

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	03	03	112 - 120	2016	2252-5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii

- Vol 3 Nomer 3/rekat/16 (2016)

PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* PADA *POROUS CONCRETE BLOCK* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS

Eko Febrianto, Arie Wardhono, 01 – 08

PEMANFAATAN ABU TERBANG LIMBAH BATU BARA TERHADAP KUAT TEKAN DAN TINGKAT POROSITAS *PAVING STONE* BERPORI

Firman Ganda Saputra, Arie Wardhono, 09 – 12

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN *ADMIXTURE* SIKACIM TERHADAP PENGUATAN KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS *PERMEACONCRETE PAVING STONE*

Kukuh Ainnurdin, Arie Wardhono, 13 – 22

PENGARUH POLA ALIRAN PADA SALURAN PELIMPAH SAMPING AKIBAT DARI PENEMPATAN *SPLLOWAY* DENGAN TIPE MERCU OGEE WADUK WONOREJO

Binti Hidayatul Ma'rifah, Kusnan, 23 – 34

ANALISIS HUBUNGAN TEMPERATUR DAN KUAT TEKAN BETON PADA PEKERJAAN BETON MASSA (*MASS CONCRETE*) DENGAN METODE *PORTLAND CEMENT ASSOCIATION* (PCA) DAN *U.S. BUREAU OF RECLAMATION*

Sandy Sahrawani, Mochamad Firmansyah S, 35 – 44

ANALISA KAPASITAS SALURAN SEBAGAI PENGENDALI BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS PADA DRAINASE SUB DAS GULOMANTUNG KECAMATAN KEBOMAS, KABUPATEN GRESIK

Ahmad Rifky Saputra, Nurhayati Aritonang, 45 – 54

ANALISA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA WAKTU
PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI DI WILAYAH SURABAYA

Hendrita Abraham Angga Purnomo, Mas Suryanto H.S, 55 – 63

PENGARUH PEMILIHAN JARAK PANDANG DALAM MENENTUKAN PANJANG
LENGKUNG VERTIKAL CEMBUNG TERHADAP BIAYA PELAKSANAAN JALAN BARU

Arthur Diaz Mickael Devisi, Ari Widayanti, Anita Susanti, 64 – 70

PENGEMBANGAN DISTIBUSI AIR BERSIH SUMBER DLUNDUNG DESA TRAWAS
KECAMATAN TRAWAS KABUPATEN MOJOKERTO

Mochammad Zainal Abidin, Djoni Irianto, 71 – 79

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK
BETON BERTULANG

Mohamad Mesranto, Bambang Sabariman, 80 – 87

ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE *CAMEL
BACK TRUSS*

Ria Dewi Sugiyono, Sutikno, 88 – 93

PENGARUH PENGOPTIMASISASI PEMASANGAN LETAK BAUT DENGAN JARAK TEPI
PADA SAMBUNGAN PELAT TARIK

Donna Monika Fembrianto, Arie Wardhono, 94 – 101

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA DENGAN LETAK DI ATAS GARIS NETRAL
TERHADAP KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG

Siswo, Bambang Sabariman, 102 – 111

ANALISIS KEHILANGAN TINGGI TEKAN PADA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR
BERSIH PDAM KECAMATAN DRIYOREJO, KABUPATEN GRESIK

Amilina Kartika Permatasari, Nurhayati Aritonang, 112 – 120

ANALISIS KEHILANGAN TINGGI TEKAN PADA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM KECAMATAN DRIYOREJO, KABUPATEN GRESIK

Amilina Kartika Permatasari, Nurhayati Aritonang

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : 20amilinakartika@gmail.com

aritonangsipil@gmail.com

Abstrak

Pemakaian sistem gravitasi adalah sistem yang digunakan untuk pendistribusian air bersih kepada konsumen perumahan kota baru Driyorejo Gresik. Jaringan pada pendistribusian air bersih untuk konsumen cukup kompleks, kurangnya pemerataan air yang terjadi di beberapa wilayah perumahan kota baru Driyorejo sehingga diperlukan suatu analisa untuk mengoptimalkan air yang akan didistribusikan kepada konsumen.

Sistem jaringan pipa distribusi air bersih cukup kompleks maka penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memperoleh *Head Loss Mayor* dan *Head Loss Minor* pada sistim distribusi air perumahan kota baru Driyorejo.

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui *Head Loss Mayor* pada jaringan pipa distribusi. Analisa hidrolika yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan perhitungan dengan persamaan *Darcy Weisbach* dan *Hazen Williams* serta metode *Hardy Cross* dan simulasi dengan menggunakan program aplikasi *Epanet 2.0*.

Hasil penelitian ini diperoleh *Head Loss Mayor* untuk satu loop jaringan pipa pada jl. Biduri Pandan, jl. Batu Mulia dan jl. Granit Kumala dari persamaan *Darcy Weisbach* menggunakan *Epanet 2.0*. mendapatkan total sebesar 0,4601 m. Nilai *Head Loss Minor* dari valve sebesar $1,121 \times 10^{-5}$, untuk belokan sebesar $1,1536 \times 10^{-3}$, untuk pembesaran tampang sebesar 1,562 dan untuk pengecilan tampang sebesar $1,26 \times 10^{-4}$. Adapun kesimpulan yang dapat diambil, semakin panjang pipa semakin besar nilai *Head Loss* yang dihasilkan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi nilai dari *Head Loss* adalah perlu dilakukan survei dari kebocoran pipa atau pergantian meter air dan pergantian untuk pipa yang sudah rusak.

