

**ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK
DI JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH
STUDI KASUS : PT. XYZ WILAYAH GREEN GARDEN**

TUGAS AKHIR



**MUHAMMAD NAUFAL SISWOYO
1152005017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2020**

**ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK
DI JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH
STUDI KASUS: PT. XYZ WILAYAH GREEN GARDEN**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan



**MUHAMMAD NAUFAL SISWOYO
1152005017**


**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Naufal Siswoyo

NIM : 1152005017

Tanda Tangan : 

Tanggal : 24 Februari 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Naufal Siswoyo
NIM : 1152005017
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul TA : Analisis Kehilangan Air Fisik di Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih
Studi Kasus: PT. XYZ Wilayah Green Garden

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk melakukan penelitian pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Diki Surya irawan S.T., M.Si.
Pembimbing 2 : Ir. Erizaldy Azwar M.T., M.Sc.
Penguji 1 : Sirin Fairus, S.TP., M.T.
Penguji 2 : Sandra Madonna S.T., M.T.



Handwritten signatures of the examiners and supervisors, including the names of the supervisors and examiners listed in the text.

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 24 Februari 2020

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat melakukan penyusunan Tugas Akhir ini sebagai salah satu prasyarat dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie. Pada laporan Tugas Akhir ini penulis membahas mengenai Analisis Kehilangan Air Fisik di Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih.

Pada proses penyusunannya tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda Alm. Joko Siswoyo, Ibunda Ani Rustini, Adik Nuke Aulia Zahrani, Nenek Sri Sumilah beserta Keluarga Besar Sopandy's yang telah memberikan dukungan dan do'a demi terselesainya skripsi penulis.
2. Bapak Diki Surya Irawan S.T., M.Si. selaku Pembimbing I yang selalu membimbing dan memberi masukan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Erizaldy Azwar M.T., M.Sc. selaku Pembimbing II yang selalu membimbing di lapangan dan memberi masukan kepada penulis.
4. Ibu Prismita Nursetyowati, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang selalu membimbing dan mendukung penulis sejak awal masa perkuliahan hingga akhir masa perkuliahan.
5. Bapak Aqil Azizi, Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Bakrie atas dukungannya kepada penulis.
6. Ibu Sirin Fairus, S.TP., M.T., Ibu Deffi Ayu Puspito Sari S.T.P., M.Agr., PhD., dan Ibu Sandra Madonna, S.Si., M.T. selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Bakrie atas segala ilmu yang telah diberikan.
7. Bapak Erdy Poernomo selaku Staf Prodi Teknik Lingkungan yang membantu penulis dalam pengurusan surat dalam pelaksanaan tugas akhir.
8. Bapak Dessu Icha Permana Sigit dan Bapak Catur Nugroho selaku Staf NRW PT. XYZ yang membantu dan memberikan masukan penulis dalam hal penelitian khususnya pada aplikasi WaterGems dan program *Step Test* di lapangan.

9. Bapak Reindy dan Kak Nia selaku Staf Deteksi dan Perbaikan Kebocoran PT. XYZ yang memberi masukan dan membantu penulis dalam hal perolehan data di lapangan.
10. Bapak Jamingan, Bapak Kasmari, dan Bapak Kusin selaku kordinator lapangan Deteksi dan Perbaikan Kebocoran PT. XYZ yang memberikan arahan dan membantu penulis dalam hal perolehan data di lapangan.
11. Seluruh Staf dan Tim Lapangan Deteksi dan Perbaikan Kebocoran serta Staf NRW PT. XYZ yang telah membantu dan memberikan arahan dan masukan kepada penulis terkait penelitian dan data di lapangan.
12. Luthfiaqmar Rizky Pratiwi yang senantiasa menemani dan menjadi *partner* yang baik dalam proses pengerjaan skripsi ini hingga selesai.
13. Teman-teman seperjuangan penulis Teknik Lingkungan angkatan 2015 yang telah menghabiskan waktu bersama selama kuliah dan memberikan semangat selama ini.
14. Keluarga KMPA Wicaktala Wrestipatha, Anggana Prasthi dan Baksya Cantigi yang memberi dukungan kepada penulis.
15. Teman baik penulis, “*Future Husband*”, yang memberikan dukungan, motivasi serta mendo’akan penulis.
16. Senior dan junior Keluarga Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Bakrie (KMTL-UB) atas segala dukungannya.
17. Semua pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan baik dalam penyusunan maupun penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan di masa yang akan datang. Penulis juga mengharapkan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri khususnya dan bagi para pembaca umumnya.

