

**PENGUNAAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM
PEMETAAN TEMATIK UNTUK MEMONITOR
KEBOCORAN PIPA PDAM
(Studi Kasus : PDAM Unit Randublatung I, Kabupaten Blora)**

Skripsi



**Disusun oleh :
Resiyana Hanifatuzzulfah
NIM. 1725906**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGUNAAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM
PEMETAAN TEMATIK UNTUK MEMONITOR
KEBOCORAN PIPA PDAM
(Studi Kasus : PDAM Unit Randublatung I, Kabupaten Blora)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh :

**RESIYANA HANIFATUZZULFAH
NIM. 1725906**


Menyetujui :

Dosen Pembimbing Utama



(Ir. Dedy Kurnia Sunaryo, M.T.)

Dosen Pembimbing Pendamping



(Adkha Yulianandha M., S.T., M.T.)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



(Hery Purwanto, S.T., M.Sc.)



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : RESIYANA HANIFATUZZULFAH
NIM : 1725906
JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : PENGGUNAAN APLIKASI SISTEM INFORMASI
GEOGRAFIS DALAM PEMETAAN TEMATIK UNTUK
MEMONITOR KEBOCORAN PIPA PDAM (STUDI KASUS:
PDAM UNIT RANDUBLATUNG I, KABUPATEN BLORA)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang
Strata 1 (S-1)

Pada Hari : Senin
Tanggal : 28 Januari 2019
Dengan Nilai :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

(Ir. Jasmani, M.Kom.)

NIP.Y. 1039500284

Penguji I

(Silvester Sari Sai, S.T., M.T.)

NIP.Y. 1030600413

Dosen Pendamping

(Ir. Dedy Kurnia Sunaryo, M.T.)

NIP.Y. 1039500280

Penguji II

(Hery Purwanto, S.T., M.Sc.)

NIP.Y. 1030000345



**PENGGUNAAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM
PEMETAAN TEMATIK UNTUK MEMONITOR
KEBOCORAN PIPA PDAM
(Studi Kasus : PDAM Unit Randublatung I, Kabupaten Blora)**

Resiyana Hanifatuzzulfa 1725906

Dosen Pembimbing I : Ir. Dedy Kurnia Sunaryo, M.T.

Dosen Pembimbing II : Adkha Yulianandha M., S.T., M.T.

Abstraksi

Perkembangan suatu daerah menyebabkan kebutuhan air bersih masyarakat semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan air bersih tersebut harus diimbangi dengan optimalisasi produksi air bersih. Salah satu caranya yaitu meminimalisasikan kebocoran air. Sampai saat ini penanganan kebocoran PDAM Unit Randublatung I masih dilakukan secara konvensional. Oleh karena itu diperlukan sebuah metode yang dapat melakukan monitoring kebocoran air. Salah satu metode tersebut yaitu sistem informasi geografis (SIG).

Metode SIG ini dilakukan dengan membuat pemetaan tingkat kehilangan air akibat kebocoran. Metode ini memperhitungkan nilai *base demand* dan pemakaian air berdasarkan waktu tertentu. Adapun tahapan dalam melakukan proses tersebut diawali dengan melakukan pengumpulan data spasial dan atribut. Data-data tersebut selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan *software EPANET 2.0*. Hasil simulasi tersebut berupa data *pressure* (tekanan air) dan *velocity* (kecepatan aliran) yang digunakan sebagai parameter penentu tingkat kebocoran air. Kedua parameter tersebut masing-masing dilakukan *scoring* untuk mendapatkan klasifikasi tingkat kebocoran air yang dipresentasikan dalam bentuk peta tematik tingkat kebocoran air.

Simulasi menggunakan *software EPANET* tersebut menghasilkan nilai *pressure* tertinggi pada *node* N8 sebesar 52,4 meter dan *velocity* tertinggi pada pipa P51 sebesar 0,18 m/s. Kondisi ini terjadi saat jam puncak (jam ke-10). Sedangkan saat aliran minimum (jam ke-21), nilai *pressure* tertinggi pada *node* N8 sebesar 52,43 meter dan *velocity* tertinggi pada pipa P51 sebesar 0,16 m/s. Nilai *pressure* dan *velocity* saat jam puncak dilakukan perhitungan tingkat kehilangan air. Tingkat kehilangan air yang dialami PDAM ini dapat dikategorikan rendah dan sedang. Tingkat kehilangan air rendah sebesar 3.610,56 m³, atau 7,77%, sedangkan tingkat kehilangan air sedang sebesar 12.841,69 m³ atau 27,64%.

Kata kunci : SIG, *pressure*, *velocity*, kebocoran air, *EPANET*.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Resiyana Hanifatuzzulfa
NIM : 1725906
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

“Penggunaan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Pemetaan Tematik untuk Memonitor Kebocoran Pipa PDAM (Studi Kasus : PDAM Unit Randublatung I, Kabupaten Blora)”

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali yang disebutkan sumbernya.

Malang, 22 Januari 2019

Yang membuat pernyataan,



Resiyana Hanifatuzzulfa
NIM : 1725906

HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Barangsiapa membantu keperluan saudaranya, maka Allah akan membantu
keperluannya.” (HR. Muttafaq’alaih)*

*Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan nikmat, rahmat, dan hidayah-
Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini.*

Penyusunan skripsi ini khusus saya persembahkan untuk

*Kedua orang tua, kakak, dan keluarga tercinta
yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat, dan motivasi*

*Sahabat dan teman-teman
yang senantiasa memberikan dukungan*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan Skripsi yang berjudul **:Penggunaan Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan Tematik untuk Memonitor Kebocoran Pipa PDAM (Studi Kasus : PDAM Unit Randublatung I, Kabupaten Blora)**, dapat terselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa dengan bantuan dari berbagai pihak, penulisan Skripsi ini dapat terlaksana. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan khususnya :

1. Hery Purwanto, S.T., M.Sc., selaku ketua program studi Teknik Geodesi.
2. Silvester Sari Sai, S.T., M.T., selaku sekretaris program studi jurusan Teknik Geodesi..
3. Ir. Dedy Kurnia Sunaryo, M.T., selaku dosen pembimbing utama.
4. Adkha Yulianandha M., S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pendamping.
5. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa.
6. Dosen program studi Teknik Geodesi yang telah memberikan ilmu dan pengarahan selama perkuliahan.
7. Staf karyawan program studi Teknik Geodesi yang telah memberikan pengarahan selama perkuliahan.
8. Pihak PDAM Kabupaten Blora yang telah memberikan fasilitas selama penelitian.
9. Pihak PDAM Unit Randublatung I yang telah memberikan fasilitas dan pengarahan selama penelitian.
10. Sahabat yang selalu memberikan dukungan.
11. Teman-teman ekstensi ITN 2017/2018 yang telah memberikan dukungan dan membantu selama masa studi ini.

12. Alumni teknik geodesi dan geomatika yang telah memberikan informasi dan pengarahan selama studi.
13. Teman-teman IKASMARANSA yang telah memberikan dukungan dan membantu dalam melakukan studi literatur.
14. Pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Walaupun telah berusaha secara optimal, penulis menyadari bahwa tulisan ini masih terdapat kekurangannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari berbagai pihak demi penyempurnaan tulisan-tulisan lebih lanjut, sangat penulis harapkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi diri penulis, para pembaca, dan pihak-pihak yang membutuhkannya.