Kata Kunci: *Hardy Cross, Head Loss, Jaringan Perpipaan, Volume.*

Abstract

The use of the word gravity system is the system used to distribute clean water to perumahan kota baru Driyorejo Gresik consumers. Networking on the distribution of clean water to consumers is quite complex, the lack of equal distribution of water that occurs in some areas of the new city housing Driyorejo so required an analysis to optimize the water that will be distributed to consumers.

The pipeline system of water distribution is quite complex so this research aims to acquire Head Loss of Major and Minor Head Loss in distribution system water perumahan kota baru Driyorejo.

The method used for this research is descriptive quantitative and aims to determine Head Loss Major distribution pipeline. Hydraulics analysis used in this study is the use of calculations with equations Darcy Weisbach and Hazen Williams and Hardy Cross method and simulation using application program Epanet 2.0.

The results of this study obtained values Major Head Loss for the loop pipeline on jl. Biduri Pandan, jl. BATU MULIA and jl. Granite Kumala from Darcy Weisbach equation using Epanet 2.0. get a total of 0.4601 m. Minor Head Loss Value of valve for $1,121 \times 10^{-5}$, to the turn of $1,1536 \times 10^{-3}$, to look at 1,562 magnification and look for the downsizing of 1.26×10^{-4} . The conclusions that can be drawn, the greater the longer pipes Head Loss value is generated. Efforts should be made to reduce the value of Head Loss is necessary to do a survey of leaking pipes or replacement of water meters and turn to the broken pipe.

Keywords : Hardy Cross , Head Loss , Network Pipelines, Volume.

PENDAHULUAN

Untuk berlangsungnya kehidupan manusia dan makhluk lainnya, air adalah salah satu sumber daya alam paling dasar yang sangat diperlukan untuk keperluan sehari-hari. Sehingga air mendapatkan prioritas utama dalam penanganan dan

pemenuhannya. Untuk ketersediaan air pihak pemerintah mendirikan sebuah lembaga yang bertujuan untuk mengelola air agar bisa digunakan atau dikonsumsi langsung oleh masyarakat yakni Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Dalam tujuan ini PDAM diharapkan untuk mampu

mengelola, memenuhi dan mendistribusikan air untuk masyarakat sekitar dengan baik dan merata. Dalam mengelola air pihak PDAM berusaha untuk memberi layanan yang baik bagi masyarakat. Apabila terjadi sistem distribusi kurang baik maka akan menimbulkan berbagai macam permasalahan diantaranya kurangnya tekanan air sehingga aliran air tidak terdistribusikan secara merata.

Pada tempat penelitian yang terletak pada daerah Driyorejo, kabupaten Gresik yang tepatnya di desa Petiken (perumahan kota baru Driyorejo) menggunakan air dari PDAM. Kondisi dari desa tersebut mempunyai jumlah penduduk sebanyak 7.111 orang dengan luas area sebesar 424,77 ha. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan air desa Petiken khususnya pada perumahan kota baru Driyorejo tidak bisa dilakukan pengeboran air dari sumber mata air karena itu penduduk di perumahan kota baru Driyorejo menggunakan air dari PDAM.

Adapun kondisi yang ada pada perumahan kota baru Driyorejo masih kurang merata. Hal ini menyebabkan beberapa dari konsumen melakukan pengambilan air yang tidak melalui ketentuan secara teknis yang sudah menjadi ketentuan pihak PDAM untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Untuk mengetahui distribusi air tidak merata pihak konsumen melakukan complain ke pihak PDAM dengan membuat surat pengaduan komplain yang dapat dilihat pada lampiran.

Penelitian ini dilakukan mahasiswa untuk mengetahui kehilangan tekanan atau *Head Loss* Mayor dan Minor dari jaringan pipa air bersih oleh PDAM pada perumahan kota baru Driyorejo. Mahasiswa melakukan penelitian ini menggunakan metode *Hardy Cross* dengan persamaan *Hazen William* dan *Darcy Weisbach* yang dibantu menggunakan *Microsoft Excel* dan akan di analisis pada aplikasi *Epanet 2.0*. Sehingga akan didapatkan yang akan dicari yakni jumlah tekanan yang hilang (*Head Loss*).

METODE

Suatu langkah pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah mendapatkan data yang diperlukan dalam menganalisis atau mendukung penelitian ini, adapun tahap yang akan dilakukan untuk penelitian sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah mencari data sekunder berupa peta jaringan air, jumlah pelanggan, jumlah pemakaian dan spesifikasi pipa.

2. Tahap Analisa dan Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan suatu analisa dan evaluasi dengan melakukan perhitungan *Head Loss* dengan persamaan *Darcy Weisbach*

$$h_f = f \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2g} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

h_f = kerugian head karena gesekan (m)

f = faktor gesekan

d = diameter dalam pipa (m)

L = panjang pipa (m)

v = kecepatan aliran fluida d alam pipa (m/s)

g = percepatan gravitasi

Dimana besarnya f untuk pipa berkisar antara 0,01-0,1. Tipikal untuk pipa adalah $f = 0,02$.

dan *Hazen Williams*

$$h_f = \frac{Q^{1,95}}{C^{1,85} d^{4,83}} L \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

h_f = kerugian gesekan dalam pipa (m)

Q = laju aliran dalam pipa (m³/s)

L = panjang pipa (m)