Jakarta, Februari 2020

Muhammad Naufal Siswoyo

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Naufal Siswoyo

NIM : 1152005017

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Jenis Tugas Akhir : Analisis Data

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK DI JARINGAN PIPA AIR BERSIH. STUDI KASUS : PT. XYZ WILAYAH GREEN GARDEN

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 24 Februari 2020

Yang Menyatakan



Muhammad Naufal Siswoyo

ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK DI JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH. STUDI KASUS : PT. XYZ WILAYAH GREEN GARDEN

Muhammad Naufal Siswoyo

ABSTRAK

Jaringan pipa distribusi yang tidak bekerja secara optimal dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan sehingga aliran air tidak terdistribusikan secara merata ke konsumen. Salah satu penyebabnya adalah tingkat kehilangan air yang tinggi akibat kebocoran pada sistem jaringan pipa distribusi. PT. XYZ memiliki upaya untuk meningkatkan sistem penyediaan air bersih. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan menurunkan kehilangan air fisik. Perkiraan presentase kehilangan air fisik PT. XYZ Wilayah Green Garden bulan April 2018 sebesar 30%. Hal tersebut tentunya masih diatas standar toleransi angka kehilangan air bersih PDAM secara nasional yakni 20%. Untuk mengatasi kendala itu, maka perlu dilakukannya pencarian kehilangan air dan cara menurunkan kehilangan air tersebut. Setelah diidentifikasi dengan melakukan metode *Step Test*, bahwa ditemukan adanya kehilangan air sebesar 84 l/s pada bulan Juli 2018, dan terjadi kenaikan pada bulan Mei tahun 2019 sebesar 103,16 l/s atau mengalami kenaikan sebesar 23%. Lalu melakukan proses kalibrasi tekanan pada peta jaringan kondisi eksisting pada bulan Mei 2019 dengan peta jaringan teoritis yang dibuat dengan Aplikasi *WaterGEMS V.10* dan mendapatkan hasil selisih tekanan tertinggi pada *chamber 8* sebesar 3,5 mH₂O serta selisih tekanan terendah pada *chamber 1* sebesar 1,03 mH₂O. Upaya menurunkan kehilangan air fisik pada PT. XYZ adalah dengan melakukan proses deteksi dan perbaikan kebocoran. Pada proses deteksi kebocoran PT. XYZ menggunakan 2 metode yaitu *Visible* dan *Invisible*. Setelah melakukan proses deteksi dan perbaikan kebocoran, PT. XYZ melakukan pemantauan *Minimum Night Flow* untuk melihat adanya penurunan saat dilakukannya proses deteksi dan perbaikan kebocoran. Deteksi perbaikan dan kebocoran pada periode Januari sampai Mei 2019 mendapatkan hasil temuan titik bocor sebanyak 77 titik bocor, yaitu dengan menggunakan metode *Invisible* sebanyak 32 titik bocor, dan metode *Visible* sebanyak 45 titik bocor. Setelah melakukan proses deteksi dan perbaikan kebocoran, PT. XYZ mendapatkan hasil total estimasi debit bocor sebesar 5,33 l/s, serta dapat menurunkan kehilangan air fisik sebesar 16% dalam kurun waktu tiga bulan pada periode Januari sampai Maret 2019 dengan metode *Minimum Night Flow*.

Kata Kunci : Kehilangan Air, Jaringan Distirbusi Air Bersih, Tekanan, Aliran, *Step Test*, *Minimum Night Flow*

WATER LOSS PHYSICAL ANALYSIS IN CLEAN WATER DISTRIBUTION PIPES NETWORK. CASE STUDY: PT. XYZ GREEN GARDEN AREA

Muhammad Naufal Siswoyo

ABSTRACT

Distribution pipes that do not work optimally can cause various kinds of problems so that water flow is not evenly distributed to consumers. One reason is the high level of water loss due to leakage in the distribution pipeline system. PT. XYZ has an effort to improve the water supply system. One effort that can be done is to reduce physical water loss. Estimated percentage of physical water loss of PT. XYZ Green Garden Area in April 2018 at 30%. This is of course still above the national tolerance level for clean water loss, which is 20%. To overcome this obstacle, it is necessary to search for water loss and how to reduce water loss. After being identified by using the Step Test method, it was found that there was a loss of water of 84 l / s in July 2018, and an increase in May 2019 of 103.16 l / s or an increase of 23%. Then, calibrate the pressure process on the existing network map in May 2019 and compare it to the theoretical network map that made with WaterGEMS V.10. The Results based on the comparison are the highest pressure difference in chamber 8 of 3,5 mH₂O, and the lowest pressure difference on the chamber 1 of 1,03 mH₂O. Efforts to reduce physical water loss at PT. XYZ is a leak detection and repair process. In the process of leak detection PT. XYZ uses 2 methods, Visible and Invisible. After conducting the leak detection and repair process, PT. XYZ is monitoring the Minimum Night Flow to see a decrease in the process of detecting and repairing leaks. Detection of repairs and leaks in the January to May 2019 period found 77 leak points, using 32 Invisible leak points and Visible methods with 45 leak points. After carrying out the process of detecting and repairing leaks PT. XYZ got the total estimated leakage of 5.33 l / s. And can reduce physical water loss by 16% within a period of three months in the period January to March 2019 with the Minimum Night Flow method.