Malang, Oktober 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAKSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.3.1. Tujuan Penelitian	2
1.3.2. Manfaat Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum)	4
2.2. Jaringan Distribusi Pipa.....	5
2.2.1. Sistem Perpipaan	5
2.2.2. Sistem Pengaliran	5
2.2.3. Pola Jaringan Distribusi.....	6
2.2.4. Jenis Pipa Distribusi	7
2.2.5. Perlengkapan Pipa Distribusi.....	8
2.3. Kebutuhan Air	9
2.4. Fluktuasi Penggunaan Air.....	9
2.5. Kebocoran Air	10

2.5.1. <i>Pressure</i> (Tekanan Air)	12
2.5.2. <i>Velocity</i> (Kecepatan Aliran)	12
2.6. Klasifikasi Tingkat Kebocoran Air.....	13
2.7. Pengertian Sistem Informasi Geografis	14
2.7.1. Subsystem SIG	14
2.7.2. Kemampuan Analisis SIG	15
2.7.3. Topologi.....	16
2.8. Basis Data	17
2.9. Peta Tematik	19
2.10. <i>Software EPANET</i>	20
2.11. <i>Software ArcGIS</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1. Setting Penelitian	23
3.1.1. Waktu penelitian.....	23
3.1.2. Lokasi Penelitian	23
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	25
3.2.1. Alat	25
3.2.2. Bahan	25
3.3. Tahapan Penelitian.....	25
3.4. Proses Pengolahan Data.....	29
3.4.1. Persiapan Data	29
3.4.2. <i>Editing Data</i>	31
3.4.3. Topologi Data	32
3.4.4. <i>Join Data</i>	34
3.4.5. Simulasi Jaringan Pipa.....	37
3.4.6. <i>Scoring</i>	43
3.4.7. <i>Overlay</i>	46
3.4.8. <i>Symbology</i> dan <i>Layouting</i>	51
3.4.9. Validasi Data	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1. Hasil Perhitungan <i>Base Demand</i>	55
4.2. Hasil Pemakaian Air.....	57

4.3. Hasil Jaringan Pipa	59
4.4. Hasil Analisa Simulasi Jaringan Pipa	62
4.5. Hasil Tingkat Kebocoran.....	65
BAB V PENUTUP.....	73
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria Pipa Distribusi	11
Tabel 2. 2 Kriteria Tingkat Tekanan Air Bersih	12
Tabel 2. 3 Kriteria Tingkat Kecepatan Aliran Air Bersih.....	13
Tabel 2. 4 Klasifikasi Tingkat Kebocoran Pipa	14
Tabel 3. 1 Rencana Jadwal Penelitian.....	23
Tabel 3. 2 Penentuan Skor untuk Pipa Bocor	54
Tabel 3. 3 Penentuan Skor untuk Klem <i>Saddle</i> Bocor.....	54
Tabel 4. 1 Jumlah Pelanggan PDAM Unit Randublatung I.....	55
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan <i>Base Demand</i>	56
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Faktor Jam Puncak	58
Tabel 4. 4 Pipa PDAM Unit Randublatung I.....	60
Tabel 4. 5 Nilai <i>Pressure</i> pada Jam Puncak.....	62
Tabel 4. 6 Nilai <i>Pressure</i> pada Aliran Minimum.....	63
Tabel 4. 7 Nilai <i>Velocity</i> saat Jam Puncak	64
Tabel 4. 8 Nilai <i>Velocity</i> saat Aliran Minimum	64
Tabel 4. 9 <i>Scoring</i> Parameter	65
Tabel 4. 10 Tingkat Kehilangan Air	68
Tabel 4. 11 Kehilangan Air Berdasarkan Klasifikasi Tingkat Kebocoran Air	69
Tabel 4. 12 Data Keluhan Pelanggan.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Cabang.....	7
Gambar 2. 2 Meter air	8
Gambar 2. 3 Subsistem SIG	15
Gambar 2. 4 Peta Infrastruktur.....	19
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kecamatan Randublatung, Blora.....	24
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3. 3 <i>Export Data dwg</i> menjadi <i>dxf</i>	30
Gambar 3. 4 Data Jaringan Pipa PDAM.....	30
Gambar 3. 5 Data Pelanggan PDAM	31
Gambar 3. 6 <i>Editing Data Penelitian</i>	31
Gambar 3. 7 Area Penelitian	32
Gambar 3. 8 Pembuatan <i>Geodatabase</i>	32
Gambar 3. 9 <i>Summary Topology</i>	33
Gambar 3. 10 Kesalahan Topologi	33
Gambar 3. 11 Hasil Proses Topologi	34
Gambar 3. 12 <i>Plotting Data Pelanggan</i>	34
Gambar 3. 13 Hasil <i>Plotting Koordinat Data Pelanggan</i>	35
Gambar 3. 14 <i>Input Nomor Pelanggan</i>	35
Gambar 3. 15 <i>Join Data Attribute</i>	36
Gambar 3. 16 Hasil Proses <i>Join Data Attribute</i>	36
Gambar 3. 17 <i>Export Data dxf</i> ke <i>inp</i>	37
Gambar 3. 18 <i>Import Data Jaringan Pipa</i>	38
Gambar 3. 19 <i>Input Data Pattern</i>	39
Gambar 3. 20 <i>Input Data Node</i>	39
Gambar 3. 21 Input Data Pipa.....	40
Gambar 3. 22 <i>Input Data Reservoir</i>	40
Gambar 3. 23 <i>Input Pump Curve</i>	41
Gambar 3. 24 Kesalahan <i>Input Data</i>	41
Gambar 3. 25 <i>Report Run Analysis</i>	42
Gambar 3. 26 Data Tekanan Air	42

Gambar 3. 27 <i>Export</i> Data Pemrosesan EPANET	43
Gambar 3. 28 Pembuatan <i>Field</i> ID Pipa	43
Gambar 3. 29 Hasil <i>Join Data Velocity</i>	44
Gambar 3. 30 Hasil <i>Join Data Pressure</i>	44
Gambar 3. 31 Seleksi Data <i>Velocity</i>	45
Gambar 3. 32 <i>Input</i> Skor.....	45
Gambar 3. 33 Hasil <i>Scoring</i> Parameter <i>Velocity</i>	46
Gambar 3. 34 Proses <i>Overlay</i> Data Spasial	46
Gambar 3. 35 Hasil Proses <i>Overlay</i>	47
Gambar 3. 36 Perhitungan Skor Akhir.....	47
Gambar 3. 37 Hasil Perhitungan Skor Akhir	48
Gambar 3. 38 Seleksi Data Proses Klasifikasi	49
Gambar 3. 39 <i>Input</i> Data Klasifikasi.....	49
Gambar 3. 40 Proses Klasifikasi Kebocoran	50
Gambar 3. 41 Proses Penggabungan Data Klasifikasi	50
Gambar 3. 42 Hasil Klasifikasi Kebocoran Pipa	50
Gambar 3. 43 Proses Simbologi Tingkat Kebocoran Pipa.....	51
Gambar 3. 44 Klasifikasi Tingkat Kebocoran Pipa	51
Gambar 3. 45 Pembuatan <i>Grid Index</i>	52
Gambar 3. 46 Pengaturan <i>Data Driven Pages</i>	52
Gambar 3. 47 Peta Tingkat Kebocoran Pipa PDAM	53
Gambar 4. 3 Sumber Air Baku PDAM Unit Randublatung I	59
Gambar 4. 4 <i>Run Status</i>	60
Gambar 4. 5 Peta Jaringan Pipa	61
Gambar 4. 6 Tingkat Kebocoran Pipa saat Jam Puncak	66
Gambar 4. 7 Tingkat Kebocoran Pipa saat Aliran Minimum	67
Gambar 4. 10 Peta Tingkat Kebocoran Pipa PDAM Unit Randublatung I	72