C = koefisien kekasaran pipa

Hazen Williams (Bambang Triadmadja 1996)

d = diameter pipa (m)

dihitung secara manual menggunakan setelah itu dilanjutkan dengan metode *Hardy Cross* dibantu *microsoft excel*. langkah dari metode *Hardy Cross* sebagai berikut:

a. Pilih pembagian debit melalui tiap-tiap Q_0 hingga terpenuhi ayarat kontinuitas.

b. Hitung kehilangan tenaga pada tiap pipa dengan rumus.

$$h_f = k \cdot Q^2 \dots\dots\dots(3)$$

dimana h_f adalah nilai kehilangan tenaga, k adalah nilai kehilangan tenaga dari persamaan yang digunakan dan Q adalah nilai debit.

c. Sehingga pipa dibagi menjadi sejumlah jarring tertutup sedemikian sehingga tiap pipa termasuk dalam paling sedikit satu jaringan

d. Hitung jumlah kerugian tinggi tenaga sekeliling tiap-tiap jarring, yaitu $\sum h_f$. Jika pengaliran seimbang maka .

$$\sum h_f = 0 \dots\dots\dots(4)$$

Hitung nilai.

$$\sum |2kQ| \dots\dots\dots(5)$$

- e. Pada tiap jaring diadakan koreksi debit sebesar ΔQ , supaya kehilangan tinggi tenaga dalam jaring seimbang. Adapun koreksinya adalah sebagai berikut.

$$\Delta Q = \frac{\sum kQ_0^2}{\sum 2kQ_0} \dots\dots\dots (6)$$

- f. Dengan debit yang telah dikoreksi sebesar $Q = Q_0 + \Delta Q$ prosedur dari 1 sampai 6 diulang hingga akhirnya $\Delta Q = 0$ dengan Q adalah debit sebenarnya, Q_0 adalah debit dimisalkan dan ΔQ adalah debit koreksi.

Setelah mendapatkan hasil dari metode Hardy Cross dilanjutkan dengan analisis menggunakan program Epanet 2.0 langkah dari analisis program Epanet 2.0 sebagai berikut:

1. Untuk yang pertama adalah mengatur pemilihan formula *Head Loss*
2. Untuk memulai program Epanet 2.0 hal kedua yang dilakukan adalah menggambar jaringan pipa dengan menggunakan tombol yang terkandung pada *map toolbar* seperti gambar dibawah berikut:



Gambar 1 Simbol pada Epanet 2.0

3. Dimana keterangan untuk menggambar peta jaringan pada program Epanet 2.0 dari simbol diatas adalah sebagai berikut:

Mula-mula kita akan menambah

reservoir. Klik tombol berikut.

Kemudian klik mouse pada peta dimana akan diletakkan reservoir (dimanapun pada peta).

Selanjutnya kita akan menambah

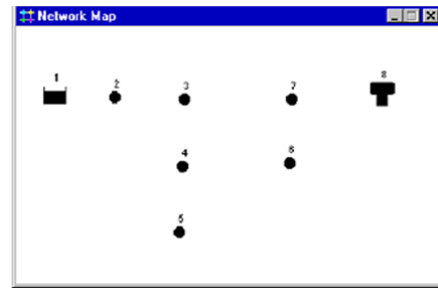
junction node, klik tombol

Dan kemudian klik pada peta pada lokasi dari node 2 hingga 7. Akhirnya tambahkan tangki dengan mengeklik tombol tangki

sebagai berikut.

Sampai terlihat pada Gambar 2.

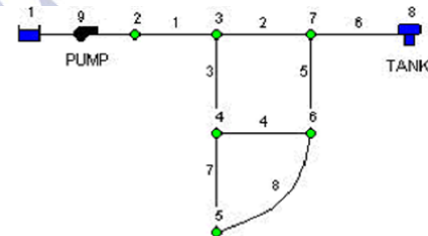
4. Setelah menggambar peta jaringan pipa yang diinginkan seperti gambar berikut:



Gambar 2 Gambar Peta Jaringan

Dan dilanjutkan sampai terbentuk Gambar 2.9 sebagai berikut.

5. Selanjutnya mengatur *object properties* pada gambar. adapun contoh pengaturan *object properties* pada *node 2* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Gambar Peta Jaringan

Junction 2	
Property	Value
*Junction ID	2
X-Coordinate	528.46
Y-Coordinate	7276.42
Description	
Tag	
*Elevation	700
Base Demand	0
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	

Gambar 4 Gambar Peta Jaringan

6. Dan lanjutkan pengaturan *object properties* ke semua node yang ada pada peta jaringan pipa yang akan dikerjakan.
7. Kemudian selesai menggambar peta jaringan dan mengatur *object properties* pada peta jaringan adalah menyimpan gambar yang sudah selesai dengan cara pilih *save as* - beri nama *file* dengan tambahan “.net” dibelakang nama *file* - klik ok.
8. Untuk menjalankan pengerjaan jaringan pipa yang telah digambar, buka program Epanet 2.0 dengan pilih *project* dan pilih *run* atau

gambar berikut

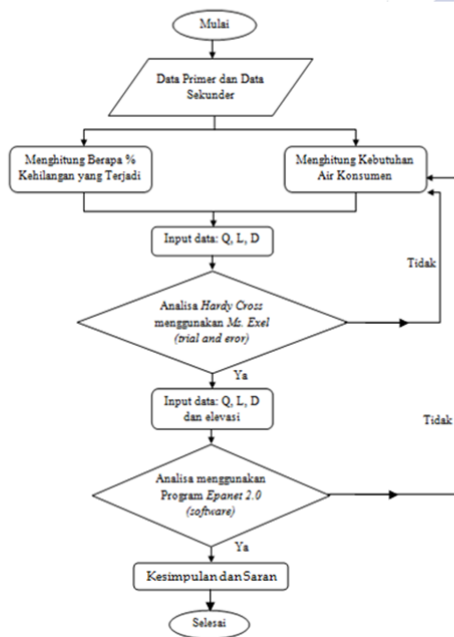


9. Selesai menjalankan peta jaringan yang ada untuk mendapatkan hasil dari *running*, pilih *report* dan klik *table*. Dan akan muncul hasil dari *running* berupa tabel seperti berikut.