Keywords : Water Loss, Clean Water Distribution Network, Pressure, Flow, Step Test, Minimum Night Flow

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
UNGKAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DATA LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	16
1.1 Latar Belakang.....	16
1.2 Rumusan Masalah.....	18
1.3 Tujuan Penelitian	18
1.4 Manfaat Penelitian	18
1.5 Batasan Masalah	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1 Sistem Penyediaan Air Minum	20
2.2 Kehilangan Air.....	21
2.2.1 Definisi Kehilangan Air	21
2.2.2 Persentase Kehilangan Air	21
2.2.3 Bentuk Kehilangan Air	22
2.2.4 Sumber Kehilangan Air	24
2.2.5 Kerugian Akibat Kehilangan Air	27
2.2.6 Hubungan Tekanan dengan Kehilangan Air (Kebocoran).....	28
2.2.7 Mengidentifikasi Kehilangan Air Fisik.....	29
2.3 Neraca Air.....	31
2.4 <i>District Meter Area (DMA)</i>	36
2.5 Program Perencanaan Penurunan Kehilangan Air.....	36
2.5.1 Pemasangan dan Pergantian Meter Induk	36
2.5.2 Pemasangan dan Penggantian Meter Konsumen	37

2.5.3	Rehabilitasi Pipa	37
2.5.4	Manajemen Tekanan (<i>Pressure Management</i>)	37
2.5.5	Pemantauan <i>District Meter Area</i> (DMA).....	38
2.6	Kehilangan Tekanan	39
2.7	Kalibrasi Model	41
2.8	Metode <i>Step Test</i>	41
2.9	Alat Pendeteksi Kehilangan Air.....	43
2.10	Aplikasi <i>WaterGEMS</i> dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih.....	43
2.11	Gambaran Umum PT. XYZ.....	44
2.12	Zona Distribusi Jaringan Pipa PT. XYZ.....	44
2.13.	Penelitian Terdahulu	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		51
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	51
3.2	Metode Penelitian	52
3.3	Diagram Alir	52
3.3.1	Diagram Alir Penelitian	52
3.3.2	Diagram Alir Aplikasi <i>WaterGEMS</i>	54
3.4	Metode Pengumpulan Data.....	55
3.4.1	Tahapan Persiapan	55
3.4.2	Survey Lapangan.....	55
3.4.3	Pengumpulan Data	55
3.5	Pengolahan dan Analisa Data	57
3.6	Simulasi Jaringan Pipa Dengan Aplikasi <i>WaterGEMS</i>	58
3.7	Alat Penelitian.....	59
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		63
4.1	Pemantauan Harian <i>Flow</i> April – Juni 2018.....	63
4.2	<i>Step Test</i> Awal 2018	66
4.3	Deteksi dan Perbaikan Kebocoran	68
4.3.1	Metode <i>Visible</i>	69
4.3.2	Metode <i>Invisible</i>	69
4.3.3	Proses Perbaikan Kebocoran.....	70
4.3.4	Pengukuran Estimasi Debit Bocor	74
4.3.5	Analisa Data Kebocoran <i>Visible</i>	75

4.3.6	Analisa Data Kebocoran <i>Invisible</i>	76
4.4	<i>Step Test</i> 2019.....	76
4.5	Pemantauan <i>Minimum Night Flow</i> Januari – Juni 2019.....	79
4.6	Pemodelan Jaringan Menggunakan Aplikasi <i>WaterGEMS</i> V.10.....	81
4.6.1	Pemodelan Pipa Aplikasi <i>WaterGEMS</i> V.10.....	83
4.6.2	Pemodelan <i>Junction</i> Aplikasi <i>WaterGEMS</i> V.10.....	84
4.6.3	Produksi dan Tekanan pada Aplikasi <i>WaterGEMS</i>	85
4.7	Kalibrasi Tekanan.....	87
4.7.1	Perhitungan Kalibrasi Pada <i>Chamber</i> 1.....	89
4.7.2	Perhitungan Kalibrasi Pada <i>Chamber</i> 8.....	90
4.7.3	Hasil Selisih Kalibrasi Tekanan Pada Semua <i>Chamber</i>	91
BAB V PENUTUP.....		94
5.1	Simpan.....	94
5.2	Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....		96