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Rata-rata Nilai <i>Base Demand</i>	56
Grafik 4. 2 Pemakaian Air Berdasarkan Waktu.....	57
Grafik 4. 3 Data Teknis PDAM Unit Randublatung I	68
Grafik 4. 4 Tingkat Kehilangan Air	70

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Spasial Jaringan Pipa
- Lampiran 2. Data Atribut Jaringan Pipa
- Lampiran 3. Data Pelanggan
- Lampiran 4. Nilai *Pressure* (Tekanan Air)
- Lampiran 5. Nilai *Velocity* (Kecepatan Aliran)
- Lampiran 6. Klasifikasi Tingkat Kebocoran Air
- Lampiran 7. Keluhan Pelanggan
- Lampiran 8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian
- Lampiran 9. Dokumen Penelitian
- Lampiran 10. Peta Tingkat Kebocoran Air

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan suatu daerah menyebabkan kebutuhan air bersih masyarakat semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan air bersih tersebut harus diimbangi dengan optimalisasi produksi air bersih. Salah satu caranya yaitu meminimalisasikan terjadinya kehilangan air baik fisik maupun non fisik. Salah satu kehilangan fisik air tersebut yaitu masalah kebocoran air bersih.

Kebocoran air ini sering terjadi di berbagai daerah khususnya Kabupaten Blora. Berdasarkan data Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Blora tahun 2016 terjadi kehilangan air sebesar 1.312.609,6 m³ atau 33,6% dari total air yang terdistribusi ke pelanggan. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007, kehilangan air fisik seperti kebocoran maksimal sebesar 15% dari jumlah air yang terdistribusi.

Kebocoran air ini sangat merugikan pihak perusahaan jasa air bersih yaitu PDAM. Sampai saat ini penanganan kebocoran PDAM Unit Randublatung I masih dilakukan secara konvensional, sehingga volume air yang hilang juga semakin besar. Besarnya volume air yang hilang tersebut berpengaruh terhadap pendapatan yang diterima oleh pihak perusahaan. Selain merugikan pihak PDAM sebagai penyedia jasa, kehilangan air akibat kebocoran juga merugikan pihak pelanggan. Apabila terjadi kebocoran, maka akan berpengaruh terhadap kecukupan air bersih di lokasi-lokasi terjauh dari sumber air, sehingga kegiatan pelanggan dapat terganggu dalam melakukan aktivitasnya, seperti memasak, mandi, minum dll. Oleh karena itu diperlukan sebuah metode yang dapat meminimalisasikan tingkat kebocoran tersebut. Salah satu metode yang digunakan yaitu sistem informasi geografis.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan komponen yang terdiri dari *hardware*, *software*, data geografis, sumberdaya manusia yang bekerja sama untuk menangkap, menyimpan, memperbaiki, *updating*, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Puntodewo, dkk., 2003). Sistem ini sudah banyak digunakan khususnya

dalam bidang utilitas seperti inventarisasi jaringan air minum, perencanaan dan pemeliharaan jaringan pipa dll.

Penggunaan aplikasi SIG ini dapat diasumsikan dapat memonitor tingkat kebocoran yang terjadi. *Output* dari penggunaan aplikasi ini disajikan dalam bentuk peta tematik potensi kebocoran pipa PDAM. Pemanfaatan SIG diharapkan dapat meminimalisasikan tingkat kehilangan air akibat terjadinya kebocoran air bersih, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pendapatan daerah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana cara memonitor kebocoran pipa PDAM?
2. Bagaimana peran sistem informasi geografis dalam pemetaan tematik untuk memonitor kebocoran jaringan pipa PDAM?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui cara memonitor kebocoran pipa PDAM.
2. Mengetahui manfaat sistem informasi geografis dalam memonitor kebocoran pipa air PDAM.
3. Mengetahui daerah pelayanan yang sering mengalami kebocoran pipa air bersih.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui lokasi-lokasi yang berpotensi mengalami kebocoran air.
2. Penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kebocoran air.
3. Penelitian ini dapat digunakan untuk mempermudah dalam memonitor kebocoran jaringan pipa air bersih.
4. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan kebijakan terkait memonitor jaringan pipa air bersih.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Faktor dalam penentu kebocoran jaringan pipa PDAM menggunakan hasil simulasi dari *software EPANET 2.0* berupa data *pressure* dan *velocity*.
2. Memonitor kebocoran dilihat dari klasifikasi tingkat kebocoran air.
3. Tingkat kebocoran pipa menggunakan data produksi air dan jumlah air yang terjual.
4. Parameter penentu kebocoran pipa PDAM menggunakan data tahun 2017.
5. Data pelanggan merupakan data pemilik bidang tanah.

1.5. Sistematika Penulisan

Bab I PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II DASAR TEORI

Menjelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian yang dilakukan, seperti sistem informasi geografis, peta tematik, basis data, jaringan distribusi, PDAM, *pressure*, *velocity*, kebocoran air, *software ArcGIS*, *software EPANET*.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan bahan dan alat yang digunakan dalam melakukan penelitian, jadwal penelitian, diagram alir proses penelitian, dan tahapan penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang hasil penelitian dan melakukan analisa terhadap hasil tersebut, seperti analisa kebutuhan air, pola pemakaian air, jaringan pipa, hasil simulasi jaringan pipa, dan tingkat kebocoran.

Bab V PENUTUP

Menguraikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran agar penelitian ini bisa menghasilkan hasil yang lebih baik.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum)

Air merupakan aspek yang penting dalam kehidupan makhluk hidup sehingga perlu dilakukan pengelolaan yang baik agar air yang dikonsumsi aman. Di Indonesia, pengelolaan tersebut dilakukan oleh suatu instansi yang bernama Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 2 tahun 2007 tentang organ dan kepegawaian perusahaan daerah air minum, PDAM merupakan badan usaha milik daerah yang bergerak di bidang pelayanan air minum. PDAM bertanggung jawab untuk menyediakan kebutuhan air bersih bagi masyarakat.

PDAM memiliki beberapa fungsi yang diatur dalam Keputusan Menteri Dalam Negeri No. 690-069 tahun 1992 tentang pola petunjuk teknis pengelolaan PDAM yang menjelaskan tentang tugas pokok PDAM dalam memberikan pelayanan umum kepada masyarakat yaitu dalam menjalankan fungsinya, PDAM diharapkan mampu membiayai dirinya sendiri, berusaha meningkatkan pelayanannya, dan mampu memberikan sumbangan pembangunan daerah. Pengelolaan PDAM harus memperhatikan aspek transparansi, akuntabilitas dalam melakukan pengelolaan administrasi, operasional, dan keuangan. Hal ini dikarenakan aspek-aspek tersebut akan berpengaruh terhadap tingkat kinerja PDAM.

PDAM unit Randublatung I merupakan salah satu unit PDAM di Kabupaten Blora yang melayani 5 (lima) desa yaitu Sumberejo, Kediren, Wulung, Pilang, dan Randublatung. Pada tahun 2017, PDAM ini memiliki pelanggan aktif sejumlah 1984 pelanggan. PDAM ini mendapatkan sumber air baku dari sumur pompa yang terletak di desa Sumberejo, Randublatung. Sumur pompa tersebut memiliki spesifikasi *head* pompa sebesar 74 meter dan kapasitas sebesar 20 liter/detik dengan jam operasi selama 23 jam/hari.