Link ID	Flow GPM	Velocity f/s	Headloss ft/Kft	Status
Pipe 1	617.42	1.29	0.00	Open
Pipe 2	382.51	1.05	0.63	Open
Pipe 3	159.91	1.02	1.00	Open
Pipe 4	29.34	0.19	0.04	Open
Pipe 5	-90.09	0.57	0.34	Open
Pipe 6	292.42	1.19	1.03	Open
Pipe 7	55.58	0.63	0.57	Open
Pipe 8	-44.42	0.50	0.36	Open

Gambar 5 Hasil Output Epanet 2.0

Adapun *flowchart* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6 Flowchart Penelitian

3. Tahap Hasil dan Pembahasan

Pada tahap pengambilan kesimpulan ini, data yang telah dianalisa dibuat suatu kesimpulan berdasarkan data yang telah dianalisis. Adapun beberapa yang harus dihitung sebagai berikut:

- Rata-rata Pemakaian Air perumahan kota baru Driyorejo.

Tabel 1 Golongan Pelanggan PDAM Driyorejo

No	Golongan Pelanggan	Uraian	Jumlah Rekening
A.	Sosial		
	1. Sosial Umum	SU	1
	2. Sosial Khusus 1	S1	25
	3. Sosial Khusus 2	S2	9
B.	Non Niaga		
	1. Rumah Tangga 1	RT 1	138
	2. Rumah Tangga 2	RT 2	1004
	3. Rumah Tangga 3	RT 3	5699
C.	Niaga		
	1. Niaga Kecil	NK	225
	2. Niaga Besar	NB	7
	3. Industri Kecil	IK	1
	4. Instansi Pemerintah	IP	2
Total			7111

(Sumber: Data PDAM Driyorejo)

Untuk mengetahui pemakaian air yang terpakai dapat dilihat pada Tabel 2 dan dihitung pemakaian rata-rata untuk mengetahui sudah sesuai dengan standart Petunjuk Teknis dari DPU (Departemen Pekerjaan Umum).

Tabel 2 Pemakaian Air pada Perumahan Kota Baru Driyorejo

Golongan	Kategori	Uraian	Jumlah Rekening	Pemakaian (m3)
A. Sosial	1. Sosial Umum	SU	1	40
	2. Sosial Khusus 1	S1	25	1304
	3. Sosial Khusus 2	S2	9	604
B. Non Niaga	1. Rumah Tangga	RT 1	138	2614
	2. Rumah Tangga 2	RT 2	1001	18473
	3. Rumah Tangga 3	RT 3	5668	113997
C. Niaga	1. Niaga Kecil	NK	218	5641
	2. Niaga Besar	NB	7	818
	3. Industri Kecil	IK	1	43
	4. Instansi Pemerintah	IP	2	162
Total			7070	143101

(Sumber: Data PDAM)

Adapun perhitungan rata-rata Pemakaian Air pada Bulan Oktober sebagai berikut:

1) Domestik

$$\begin{aligned}
 &\text{Jumlah pemakaian} \\
 &= 135.084 \text{ m}^3 \\
 &= 135.084 \text{ m}^3 \times 1000 \\
 &= 135.084.000 \text{ liter/bln} \\
 &= 135.084.000 : 6807 \\
 &= 19.845 \text{ liter/rekening}
 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air/orang di setiap 1 rumah dalam 1 hari maka dibagi dengan 31 hari dan dengan asumsi 5 orang di setiap 1 rumah.

$$\begin{aligned}
 &= 19.845 : 31 \\
 &= 661 \text{ liter/rekening} \\
 &= 661 : 5 \\
 &= 132 \text{ liter/orang/hari}
 \end{aligned}$$

Dalam Peraturan Teknis mengenai kebutuhan air pada Tabel 1 termasuk kategori Ibu Kota Kecamatan yakni 80 – 100 liter/orang/ hari, sehingga pemakaian air pada Perumahan Kota Baru melebihi standart dari Petunjuk Teknis yang ada. Adapun hasil pemakaian rata-rata untuk domestik dan non domestik pada bulan Oktober, November dan Desember tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pemakaian rata-rata Air Non Domestik dan Domestik.

