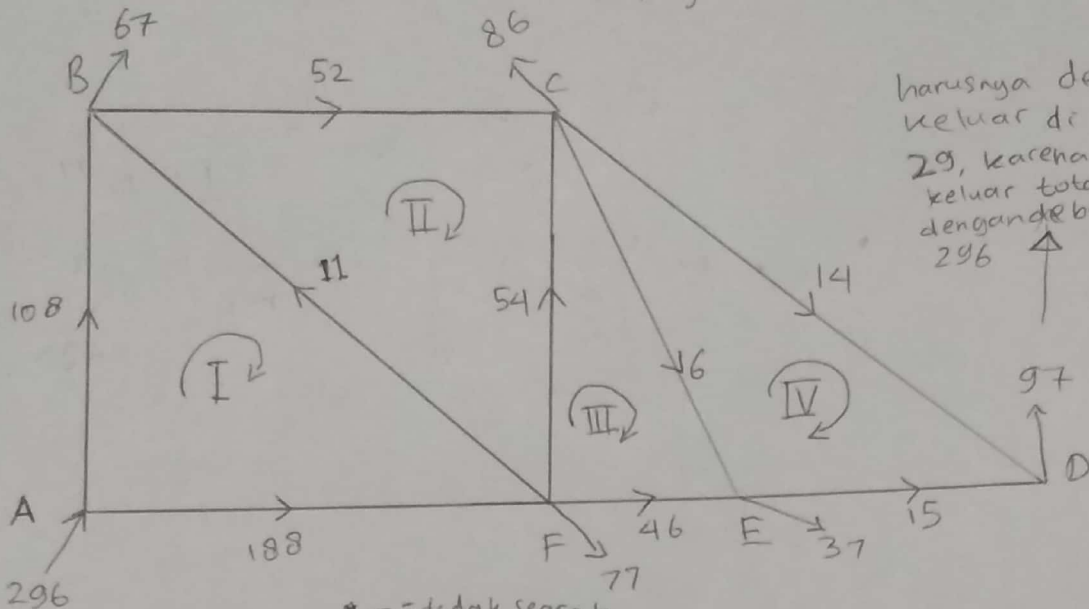
Jaring III	$KQ^2$	$2QK$
FC	1523	126
CE	8	8
EF	-17428	528
<hr/>		
koreksi	-16093	662
<hr/>		
$\Delta Q = \frac{-16093}{662}$	= -24,3 (tidak mendekati 0)	

Jaring IV	$KQ^2$	$2QK$
CD	-45	30
DE	3844	248
EC	8	8
<hr/>		
koreksi	3807	286
<hr/>		
$\Delta Q = \frac{3807}{286}$	= 13,3 (tidak mendekati 0)	

Jangan bersedih!! , kita akan coba lagi sampai mendekati 0!!!

Pendekatan ke 2

Dari Pendekatan 1 diketahui, untuk mendapatkan  $\Delta Q =$  mendekati 0, maka pada hitungan kita harus memodifikasi agar  $K \cdot Q^2$  mendekati 0, semakin angka  $K \cdot Q^2$  maka akan semakin hasilnya



harusnya debit yang keluar di d, adalah 29, karena agar debit keluar totalnya sama dengan debit masuk yaitu 296

- = tidak searah  
+ = searah jarum jam

Jaring I	K	Q	$K \cdot Q^2$	$2KQ$	Koreksi $\Delta Q = \frac{-957}{1134} = -0,84$ (mendekati 0)
AB	3	108	34992	648	
BF	5	11	-605	110	
FA	1	188	-35344	376	
			-957	1134	

Jaring II	K	Q	$K \cdot Q^2$	$2KQ$	Koreksi $\Delta Q = \frac{-31}{746} = 0,041$ (mendekati 0)
BC	3	52	812	312	
CF	3	54	-8748	324	
FB	5	11	602	110	
			-31	746	