2.2. Jaringan Distribusi Pipa

Menurut Joko (2010), jaringan distribusi merupakan jaringan pipa yang tersambung ke pelanggan. Sistem distribusi jaringan mempunyai fungsi pokok untuk mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan, dan *reservoir* distribusi. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam sistem distribusi pipa yaitu tersedianya jumlah air dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

2.2.1. Sistem Perpipaan

Menurut Giles dalam Joko (2010), sistem perpipaan distribusi konsumen dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu :

1. Pipa hantar ditribusi

a. Pipa induk utama (*primary feeders*)

Pipa induk utama atau pipa arteri merupakan pipa yang membawa sejumlah besar air dari instalasi pemompaan, ke, dan dari *reservoir* distribusi menuju daerah layanan.

b. Pipa induk sekunder (*secondary feeders*)

Pipa induk sekunder merupakan pipa yang membawa sejumlah besar air dari pipa induk utama ke berbagai daerah untuk menjaga suplai air yang normal dan pemadam kebakaran.

2. Pipa pelayanan distribusi

a. Pipa pelayanan utama (*small distribution mains*)

Pipa pelayanan utama mendistribusikan air ke pipa-pipa pelayanan dan boleh langsung dihubungkan dengan sambungan rumah. Pipa pelayanan (*service line*).

b. Pipa pelayanan merupakan pipa yang dihubungkan dengan sambungan rumah (konsumen).

2.2.2. Sistem Pengaliran

Sistem pengaliran air bersih dilakukan dengan memperhatikan faktor kondisi topografi yang menghubungkan antara sumber air dengan pelanggan.

Sistem ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air pelanggan dengan tekanan yang mencukupi. Adapun sistem pengaliran air bersih antara lain (Joko, 2010) :

1. Sistem Gravitasi

Sistem gravitasi dapat digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Sistem ini hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

2. Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan dalam mendistribusikan air dari *reservoir* distribusi ke pelanggan. Sistem ini digunakan pada daerah yang relatif datar.

3. Sistem Gabungan

Pada sistem gabungan, *reservoir* digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan kondisi darurat, seperti kebakaran. Selama periode rendah, sisa air disimpan dalam *reservoir* penyimpanan sebagai cadangan air selama periode pemakaian tinggi.

2.2.3. Pola Jaringan Distribusi

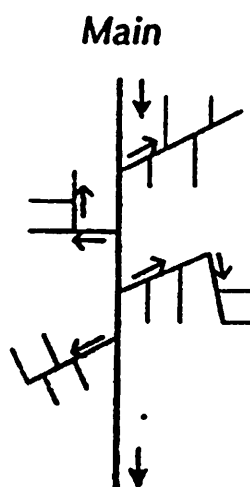
Menurut Standar Nasional Indonesia 7509 Tahun 2011, jaringan distribusi merupakan rangkaian sistem perpipaan yang mendistribusikan air dari *reservoir* ke pelanggan. Tata letak distribusi ditentukan berdasarkan kondisi topografi daerah pelayanan dan lokasi instalasi pengolahan. Bentuk sistem jaringan distribusi yang digunakan pada PDAM unit Randublatung I yaitu sistem cabang.

Menurut Joko (2010), sistem cabang memiliki bentuk seperti pohon. Pipa induk utama tersambung dengan pipa induk sekunder, dan pipa induk sekunder tersambung dengan pipa pelayanan utama dan pipa pelayanan. Arah aliran dalam sistem ini relatif sama dan suatu area pelayanan mendapatkan *supply* air dari suatu pipa tunggal. Adapun kelebihan dan kekurangan sistem ini yaitu :

1. Kelebihan

- a. Desain jaringan pipa memiliki bentuk sederhana.
- b. Cocok digunakan pada daerah yang sedang berkembang.
- c. Pengambilan tekanan pada titik manapun dapat dilakukan dengan mudah.
- d. Pipa dapat ditambahkan apabila diperlukan.

- e. Membutuhkan beberapa katup untuk mengoperasikan sistem.
2. Kekurangan
- a. Pelayanan akan terganggu apabila terjadi kerusakan pada jaringan distribusi, seperti air mati.
 - b. Kurangnya kebutuhan air untuk memadamkan api apabila terjadi kebakaran.
 - c. Tidak tersedianya tekanan yang cukup apabila dilakukan penambahan area dalam sistem jaringan distribusi.



Gambar 2. 1 Sistem Cabang (Joko, 2010)

2.2.4. Jenis Pipa Distribusi

Jenis pipa distribusi yang biasanya digunakan dalam jaringan distribusi air yaitu *Cast Iron (CI)*, *Ductile Iron (DI)*, *Asbestos Cement (AC)*, dan *Polivinyl Chloride (PVC)*. Pemilihan pipa distribusi harus dilakukan dengan tepat karena kondisi pipa akan berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas air. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan pipa yaitu (Putrabahar, 2010) :

1. Bahan pipa

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan bahan pipa yaitu harga pipa, tekanan air maksimum, korosifitas pipa, kondisi lapangan, seperti beban lalu lintas, letak saluran air buangan, dan kepadatan penduduk.

2. Pemasangan kedalaman pipa

Pemasangan kedalaman pipa disesuaikan dengan spesifikasi pipa yang digunakan.

2.2.5. Perlengkapan Pipa Distribusi

Perlengkapan pipa pada jaringan distribusi yang digunakan untuk analisis perpipaan antara lain (Putrabahar, 2010) :

1. *Gate valve*, digunakan untuk mengontrol aliran air dalam pipa aksesoris, dapat menutup *supply* air, dan membagi aliran ke bagian lain.
2. *Check valve*, yaitu *valve* yang dipasang apabila pengaliran di dalam pipa satu arah untuk menghindari adanya pukulan air (*water hamer*) saat pompa air mati.
3. *Air release valve*, berfungsi untuk mengeluarkan udara yang ada dalam aliran pipa.
4. *Fire hydrant*, berfungsi untuk memberikan air apabila terjadi kebakaran.
5. Meter air, berfungsi untuk mengetahui besarnya jumlah pemakaian air dan sebagai alat pendeteksi kebocoran.
6. Meter tekanan, digunakan untuk mengetahui besarnya tekanan air yang keluar dari pompa.
7. Bangunan perlintasan, digunakan saat jaringan distribusi pipa melintasi sungai, rel kereta api, memotong jalan.
8. Sambungan pipa dan perlengkapannya, berfungsi untuk menghubungkan satu pipa dengan pipa lainnya, sehingga membentuk jaringan distribusi.



Gambar 2. 2 Meter air

2.3. Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah jumlah air yang diperlukan oleh suatu konsumen dengan mempertimbangkan kehilangan air dan kebutuhan untuk pemadam kebakaran (Putrabahar, 2010). Besarnya air yang digunakan untuk berbagai jenis penggunaan air tersebut dikenal sebagai pemakaian air. Faktor yang mempengaruhi pemakaian air tersebut antara lain :

1. Ketersediaan air, seperti kemudahan dalam mendapatkan air.
2. Kebiasaan penduduk dalam menggunakan air.
3. Pola dan tingkat kehidupan.
4. Harga air.
5. Perekonomian penduduk.