	Sosial Umum	Sosial Khusus 1	Sosial Khusus 2	Niaga Kecil	Niaga Besar	Industri Kecil	Instansi Pemerintah
Jumlah Pemakaian Bulan Oktober	40	1304	472	5641	976	43	162
Jumlah Pemakaian Bulan November	49	1274	496	5367	976	52	194
Jumlah Pemakaian Bulan Desember	44	1074	466	5525	884	33	200
Rata-rata Pemakaian	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Bulan Oktober	1290	42065	15226	181968	26387.1	1387.1	5225.8
Bulan November	1633	42467	16333	178900	32533.3	1733.3	6466.7
Bulan Desember	1419	34645	15032	178226	28516.1	1064.5	6451.6

(Sumber: Hasil Perhitungan)

b. Jumlah Kebutuhan Air

Karena peningkatan jumlah sambungan rumah pada perumahan kota baru Driyorejo semakin pesat maka dibutuhkan perhitungan pertumbuhan penduduk untuk 10 tahun mendatang menggunakan metode Geometrik dan Aritmatik yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Jumlah Proyeksi Penduduk Metode Geometrik dan Aritmatik

No	Tahun	n	Metode Geometrik	Metode Aritmatik	Proyeksi Rata-rata (rekerung)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	2015	0	7111	7111	7111
2	2016	1	7395	7322	7359
3	2017	2	7691	7533	7612
4	2018	3	7999	7744	7871
5	2019	4	8319	7955	8137
6	2020	5	8652	8166	8409
7	2021	6	8998	8377	8687
8	2022	7	9358	8588	8973
9	2023	8	9732	8799	9265
10	2024	9	10121	9010	9566
11	2025	10	10526	9221	9874

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Untuk kebutuhan air 10 tahun yang akan datang yang didapat dari jumlah proyeksi penduduk dari Tabel 4. Adapun jumlah air yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5 Jumlah Kebutuhan Air Domestik Tahun Rencana

No	Tahun	n	Proyeksi Rata-rata (Rekerung)	Jumlah Kebutuhan (l/dtk)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	2015	0	7111	8.23
2	2016	1	7359	8.52
3	2017	2	7612	8.81
4	2018	3	7871	9.11
5	2019	4	8137	9.42
6	2020	5	8409	9.73
7	2021	6	8687	10.05
8	2022	7	8973	10.39
9	2023	8	9265	10.72
10	2024	9	9566	11.07
11	2025	10	9874	11.43

(Sumber: Hasil Perhitungan)

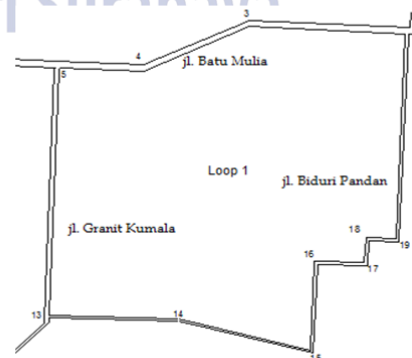
Tabel 6 Jumlah Kebutuhan Air Non Domestik Tahun Rencana

No	Tahun	Jumlah Kebutuhan (l/dtk)	Kebutuhan Non Domestik (l/dtk)
(a)	(b)	(c)	(d)
1	2015	8.23	2.47
2	2016	8.52	2.56
3	2017	8.81	2.64
4	2018	9.11	2.73
5	2019	9.42	2.83
6	2020	9.73	2.92
7	2021	10.05	3.02
8	2022	10.39	3.12
9	2023	10.72	3.22
10	2024	11.07	3.32
11	2025	11.43	3.43

(Sumber: Data PDAM)

c. Perhitungan Kehilangan Tinggi Tekan (Head Loss)

Pada setiap aliran fluida yang mengalir dalam pipa pasti akan mengalami kehilangan tinggi tekan karena gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa. Adapun gambar jaringan pipa yang akan dicari kehilangan tinggi tekan adalah wilayah jl. Biduri Pandan dan jl. Granit Kumala. Adapun gambar jaringan pipa dapat dilihat pada Gambar 7 dan perhitungan berikut:



Gambar 7 Peta Jaringan yang akan disumulasikan

Untuk menghitung *head loss* yang ada di dalam pipa menggunakan persamaan *Hardy Cross* dan *Hazen Williams*.

1) Persamaan *Darcy Weisbach*

Untuk mencari total *head mayor* dapat dicari dari rumus *Darcy Weisbach* (Persamaan 1):

Diketahui:

Jalur Pipa 2-3:

$d = 300 \text{ mm}$

$d = 0,3 \text{ m}$

$L = 277 \text{ m}$

$g = 9,81$

$f = 0,02$

Sehingga:

$Q = 0,000835 \text{ m}^3/\text{dtk}$

$Q = v \cdot A$

$v = Q/A$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (0,3)^2}{4}$$

$$= \frac{0,5024}{4}$$

$$= 0,0707 \text{ m}^2$$

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

$$= \frac{0,000835}{0,0707}$$

$$= 0,012 \text{ m/dtk}$$

$$hf = 0,02 \frac{277 \cdot (0,012)^2}{0,3 \cdot 2(9,81)} \text{ (Persamaan 1)}$$

$$= 0,02 \frac{277 \cdot 0,00014}{0,3 \cdot 19,62}$$

$$= 0,02 \frac{0,03669}{5,886}$$

$$= 0,00013 \text{ m/dtk}$$

Tabel 7 Hasil Perhitungan *Head Loss Mayor* dengan Persamaan *Darcy Weisbach*

No. Pipa	Jarak (m)	Diameter (D) m	Q (m ³ /dtk)	A	v	f	hf (Darcy Weisbach)
2-3	277	0,3	0,0008350	0,0707	0,012	0,02	0,00013
3-4	175	0,3	0,0007800	0,0707	0,011	0,02	0,00007
4-5	157	0,3	0,0008350	0,0707	0,012	0,02	0,00007
5-13	326	0,2	0,0007820	0,0314	0,025	0,02	0,00103
13-14	225	0,1	0,0006310	0,0079	0,080	0,02	0,01482
14-15	222	0,1	0,0006820	0,0079	0,112	0,02	0,02857
15-16	134	0,15	0,0009200	0,0177	0,052	0,02	0,00247
16-17	87	0,15	0,0008480	0,0177	0,048	0,02	0,00136
17-18	64	0,15	0,0007400	0,0177	0,042	0,02	0,00076
18-19	53	0,15	0,0007660	0,0177	0,043	0,02	0,00068
19-20	250	0,15	0,0008900	0,0177	0,050	0,02	0,00431
Total							0,05428

2) Persamaan *Hazen Williams*

Untuk mencari total *head mayor* dapat dicari dari rumus *Hazen - Williams* (persamaan2). hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 8.