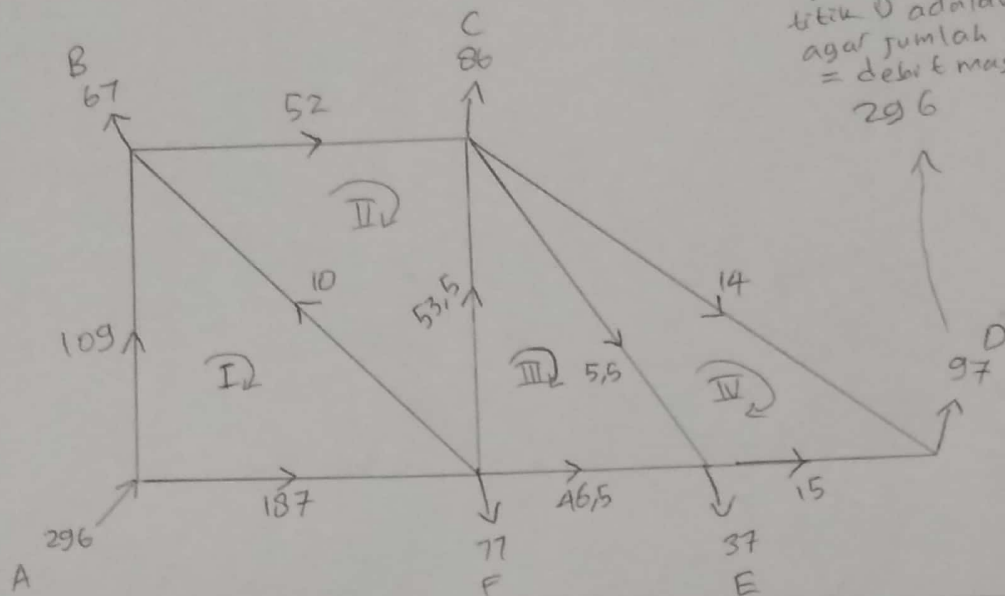
Jaring III	K	Q	$K \cdot Q^2$	$2KQ$	Koreksi $\Delta Q = \frac{356}{716} = 0,49$ (mendekati 0)
CE	2	6	72	24	
EF	4	46	-8464	368	
FC	3	54	8748	324	
			356	716	

Jaring IV	K	Q	$K \cdot Q^2$	$2KQ$	Koreksi $\Delta Q = \frac{8}{284} = 0,028$ (mendekati 0)
CD	5	14	980	140	
DE	4	15	-900	120	
EC	2	6	-72	24	
			8	284	

metode yg saya gunakan yaitu mengusahakan  $K \cdot Q^2 = 0$ , tetapi masih agak sulit karena jaringan aliran ini lumayan kompleks sehingga jika memaksakan  $K \cdot Q^2$  di jaring I = 0, kemungkinan di jaring lainya tidak mendekati 0 dengan arah aliran yg seperti ini, saya mencoba beberapa iterasi dan yang terbaik adalah ini

Eitts... tidak semudah itu saya menyerah, saya akan mencoba iterasi lagi yang lebih mendekati 0, angka 0,8 pada  $\Delta Q$  ke 1 sangat lah mengganggu bagi saya dan membuat tidur tidak nyenyak untuk itu saya mencoba sekali lagi hingga mendapat hasil yg paling mendekati 0

Pendekatan ke 3



Seharusnya debit keluar di titik D adalah 29 karena agar jumlah debit keluar = debit masuk yaitu 296

Jaring I	K	Q	$K \cdot Q^2$	$2K \cdot Q$
AB	3	109	35643	654
BF	5	10	-500	100
FA	1	187	-34969	374
			$\frac{174}{1128}$	

Koreksi  $\Delta Q = \frac{174}{1128} = 0,154$  (mendekati 0)

Jaring II	K	Q	$K \cdot Q^2$	$2K \cdot Q$
BC	3	52	8112	312
CF	3	53,5	-8586,75	321
FB	5	10	500	100
			$\frac{25,25}{733}$	

Koreksi  $\Delta Q = \frac{25,25}{733} = 0,034$  (mendekati 0)

Jaring III	K	Q	$K \cdot Q^2$	$2K \cdot Q$
CE	2	5,5	60,5	22
EF	4	46,5	-8649	372
FC	3	53,5	8586,75	321
			$\frac{-1,75}{715}$	

Koreksi  $\Delta Q = \frac{-1,75}{715} = -0,002$  (anggap saja 0 hehe)

Jaring IV	K	Q	$K \cdot Q^2$	$2K \cdot Q$
CD	5	14	980	140
DE	4	15	-900	120
EC	2	5,5	-60,5	22
			$\frac{19,5}{282}$	

Koreksi  $\Delta Q = \frac{19,5}{282} = 0,069$  (mendekati 0)

dengan ini ~~itu~~ ~~itu~~ maka  $\sum \Delta Q = 0,25$  (mendekati 0)