Dalam melakukan pembuatan desain jaringan distribusi, kebutuhan dan pelayanan air bersih harus memperhitungkan faktor fluktuasi air, jumlah penduduk, penambahan jumlah penduduk, jumlah kebutuhan air domestik dan non domestik, dan jumlah pemakai per orang per hari. Menurut Priangga dan Budisusanto (2015), kebutuhan air (*Base demand*) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

$$Base\ demand = \frac{\text{Pemakaian air}}{\sum \text{pelanggan}} \times 1000 \times \frac{1}{2592000} \dots \dots \dots (2.1)$$

Hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai *input* dalam melakukan simulasi jaringan distribusi pipa. Hasil tersebut dimasukkan dalam setiap *node* jaringan distribusi.

2.4. Fluktuasi Penggunaan Air

Dalam Standar Nasional Indonesia Nomor 7509 Tahun 2011, fluktuasi penggunaan air merupakan variasi pemakaian air oleh konsumen setiap satuan waktu dalam satuan periode. Penggunaan air bersih biasanya mengalami peningkatan dan penurunan disesuaikan dari kebutuhan konsumen tersebut. Adapun kebutuhan akibat fluktuasi penggunaan air dapat dibagi menjadi 3 (tiga) (Hadisoebroto, dkk dalam Yossia, 2013) yaitu :

1. Kebutuhan harian rata-rata, yaitu rata-rata pemakaian air dalam satu hari baik kebutuhan domestik maupun non domestik. Besarnya pemakaian air diperoleh

dari jumlah pemakaian air selama satu tahun dibagi jumlah hari dalam satu tahun.

2. Kebutuhan hari maksimum, yaitu kebutuhan air terbesar dalam satu hari selama satu tahun. Besarnya faktor hari maksimum diperoleh dengan cara membandingkan antara kebutuhan hari maksimum dengan kebutuhan harian rata-rata.
3. Kebutuhan jam puncak, yaitu kebutuhan air terbesar dalam satu jam selama satu hari. Besarnya faktor jam puncak diperoleh dengan cara membandingkan antara kebutuhan jam puncak dengan kebutuhan harian rata-rata.

2.5. Kebocoran Air

Kebocoran air merupakan perbedaan antara jumlah air yang diproduksi oleh produsen air dan jumlah air yang terjual kepada konsumen sesuai dengan yang tercatat di meter air pelanggan (Kodoatie dan Sjarief, 2008). Kebocoran air dapat bersifat fisik dan non fisik (administrasi).

1. Kebocoran fisik

Kehilangan air fisik karena kebocoran air dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti kerusakan bangunan, meluapnya air, pemadam kebakaran, pencuci jalan, pembilas pipa atau saluran, dan pelayanan air tanpa meter air.

2. Kebocoran administrasi

Jumlah air yang mengalami kebocoran administrasi terutama disebabkan karena meter air tanpa registrasi, kesalahan dalam pembacaan meter air, pengumpulan dan pembuatan rekening baru.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007, kehilangan air fisik maksimal 15% dengan komponen utama penyebab terjadinya kebocoran yaitu kebocoran pada pipa transmisi dan pipa induk, kebocoran dan luapan pada tangki *reservoir*, serta kebocoran pada pipa dinas hingga meter pelanggan. Jenis kebocoran pertama dan kedua biasanya cukup terlihat oleh masyarakat karena terdapat semburan-semburan air yang muncul di permukaan. Sedangkan jenis kebocoran ketiga lebih sulit dideteksi, sehingga volume kebocoran air semakin besar. Menurut Farley, dkk (2008), karakteristik kebocoran air yaitu dibedakan menjadi 3 (tiga) antara lain :

1. Semburan yang dilaporkan. Semburan ini biasanya terlihat di permukaan, sehingga masyarakat dapat melaporkannya dengan cepat.
2. Semburan yang tidak dilaporkan. Semburan ini biasanya terjadi di bawah tanah dan tidak terlihat di permukaan, sehingga sulit menemukan lokasi kebocoran dan dapat menimbulkan kebocoran air yang berkepanjangan.
3. Kebocoran kecil. Jumlah kebocoran-kebocoran kecil sangat sulit untuk dideteksi secara langsung, sehingga dapat menimbulkan kerugian dari segi biaya.

Tabel 2. 1 Kriteria Pipa Distribusi
(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007)

No.	Uraian	Kriteria
1	Faktor hari maksimum	1.5 – 2.0
2	Kecepatan aliran air dalam pipa	
	a. Kecepatan minimum	0.3 m/s
	b. Kecepatan maksimum	
	1) Pipa PVC	3.0 m/s
	2) Pipa DCIP	6.0 m/s
3	Tekanan air dalam pipa	
	a. Tekanan minimum	10 – 15 m
	b. Tekanan maksimum	
	1) Pipa PVC	60 m
	2) Pipa DCIP	100 m

Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung kebocoran air yaitu berdasarkan jumlah konsumsi air. Menurut Djamal, dkk dalam Utami dan Suryani (2016) dalam menghitung nilai kehilangan air akibat kebocoran menggunakan persamaan 2.2. Tekanan air perlu dipertahankan ketinggiannya, sehingga air yang dikeluarkan akan teratur untuk pelaksanaan pengukuran. Selain itu, penentuan waktu pengukuran jumlah konsumsi air dan jumlah air yang didistribusi dengan menggunakan pembacaan meter juga sangat penting.

Kebocoran air = Jumlah air yang dipasok – jumlah air yang dikonsumsi (2.2)

Keterangan :

Jumlah air yang dipasok : Jumlah air bersih yang didistribusi

Jumlah air yang dikonsumsi : Jumlah pemakaian air pelanggan

Sedangkan tingkat kehilangan air akibat kebocoran dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3 sebagai berikut :

$$\text{Tingkat Kebocoran} = \frac{\text{Kehilangan air}}{\text{Jumlah air yang dipasok}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Besarnya persentase jumlah air tidak tercatat yang disebabkan karena kebocoran air dapat diambil sebagai patokan dari tingkat kemampuan sistem pengadaan air bersih. Sistem yang mempunyai kurang dari 15% tingkat kebocoran total dianggap memiliki kemampuan sangat bagus dalam pengendalian sistem jaringan distribusi air bersih. Sedangkan sistem distribusi air dengan tingkat kebocoran 15-43% dianggap sedang, dan tingkat kebocoran lebih dari 43% dianggap tinggi, sehingga harus dilakukan upaya-upaya perbaikan untuk mengurangnya.

2.5.1. *Pressure* (Tekanan Air)

Tekanan merupakan salah satu elemen yang digunakan dalam strategi pengelolaan kebocoran. Laju kebocoran dalam jaringan distribusi menjadi satu fungsi tekanan pompa. Menurut Farley, dkk (2008), terdapat hubungan antara laju aliran kebocoran dan tekanan yaitu semakin tinggi atau semakin rendah tekanan air yang dikeluarkan, maka semakin tinggi atau rendah besar kebocoran yang dihasilkan (Tekanan lebih rendah 10% = kebocoran 10% lebih rendah).