Diketahui:

$d = 300 \text{ mm}$

$d = 0,3 \text{ m}$

$L = 0,277 \text{ km}$

$= 277 \text{ m}$

$g = 9,81$

$c = 140$ (Tabel 2.1)

Sehingga:

(1) Pipa 2-3:

$$hf = \frac{0,000835^{1,95}}{140^{1,85} 0,3^{4,83}} 277 \text{ (Persamaan.2)}$$

$$= \frac{9,37 \times 10^{-7}}{0,10782(0,0119)^{277}}$$

$$= \frac{9,37 \times 10^{-7}}{0,00032} 277$$

$$= 0,000010 \text{ m/dtk}$$

Tabel 8 Hasil Perhitungan *Head Loss Mayor* dengan Persamaan *Darcy Weisbach*

No. Pipa	Jarak (m)	Diameter (D) m	Q (m ³ /dtk)	A	v	c	K (Hazen Williams)
2-3	277	0,3	0,000835	0,0707	0,012	140	0,000010
3-4	175	0,3	0,000780	0,0707	0,011	140	0,000005
4-5	157	0,3	0,000835	0,0707	0,012	140	0,000006
5-13	326	0,2	0,000782	0,0314	0,025	140	0,000073
13-14	225	0,1	0,000631	0,0079	0,080	140	0,000937
14-15	222	0,1	0,000682	0,0079	0,112	140	0,001777
15-16	134	0,15	0,000920	0,0177	0,052	140	0,000164
16-17	87	0,15	0,000848	0,0177	0,048	140	0,000091
17-18	64	0,15	0,000740	0,0177	0,042	140	0,000051
18-19	53	0,15	0,000766	0,0177	0,043	140	0,000045
19-20	250	0,15	0,000890	0,0177	0,050	140	0,000287
Total							0,003447

Lalu dilakukan perhitungan menggunakan metode *Hardy Cross* untuk mengecek debit yang ada di dalam pipa antara lain sebagai berikut:

Tabel 9 Hasil Perhitungan Iterasi Pertama dari Persamaan *Darcy Weisbach*

No. Pipa	Jarak (m)	Diameter (D) m	Q (m ³ /dtk)	A	v	f (Darcy Weisbach)	hf	2kQ	ΔQ	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i) = KQ ²	(j) = 2(i)(d)	(k) = tot (i) / tot (j)
2-3	277	0.3	0.000835	0.071	0.012	0.02	0.00013	-9.17E-11	2.20E-07	-0.000246
3-4	175	0.3	0.000780	0.071	0.011	0.02	0.00007	-4.41E-11	1.13E-07	
4-5	157	0.3	0.000835	0.071	0.012	0.02	0.00007	-5.20E-11	1.24E-07	
5-13	326	0.2	0.000782	0.031	0.025	0.02	0.00103	-6.30E-10	1.61E-06	
13-14	225	0.1	0.000631	0.008	0.080	0.02	0.01482	-5.90E-08	1.87E-08	
14-15	222	0.1	0.000682	0.008	0.112	0.02	0.02857	-2.21E-08	5.04E-09	
15-16	134	0.15	0.000920	0.018	0.052	0.02	0.00247	-2.09E-08	4.55E-06	
16-17	87	0.15	0.000848	0.018	0.048	0.02	0.00136	-9.80E-10	2.51E-06	
17-18	64	0.15	0.000740	0.018	0.042	0.02	0.00076	-4.18E-10	1.13E-06	
18-19	53	0.15	0.000766	0.018	0.043	0.02	0.00068	-3.97E-10	1.04E-06	
19-20	250	0.15	0.000890	0.018	0.050	0.02	0.00431	-3.42E-08	7.69E-06	
								-2.16E-06	8.79E-09	

