

PERHITUNGAN DEBIT PADA SISTEM JARINGAN PIPA DENGAN METODA HARDY-CROSS MENGGUNAKAN RUMUS HAZEN-WILLIAMS DAN RUMUS MANNING

Disusun oleh :

Agus Susanto

NRP : 9621003

NIRM : 41077011960282

Pembimbing : Kanjalia Rusli, Ir., MT.

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Di era pembangunan yang semakin pesat, pemakaian jaringan pipa lebih banyak digunakan dalam berbagai keperluan. Pemakaian jaringan pipa dalam bidang teknik sipil salah satunya terdapat pada sistem jaringan distribusi air minum. Analisis jaringan pipa cukup kompleks dan memerlukan perhitungan yang besar. Adapun metoda yang digunakan ada Metoda Hardy-Cross dalam menentukan debit pada masing-masing pipa. Metoda ini merupakan metoda yang paling banyak digunakan dalam melakukan analisis jaringan pipa. Dalam perhitungan ini digunakan rumus Hazen-Williams dan rumus Manning dalam menentukan nilai konstanta hambatan pipa (k).

Pada Tugas Akhir ini dianalisis sebuah jaringan pipa yang mengacu pada jaringan pipa PDAM di Kota Padalarang Kabupaten Bandung. Debit masuk pada jaringan ditentukan 30 lt/det dan 10 lt/det sedangkan debit keluar 25 lt/det dan 15 lt/det, koefisien Hazen-Williams 142 dan koefisien Manning 0.011, menggunakan pipa PVC berdiameter 2" dan 3", kehilangan energi yang diperhitungkan hanya kehilangan energi primer. Kesimpulan yang diperoleh adalah penggunaan diameter pipa yang sama pada jaringan pipa akan menghasilkan debit tetap (tidak berubah), karena diameter pipa dapat saling meniadakan dalam perhitungan dan pada kasus yang debitnya besar (>10 lt/det) akan menghasilkan persentase perbedaan debit ($\Delta\%$) yang tidak jauh baik dengan rumus Hazen-Williams dan rumus Manning karena persentase perbedaan debitnya kecil sehingga untuk debit yang besar (>10 lt/det) hasil lebih akurat, begitu pula sebaliknya.

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Persamaan Dasar Hidraulika	5
2.1.1 Persamaan Kontinuitas	6
2.1.2 Persamaan Bernoulli	8
2.2 Garis Tenaga dan Garis Tekanan	10
2.3 Karakteristik Umum Aliran dalam Pipa	12
2.4 Kehilangan Energi Primer	13
2.4.1 Persamaan Darcy-Weisbach	14

2.4.2 Persamaan Hazen-Williams	15
2.4.3 Persamaan Manning	17
2.5 Kehilangan Energi Sekunder	19
2.6 Sistem Pemipaan	20
2.6.1 Pipa Hubungan Seri	20
2.6.2 Pipa Hubungan Paralel	23
2.6.3 Pipa Barcabang	24
2.7 Jaringan Pipa	27
2.8 Rumus Umum Kehilangan Energi Primer	29
2.9 Metoda Hardy-Cross	30

BAB 3 STUDI KASUS

3.1 Data Jaringan Pipa	32
3.2 Pengolahan Data	34
3.2.1 Perhitungan Konstanta Hambatan Hardy-Cross	38
3.2.1.1 Rumus Hazen-Williams	38
3.2.1.2 Rumus Manning	40
3.2.2 Perhitungan Debit pada Masing-masing Pipa dengan Metoda Hardy-Cross	43
3.2.2.1 Rumus Hazen-Williams	43
3.2.2.2 Rumus Manning	88

BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan	138
4.2 Saran	143

DAFTAR PUSTAKA	xiv
-----------------------------	------------

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Nilai Koefisien Hazen-Williams untuk Berbagai Bahan	
	Pipa	16
Tabel 2.2	Nilai Koefisien Manning untuk Berbagai Bahan Pipa	18
Tabel 2.3	Nilai k dan n dalam Rumus Umum Kehilangan Energi	
	Primer	29
Tabel 3.1	Panjang dan Diameter Pipa untuk Tiap Kasus	34
Tabel 3.2	Konstanta Hambatan Pipa (k) Menurut Rumus Hazen-	
	Williams dan Rumus Manning pada Tiap Kasus	136
Tabel 3.3	Debit pada Tiap Kasus	137
Tabel 4.1	Debit pada Tiap Kasus dengan Rumus Hazen-	
	Williams	139
Tabel 4.2	Debit pada Tiap Kasus dengan Rumus Manning	139
Tabel 4.3	Debit pada Tiap Kasus dengan Rumus Hazen-	
	Williams dan Rumus Manning	141

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Tabung Aliran	7
Gambar 2.2	Persamaan Kontinuitas pada Pipa Bercabang	8
Gambar 2.3	Garis Tenaga dan Garis Tekan	10
Gambar 2.4	Garis Tenaga dan Garis Tekanan	11
Gambar 2.5	Eksperimen untuk Menunjukkan Jenis Aliran Pipa	12
Gambar 2.6	Pipa Hubungan Seri	21
Gambar 2.7	Pipa Hubungan Paralel	23
Gambar 2.8	Pipa Bercabang Menghubungkan Tiga Reservoir	25
Gambar 2.9	Contoh Suatu Sistem Jaringan Pipa	28
Gambar 3.1	Sebagian Jaringan Pipa PDAM di Kota Padalarang	33
Gambar 3.2	Kasus 1	36

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ρ	= Massa jenis	(kg/m ³)
ν	= Viscositas kinematik fluida	(m ² /det)
A'	= Luas basah	(m ²)
A	= Luas penampang pipa	(m ²)
A_n	= Luas penampang pipa n	(m ²)
D	= Diameter pipa	(m)
D_n	= Diameter pipa n	(m)
D_e	= Diameter pipa ekivalen	(m)
f	= Faktor gesekan Darcy-Weisbach	
f_n	= Faktor gesekan Darcy-Weisbach ke-n	
f_e	= Faktor gesekan ekivalen	
g	= Percepatan gravitasi bumi	(m/det ²)
h_f	= Tinggi kehilangan energi	(m)
h_{fn}	= Tinggi kehilangan energi ke-n	(m)
h_m	= Tinggi kehilangan energi sekunder	(m)
H_n	= Tinggi energi pada titik n	(m)
k	= Konstanta hambatan pipa	
K	= Koefisien energi sekunder	
L	= Panjang pipa	(m)
L_n	= Panjang pipa n	(m)
L_e	= Panjang pipa ekivalen	(m)
P'	= Keliling basah	(m)

P	= Tekanan	(kg/m^2)
P_n	= Tekanan pada titik n	(kg/m^2)
Q	= Debit aliran	$(\text{m}^3/\text{det}, \text{lt}/\text{det})$
Q_n	= Debit aliran ke-n	$(\text{m}^3/\text{det}, \text{lt}/\text{det})$
Q_0	= Debit terkaan awal	$(\text{m}^3/\text{det}, \text{lt}/\text{det})$
ΔQ	= Koreksi debit	$(\text{m}^3/\text{det}, \text{lt}/\text{det})$
n'	= Koefisien Manning	
n	= Konstanta	
R	= Jari-jari hidraulik	(m)
Re	= Bilangan Reynolds	
V	= Kecepatan rerata aliran	(m/det)
V_n	= Kecepatan rerata aliran pipa n	(m/det)
S_f	= Kemiringan garis energi/gradien energi	(m/m)
Z	= Tinggi datum	(m)
Z_n	= Tinggi datum di titik n	(m)