Tabel 2. 2 Kriteria Tingkat Tekanan Air Bersih
(Sumber : Permen Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007)

No	<i>Pressure</i> (m)	Skor
1	< 10	1
2	10 – 26	2
3	27 – 43	3
4	44 – 60	4
5	> 60	5

2.5.2. *Velocity* (Kecepatan Aliran)

Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kriteria kecepatan aliran yang diizinkan sebesar 0.3-3 m/s. Kecepatan aliran yang tinggi dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air,

menimbulkan suara berisik, dan menyebabkan ausnya permukaan dalam pipa yang dapat menyebabkan merusak peralatan *plumbing* pada pipa (Joko, 2010). Sedangkan kecepatan aliran rendah bisa menimbulkan korosifitas pada pipa dan tidak mampu mendorong endapan dalam pipa, sehingga mempengaruhi kualitas air.

Tabel 2. 3 Kriteria Tingkat Kecepatan Aliran Air Bersih
(Sumber : Permen Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007)

No	Velocity (m/s)	Skor
1	< 0.1	1
2	0.1 – 3.0	3
5	>3.0	5

2.6. Klasifikasi Tingkat Kebocoran Air

Klasifikasi tingkat kebocoran pipa air bersih didapatkan dengan melakukan metode *scoring*. *Scoring* merupakan pemberian skor pada masing-masing kelas pada setiap parameter yang dapat ditentukan secara subyektif dan disesuaikan dengan pemanfaatan variabel tersebut, serta keperluan analisis studi (Astuti, 2017). Metode *scoring* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menjumlahkan parameter-parameter penelitian tersebut dan memperhitungkan interval kelas. Penentuan interval kelas dihitung dengan memperhitungkan skor tertinggi dan terendah hasil penjumlahan skor setiap parameter. Menurut Kingma dalam Wismarini, dkk (2017), interval kelas tersebut dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 2.4.

$$K_i = \frac{X_t - X_r}{K} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

- K_i : Kelas interval
- X_t : Data tertinggi
- X_r : Data terendah
- K : Jumlah kelas yang diinginkan

Berdasarkan skor terhadap parameter yang digunakan, klasifikasi tingkat kebocoran dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Klasifikasi Tingkat Kebocoran Pipa
(Sumber : Permen Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007)

Kategori	Skor	Kriteria
Rendah	1 – 4	Nilai tekanan air sebesar <10 meter atau 10-43 meter dan kecepatan aliran sebesar <0,3 m/s
Sedang	5 – 8	Nilai tekanan air sebesar 44-60 meter dan kecepatan aliran sebesar <0,3 m/s atau 0,3-3 m/s
Tinggi	9 – 11	Nilai tekanan air sebesar 44-60 meter atau >60 meter dan kecepatan aliran sebesar >0,3 m/s

2.7. Pengertian Sistem Informasi Geografis

Menurut Indarto (2013), sistem informasi geografis merupakan sebuah sistem informasi yang didesain untuk dapat bekerja dengan sumber data spasial. Data spasial merupakan data-data yang memiliki koordinat geografis.

Sedangkan menurut Star dalam Prahasta (2002), SIG merupakan sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang tereferensi secara spasial atau sistem basisdata dengan kemampuan khusus dalam mengolah data yang tereferensi spasial selain operasi-operasi yang dikenakan terhadap data tersebut.

2.7.1. Subsistem SIG

Berdasarkan definisi SIG di atas, subsistem SIG dapat diuraikan menjadi 4 (empat) jenis data yaitu (Prahasta, 2002) :

1. *Input*

Subsistem ini berfungsi untuk mengumpulkan, mempersiapkan data spasial dan data atribut, serta mengkonversi format-format data asli menjadi format SIG.

2. *Output*

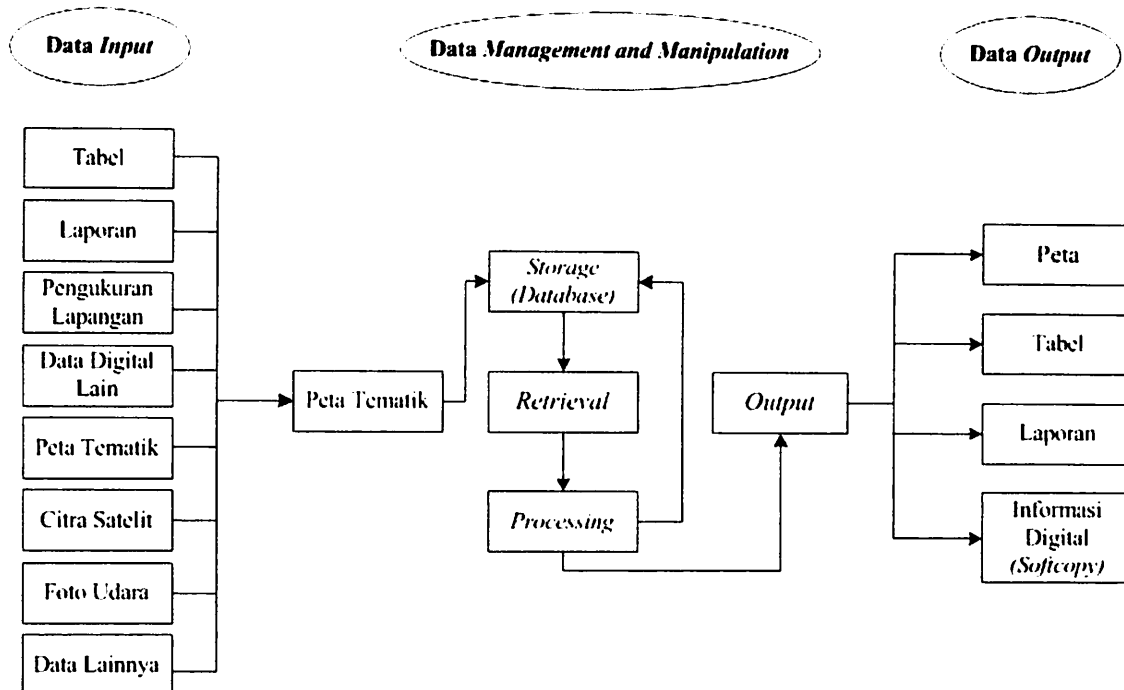
Subsistem ini berfungsi untuk menampilkan hasil basisdata yang telah disusun, baik dalam bentuk *hardcopy* maupun *softcopy*.

3. *Management*

Subsistem ini berfungsi untuk mengorganisasikan data spasial dan data atribut ke dalam suatu basisdata, sehingga data tersebut dapat dipanggil, *update*, *edit* secara lebih mudah.

4. *Manipulation and analys*

Subsistem ini berfungsi untuk melakukan manipulasi dan pemrosesan data untuk menghasilkan informasi-informasi yang diinginkan.



Gambar 2. 3 Subsistem SIG (Prahasta, 2002)

2.7.2. Kemampuan Analisis SIG

Menurut Prahasta (2002), adapun kemampuan SIG dalam analisis dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu analisis spasial dan analisis atribut.

1. Analisis spasial

a. Klasifikasi

Fungsi ini digunakan untuk mendapatkan data spasial baru dengan mengklasifikasikan data-data spasial menggunakan kriteria-kriteria tertentu, misalnya data spasial topografi dapat digunakan untuk mendapatkan data ketinggian, data kemiringan.

b. Jaringan (*Network*)

Fungsi ini menunjukkan jenis data spasial yang berupa titik (*point*) atau garis (*line*) sebagai jaringan yang saling berhubungan. Fungsi ini digunakan dalam bidang *utility*, misalnya jaringan jalan, jaringan kabel listrik, transportasi dll.

c. *Overlay*

Fungsi ini digunakan untuk menumpang susunkan minimal dua data spasial untuk menghasilkan data spasial baru.

d. *Buffering*

Fungsi ini digunakan untuk menghasilkan data spasial berupa zona dengan jarak tertentu dari data spasial sebagai data masukannya.

e. Analisis 3D

Fungsi ini menunjukkan data spasial yang ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi.

f. *Digital image processing*

Fungsi ini terdiri dari sub-sub analisis pengolahan citra digital yang berbasis raster.