Tabel 10 Hasil Perhitungan Iterasi Pertama dari Persamaan *Hazen Williams*

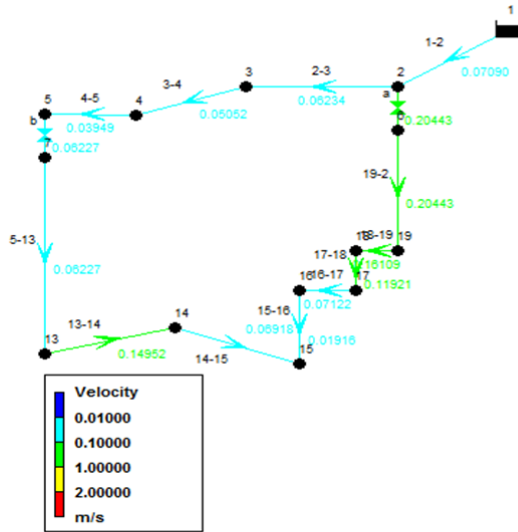
No. Pipa	Jarak (m)	Diameter (D) m	Q (m ³ /dtk)	A	v	c	K (Hazen Williams)	hf	2kQ	ΔQ
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i) = KQ ²	(j) = 2(i)(d)	(k) = tot (i) / tot (j)
2-3	277	0,3	0,000835	0,0707	0,012	140	0,000010	-6,59E-12	1,65E-08	
3-4	175	0,3	0,000780	0,0707	0,011	140	0,000005	-3,33E-12	8,83E-09	
4-5	157	0,3	0,000835	0,0707	0,012	140	0,000006	-3,91E-12	9,38E-09	
5-13	326	0,2	0,000782	0,0314	0,025	140	0,000073	-4,44E-11	1,13E-07	
13-14	225	0,1	0,000631	0,0079	0,080	140	0,000937	-3,73E-10	1,18E-06	
14-15	222	0,1	0,000682	0,0079	0,112	140	0,001777	-1,58E-09	3,13E-06	
15-16	134	0,15	0,000920	0,0177	0,052	140	0,000164	-1,39E-10	3,02E-07	
16-17	87	0,15	0,000848	0,0177	0,048	140	0,000091	-6,54E-11	1,54E-07	
17-18	64	0,15	0,000740	0,0177	0,042	140	0,000051	-2,81E-11	7,60E-08	
18-19	53	0,15	0,000766	0,0177	0,043	140	0,000045	-2,67E-11	6,97E-08	
19-20	250	0,15	0,000890	0,0177	0,050	140	0,000287	-2,28E-10	5,11E-07	
								-1,33E-09	5,58E-06	-0,000238

Tabel 11 Hasil Perhitungan Iterasi *Hardy Cross*

No	Persamaan Darcy Weisbach	Persamaan Hazen Williams
Iterasi 1	-0.000246	-0.000238
Iterasi 2	-0.000566	-0.000564
Iterasi 3	-0.000232	-0.000224
Iterasi 4	0.000089	0.000093
Iterasi 5	-0.000070	-0.000061
Iterasi 6	0.000001	0.000001

(Sumber: Hasil Perhitungan)

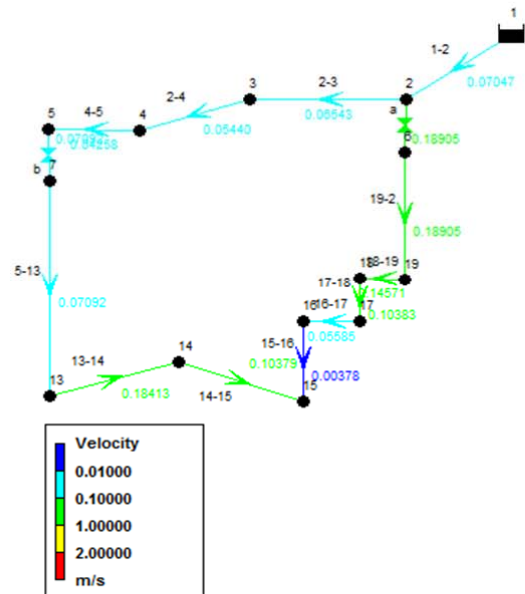
d. Analisa Menggunakan Epanet 2.0

1) Kecepatan aliran (*Velocity*) dengan formula *Darcy Weisbach*

Gambar 8 Hasil *Output* Gambar Jaringan untuk kecepatan aliran dari *Epanet 2.0* sebelum Iterasi Persamaan *Darcy Weisbach*

Dari hasil *output epanet 2.0* berupa gambar sebelum perhitungan iterasi menunjukkan bahwa pada jaringan pipa mempunyai kecepatan rata-rata sebesar 0,1 l/detik yang ditandai oleh warna biru muda. Sedangkan untuk hasil *output* berupa tabel dari analisis *Epanet 2.0* dapat dilihat pada Gambar 9.

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Velocity m/s
Pipe 2-3	277	300	0.02	0.06
Pipe 3-4	175	300	0.02	0.05
Pipe 4-5	157	300	0.02	0.04
Pipe 5-13	326	200	0.02	0.06
Pipe 13-14	225	100	0.02	0.15
Pipe 14-15	225	100	0.02	0.07
Pipe 15-16	134	150	0.02	0.02
Pipe 19-20	250	150	0.02	0.20
Pipe 18-19	53	150	0.02	0.16
Pipe 17-18	64	150	0.02	0.12
Pipe 16-17	87	150	0.02	0.07
Pipe 1-2	390	400	0.02	0.07

Gambar 9 Hasil *Output* Tabel untuk kecepatan dari *Epanet 2.0* sebelum iterasi Persamaan *Darcy Weisbach*

2) Kecepatan aliran (*Velocity*) dengan formula *Hazen Williams*

Gambar 10 Hasil *Output* Gambar Jaringan untuk kecepatan dari *Epanet 2.0* sebelum iterasi Persamaan *Hazen Williams*

hasil *output* pada gambar 10 menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan aliran sebesar 0,1 l/detik yang ditandai dengan warna biru. Adapun berupa tabel dari analisis *Epanet 2.0* dapat dilihat pada Gambar 11.