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indikatif Keakuratan Meter	24
Tabel 2. 2 Matriks Target Kehilangan Air	35
Tabel 2. 3 Koefisien Kekasaran Pipa Hazen-Williams	39
Tabel 2. 4 Koefisien Kehilangan Minor	40
Tabel 2. 5 Permanent Area	45
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu	46
Tabel 4. 1 Rata-rata <i>Flow</i> /24 jam Tahun 2018.....	63
Tabel 4. 2 Rata-Rata Minimum Night Flow Periode April - Juni 2018	65
Tabel 4. 3 Blangko Step Test Green Garden Tahun 2018.....	66
Tabel 4. 4 Langkah Step test Green Garden Tahun 2018.....	67
Tabel 4. 5 Data Visible Januari - Mei 2019	75
Tabel 4. 6 Data Invisible Januari - Mei 2019	76
Tabel 4. 7 Blangko Step Test Green Garden Tahun 2019.....	77
Tabel 4. 8 Langkah Step Test Green Garden 2019	77
Tabel 4. 9 Rata-Rata Minimum Night Flow Tahun 2019	79
Tabel 4. 10 Net Night Flow 2019.....	80
Tabel 4. 11 Data Teknis Pipa Aplikasi WaterGEMS	83
Tabel 4. 12 Data Teknis Junction Aplikasi WaterGEMS.....	84
Tabel 4. 13 Data Base Demand Aplikasi WaterGEMS.....	85
Tabel 4. 14 Debit dan Tekanan Inlet Kondisi WaterGEMS dan Eksisting	86
Tabel 4. 15 Data Kalibrasi Chamber 1	89
Tabel 4. 16 Data Kalibrasi Chamber 8	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan Tekanan dengan Kebocoran.....	28
Gambar 2. 2 Neraca Air	32
Gambar 2. 3 Tahapan Tindakan Pencarian Kebocoran	42
Gambar 2. 4 Permanent Area PT. XYZ	45
Gambar 3. 1 Area Penelitian DMA Green Garden.....	51
Gambar 3. 2 Diagram Alir.....	53
Gambar 3. 3 Diagram Alir Aplikasi WaterGEMS V.10.....	54
Gambar 3. 4 Peralatan Injeksi Invisible	59
Gambar 3. 5 Peralatan Pengeboran	60
Gambar 3. 6 Peralatan Deteksi Invisible	60
Gambar 3. 8 Peralatan Perbaikan Kebocoran.....	61
Gambar 3. 9 Peralatan Pengukuran Estimasi Kebocoran	62
Gambar 3. 10 Peratalan Pengukuran Estimasi Kebocoran	62
Gambar 4. 1 Skenario Step Test DMA Green Garden.....	68
Gambar 4. 2 Hasil Temuan Bocor Visible	69
Gambar 4. 3 Hasil Temuan Bocor Invisible.....	70
Gambar 4. 4 Hasil Galian Kebocoran Visible	71
Gambar 4. 5 Hasil Perbaikan Kebocoran Visible.....	71
Gambar 4. 6 Hasil Reinstatement.....	72
Gambar 4. 7 Hasil Galian Kebocoran Invisible.....	73
Gambar 4. 8 Hasil Perbaikan Kebocoran Invisible	73
Gambar 4. 9 Hasil Estimasi Debit Bocor	75
Gambar 4. 10 Pengecekan Debit Pada Inlet	78
Gambar 4. 11 Pembukaan dan Penutupan Valve	78
Gambar 4. 12 Hasil Simulasi Jaringan Pipa DMA Green Garden	82
Gambar 4. 13 Debit dan Tekanan Inlet Kondisi WaterGEMS dan Eksisting	87
Gambar 4. 14 Titik Junction Chamber	88
Gambar 4. 15 Selisih Kalibrasi Tekanan pada Chamber.....	91
Gambar 4. 16 Chamber	93
Gambar 4. 17 Pengambilan Data Chamber dengan Logger Hydrint.....	93

DATA LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Data Rekapitulasi Deteksi *Visible*
- Lampiran 2.** Data Rekapitulasi Deteksi *Invisible*
- Lampiran 3.** Data *Link* Pipa pada Aplikasi *WaterGEMS V.10*
- Lampiran 4.** Data *Node Junction* pada Aplikasi *WaterGEMS V.10*
- Lampiran 5.** Data *Base Demand* pada Aplikasi *WaterGEMS V.10*
- Lampiran 6.** Data Perhitungan Kalibrasi Tekanan pada *Chamber*
- Lampiran 7.** Peta Jaringan Distribusi DMA Green Garden
- Lampiran 8.** Standar Operasional Pemeliharaan Divisi Kebocoran PT. XYZ
- Lampiran 9.** Dokumentasi