2. Analisis atribut

Fungsi analisis atribut terdiri dari :

a. Operasi dasar pengelolaan basisdata

Fungsi ini mencakup membuat basis data baru, menghapus, membuat dan menghapus tabel, mengisi dan menyiapkan data dalam tabel, *editing*, serta membuat indeks setiap tabel basisdata.

b. Perluasan operasi basisdata

Fungsi ini mencakup *export* dan *import* basisdata, berkomunikasi dengan basisdata yang lain.

2.7.3. Topologi

Topologi merupakan hubungan antar data spasial untuk melakukan analisis spasial (Indarto, 2013). Semua hubungan antara data spasial harus digunakan secara logis dengan resiko struktur data yang lebih kompleks. Adapun hubungan topologis pada data spasial antara lain :

1. *Point-point relationship*

a. *Is within* artinya dalam *range* jarak tertentu.

b. *Is nearest to* artinya dekat terhadap titik tertentu.

2. *Point-line relationship*

a. *On line* artinya titik pada suatu garis.

b. *Is nearest to* artinya titik ke garis terdekat.

3. *Point-area relationship*
 - a. *Is contained in* artinya suatu titik di dalam luasan.
 - b. *On border of area* artinya suatu titik pada batas poligon.
4. *Line-line relationship*
 - a. *Intersect* artinya dua garis bertemu.
 - b. *Crosses* artinya dua garis melintas tapi tidak bertemu.
 - c. *Flow into* artinya aliran air ke sungai.
5. *Line-area relationship*
 - a. *Intersect* artinya garis memotong luasan.
 - b. *Borders* artinya suatu garis merupakan perbatasan dari poligon.
6. *Area-area relationship*
 - a. *Overlaps* artinya dua luasan saling tumpang tindih.
 - b. *Is within* artinya poligon di dalam suatu luasan.
 - c. *Is adjacent to* artinya dua poligon mempunyai perbatasan yang sama.

2.8. Basis Data

Menurut Kusri (2006), basis data merupakan kumpulan data yang saling berhubungan dan disimpan secara bersama tanpa terjadi pengulangan (*redundancy*) untuk memenuhi kebutuhan. Sedangkan sistem basis data dapat didefinisikan sebagai perpaduan antara basis data dan sistem manajemen basis data. Tujuan pembuatan basis data yaitu mengatur data sehingga diperoleh kemudahan, ketepatan, dan kecepatan dalam pengambilan kembali. Manfaat yang diperoleh dari penyusunan basis data ini antara lain :

1. Ketepatan dan kemudahan
Basis data mempunyai kemampuan dalam mengelompokkan, mengurutkan, dan perhitungan matematika. Apabila perancangannya dilakukan dengan benar, maka penyajian informasi dapat dilakukan dengan cepat dan mudah.
2. Kebersamaan pemakai
Suatu basis data dapat digunakan oleh banyak pemakai dan banyak aplikasi, sehingga semua bagian dapat mengakses sesuai dengan keperluannya.

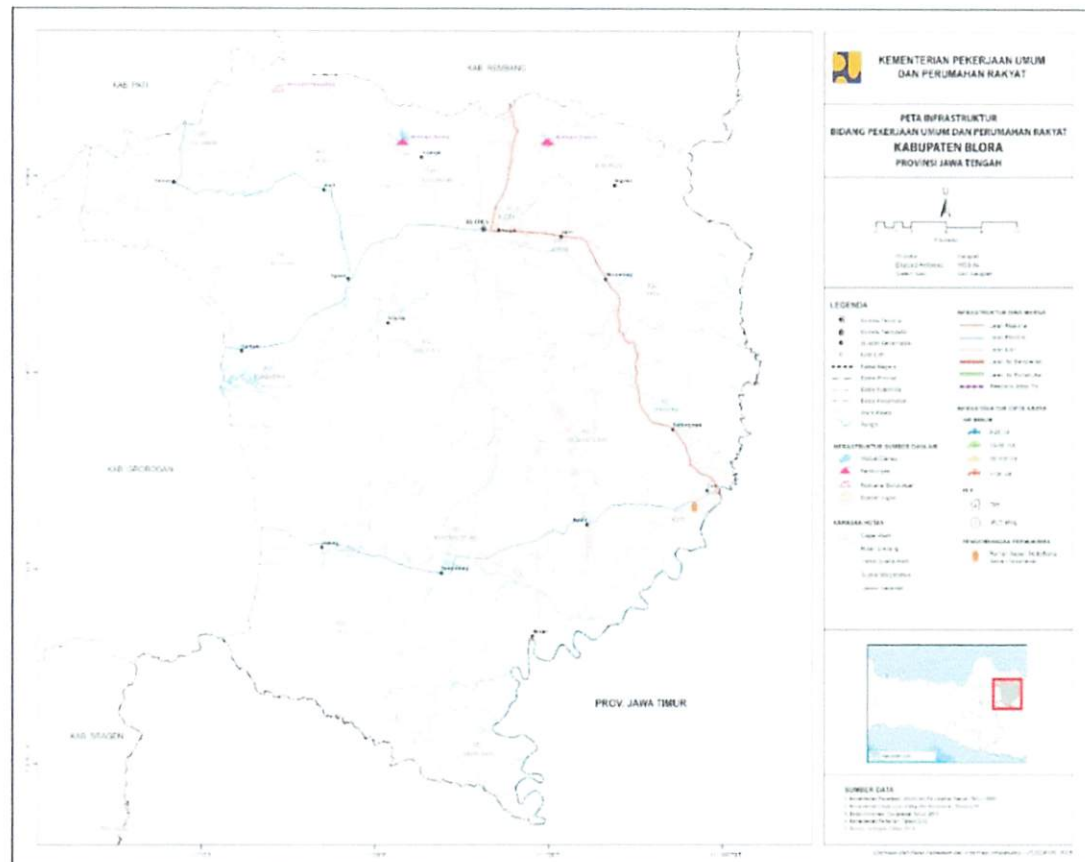
3. **Pemusatan kontrol data**
Pengontrolan data hanya dilakukan di satu tempat, karena tersedianya suatu basis data yang dapat digunakan oleh banyak pemakai.
4. **Efisiensi ruang penyimpanan**
Teknik perancangan basis data yang benar dapat menyederhanakan penyimpanan data sehingga dapat menghemat ruang penyimpanan yang dimiliki oleh sebuah sistem.
5. **Keakuratan**
Penerapan secara ketat terhadap aturan tipe data, domain, entitas, relasi dll. dapat menekan ketidakakuratan dalam proses pemasukan dan penyimpanan data.
6. **Ketersediaan**
Ketersediaan basis data dapat digunakan untuk *backup* data memilih data yang diperlukan untuk disimpan pada tempat yang berbeda.
7. **Kelengkapan**
Basis data harus menyimpan data yang lengkap untuk memudahkan pengguna dalam memodifikasi struktur data dan mencari koleksi data.
8. **Keamanan**
Basis data dapat diberikan *password* untuk membatasi orang lain dalam mengakses data tersebut.
9. **Kemudahan dalam pembuatan program aplikasi baru**
Pembuatan aplikasi dapat memanfaatkan DBMS (*Database Management System*) untuk mengatur *interface* pengguna tanpa mengatur penyimpanan data.
10. **Pemakaian secara langsung**
Basis data memiliki fasilitas untuk melihat data secara langsung menggunakan *tools* yang disediakan oleh DBMS. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi *query*.
11. **Kebebasan data**
Apabila terjadi perubahan isi atau struktur data, maka perubahan hanya dilakukan pada level DBMS tanpa harus mengubah kembali program aplikasinya.