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Velocity m/s
Pipe 2-3	277	300	140	0.06
Pipe 2-4	175	300	140	0.05
Pipe 4-4	157	300	140	0.04
Pipe 5-13	326	200	140	0.06
Pipe 13-14	225	100	140	0.15
Pipe 14-15	225	100	140	0.07
Pipe 15-16	134	150	140	0.02
Pipe 19-2	250	150	140	0.20
Pipe 18-19	53	150	140	0.16
Pipe 17-18	64	150	140	0.12
Pipe 16-17	87	150	140	0.07
Pipe 1-2	390	400	140	0.07

Gambar 11 Hasil *Output* Tabel untuk kecepatan dari *Epanet 2.0* sebelum iterasi Persamaan *Hazen Williams*

Tabel 16 Selisih Perhitungan Manual dan Epanet dengan Formula Darcy Weisbach

No. Pipa	Persamaan Darcy Weisbach	Epanet	Selisih
2-3	0,00017	0,02000	0,01983
3-4	0,00011	0,01000	0,00989
4-5	0,00008	0,01000	0,00992
5-13	0,00144	0,03000	0,02856
13-14	0,00987	0,26000	0,25013
14-15	0,00925	0,08000	0,07075
15-16	0,00279	0,03000	0,00021
16-17	0,00117	0,31000	0,30883
17-18	0,00127	0,20000	0,19873
18-19	0,00066	0,09000	0,08934
19-20	0,00294	0,03000	0,02706

Tabel 17 Selisih Perhitungan Manual dan Epanet dengan Formula Hazen Williams

No. Pipa	Persamaan Hazen Williams	Epanet	Selisih
2-3	0,00001	0,02000	0,01999
3-4	0,00001	0,01000	0,00999
4-5	0,00001	0,01000	0,00999
5-13	0,00008	0,03000	0,02992
13-14	0,00069	0,26000	0,25931
14-15	0,00066	0,08000	0,07934
15-16	0,00018	0,00100	0,00082
16-17	0,00008	0,32000	0,31992
17-18	0,00007	0,19000	0,18993
18-19	0,00005	0,09000	0,08995
19-20	0,00024	0,03000	0,02976

Dari hasil penelitian bahwa hasil dari kecepatan yang ada didalam pipa masih belum memenuhi standar dari DPU 1998 yang mana kecepatan di dalam pipa 0,6-1,5 l/dtk.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian maka dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Air adalah salah satu sumber bagi kehidupan manusia untuk melangsungkan hidup dan pekerjaan sehari-hari. untuk mengetahui hasil pemakaian air dari pelanggan PDAM didapatkan dari laporan rekening bulanan, pemakaian air yang terpakai pada perumahan kota baru Driyorejo sebesar 146.279 m³/bulan dan dari hasil analisis menunjukkan bahwa air yang di distribusikan untuk domestik sudah memenuhi standart DPU yakni 100 l/orang/hari untuk kebutuhan domestik.
2. Kebutuhan jumlah air domestik untuk 10 tahun mendatang adalah sebesar 11,43 l/dtk dan untuk non domestik sebesar 3,43 l/dtk.
3. Dalam suatu jaringan perpipaan pasti akan mengalami kehilangan tinggi tekan (*Head Loss Mayor* dan *Head Loss Minor*). Dari hasil analisis menggunakan *Darcy weisbach* dan *Hazen williams* untuk *head loss mayor* sebesar 0,054 m dan 0,0035 m dan total nilai *head loss minor* sebesar 0,4601 m

4. Dari hasil penelitian kebutuhan air yang sudah di suplai pada jl. Batu Mulia jl. Biduri Pandan dan jl. Granit kumala sudah memenuhi peraturan DPU yakni untuk domestik sebesar 100 l/orang/hari.

Saran

Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat lebih baik antara lain:

1. Pihak PDAM perlu melakukan pengkajian ulang tentang sistim jaringan yang sudah seperti pengaturan dari *valve* yang ada agar distribusi air yang akan diberikan akan merata.
2. Pihak PDAM perlu melakukan analisa penyebab dari kehilangan tinggi tekan seperti survei dari kebocoran pipa atau pada pergantian meter air dan pergantian untuk pipa yang sudah pecah.
3. Untuk mengurangi *head loss* yang terjadi pada jaringan distribusi air bersih pada daerah jl. Batu Mulia, jl. Biduri Pandan, jl. Granit Kumala pihak PDAM Driyorejo perlu menambahkan debit sebesar 2 l/dtk.
4. Untuk mengurangi ketidak merataan air, perlu juga pihak PDAM mengecek keadaan pelanggan apabila adanya penggunaan pompa untuk mendapatkan air dan melakukan simulasi untuk elevasi tandon yang lebih tinggi.
5. Dapat dilakukanya pengambilan ukuran atau diameter pipa yang lebih kecil pada jaringan yang akan diteliti untuk mencari nilai *head loss* pada jaringan pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- Acep, Hidayat, ST, MT, 2011 Mekanika Fluida dan Hidrolika, Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Ali, Hasmini, Analisa Jaringan Pipa Distribusi Air dengan Metode Hardy-Cross.
- Andrew, Parr, 2003, Hidrolika dan Pneumatika, Erlangga, Jakarta
- Kodoatie, Robert J., 2002 Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Petunjuk Teknis Perencanaan Rancangan Teknik Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan Pelatihan Manajemen Perusahaan Air Minum Tingkat Pratama, 2003.
- Tekanan (*Head Loss*) pada Sistem Jaringan Pipa Daerah Layanan PDAM Tirtanadi Cabang Sunggal.
- Triadmodjo, Bambang, 1993, Hidraulika I, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triadmodjo, Bambang, 1996, Hidraulika II, Beta Offset, Yogyakarta.