12. User view

Basis data menyediakan *interface* yang berbeda-beda untuk setiap keperluan penggunaanya.

2.9. Peta Tematik

Peta merupakan gambaran sebagian atau seluruh permukaan bumi pada bidang datar dengan skala dan sistem proyeksi tertentu (Basuki, 2011). Berdasarkan isinya peta dibedakan menjadi 2 (dua), salah satunya yaitu peta tematik. Menurut BIG (2009), peta tematik dapat diartikan sebagai gambaran dari sebagian permukaan bumi yang dilengkapi dengan informasi tertentu baik di atas maupun di bawah permukaan bumi yang mengandung tema tertentu, seperti peta jaringan jalan, kesesuaian lahan, jenis tanah, curah hujan. Peta tematik memiliki ciri khusus yang tidak ditemukan pada peta lain yaitu memiliki tema khusus, sumber data berasal dari berbagai peta, dan informasi yang disajikan terbatas pada tema tertentu.



Gambar 2. 4 Peta Infrastruktur
(Sumber : <http://loketpeta.pu.go.id/peta/preview/2532>)

2.10. *Software EPANET*

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari pipa, *node* (titik koneksi), pompa, katup dan tangki atau reservoir. *EPANET* dikembangkan oleh *Water Supply and Water Resources Divission USEPA'S National Risk Management Research Laboratory* dan pertama kali dikenalkan pada tahun 1993. *EPANET* versi terbaru diterbitkan pada tahun 1999. Pada *EPANET* dapat dilihat aliran air yang mengalir di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan lain sebagainya (Lewis, 2000). Adapun kemampuan yang dimiliki *software* ini yaitu :

1. Kemampuan analisa pada penempatan jaringan.
2. Pemodelan terhadap kecepatan pompa.
3. Menghitung energi pompa dan biaya.
4. Memungkinkan dimasukkannya kategori kebutuhan (*demand*) ganda pada *node*.
5. Model *pressure* yang bergantung pada pengeluaran aliran.
6. Dapat dioperasikan dengan sistem dasar tangki dan kontrol waktu yang kompleks.

Berdasarkan kemampuan tersebut, keunggulan penggunaan *software EPANET* yaitu :

1. *Software* ini biasa digunakan oleh dinas-dinas perairan.
2. *Software* ini bisa berjalan pada program *windows*.
3. *Software* ini bisa digunakan untuk melakukan simulasi hidrolis jaringan distribusi air bersih.

Simulasi menggunakan *software EPANET* digunakan untuk mengetahui pengaruh dari dalam jaringan pipa. Adapun data komponen jaringan yang dibutuhkan dalam melakukan simulasi ini antara lain (Lewis, 2000) :

1. *Node*

Node merupakan titik-titik yang digunakan sebagai tempat masuk dan keluarnya air pada jaringan. Parameter yang digunakan sebagai *input* yaitu elevasi dan kebutuhan air (*base demand*). Sedangkan *output* yang dihasilkan berupa tekanan air.

2. Pipa (*Link*)

Pipa merupakan komponen jaringan yang menghubungkan antara suatu *node* dengan *node* lainnya. Adapun *input* yang digunakan dalam komponen ini yaitu *node* awal, *node* akhir, diameter pipa, panjang pipa, koefisien kekasaran pipa. Sedangkan *output* yang dihasilkan berupa data kecepatan aliran (*velocity*), laju aliran (*flow*).

3. *Reservoir*

Reservoir merupakan *node* yang menggambarkan sumber air yang mengalir secara kontinyu. Komponen ini berhubungan dengan *head hidrolis* pompa yang digunakan sebagai salah satu *input* dalam melakukan simulasi.

4. Pompa

Pompa merupakan *link* yang memberikan tenaga fluida untuk meningkatkan *head hidrolis* dari *reservoir*. Adapun *input* yang digunakan dalam komponen ini yaitu *node* awal, *node* akhir, kurva pompa. Kurva pompa menggambarkan hubungan antara *head hidrolis* dan kapasitas *reservoir* yang membentuk sebuah kurva.

2.11. *Software ArcGIS*

ArcGIS merupakan perangkat lunak (*software*) yang dikeluarkan oleh perusahaan geospasial ESRI (*Environmental System Research Institute*). *Software* ini terdiri dari beberapa *software* antara lain Desktop GIS, Server GIS, ESRI Data, dan Mobile GIS. Tetapi penggunaan *ArcGIS Desktop* lebih umum dan luas dibandingkan dengan *software* lainnya. Adapun *software* yang terdapat dalam *ArcGIS Desktop* yaitu (Raharjo dan Ikhsan, 2015) :

1. *ArcMap*, yaitu aplikasi utama dalam *ArcGIS Desktop*. *Software* yang berfungsi untuk melakukan *input* data, analisis, dan *output* data spasial.
2. *ArcCatalog*, yaitu aplikasi yang berfungsi untuk pengelolaan data spasial meliputi *input*, konversi, dan analisis data. Aplikasi ini dapat dianalogikan sebagai *file explorer* pada *OS Windows*.
3. *ArcScene* dan *ArcGlobe*, yaitu aplikasi yang digunakan untuk visualisasi 3D meliputi tampilan perspektif, bernavigasi, serta berinteraksi dengan data fitur 3D dan raster. Perbedaan dari kedua aplikasi ini yaitu terletak pada cakupan

datanya. *Arcscene* menampilkan visualisasi dengan cakupan lebih kecil, seperti kota kecil, kawasan hutan, bendungan dll. Sedangkan *ArcGlobe* menampilkan visualisasi dengan cakupan lebih besar.

4. *ArcReader*, yaitu *software open source* yang dapat diunduh secara bebas tanpa masa *trial*. *Software* ini berfungsi untuk membaca proyek GIS yang telah dibuat oleh *Publisher* pada *ArcMap*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Setting Penelitian

3.1.1. Waktu penelitian

Perencanaan jadwal penelitian digunakan sebagai estimasi waktu dalam melakukan penelitian sehingga suatu penelitian dapat selesai sesuai dengan waktu yang direncanakan. Adapun rencana tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Rencana Jadwal Penelitian

Kegiatan	Sepetember				Oktober				November				Desember				Januari			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tahap persiapan																				
Pengumpulan data penelitian																				
Pengolahan data penelitian																				
Pengecekan hasil pengolahan data																				
<i>Finishing</i> visualisasi peta																				
Penyusunan laporan akhir																				

Keterangan :

1 : Minggu ke-1

: Rencana Penelitian

3.1.2. Lokasi Penelitian

Penelitian tentang penggunaan SIG dalam mendeteksi kebocoran pipa PDAM dilaksanakan di unit PDAM Kecamatan Randublatung, Kabupaten Blora. Adapun batas administrasi kecamatan Randublatung yaitu :

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini yaitu :

3.2.1. Alat

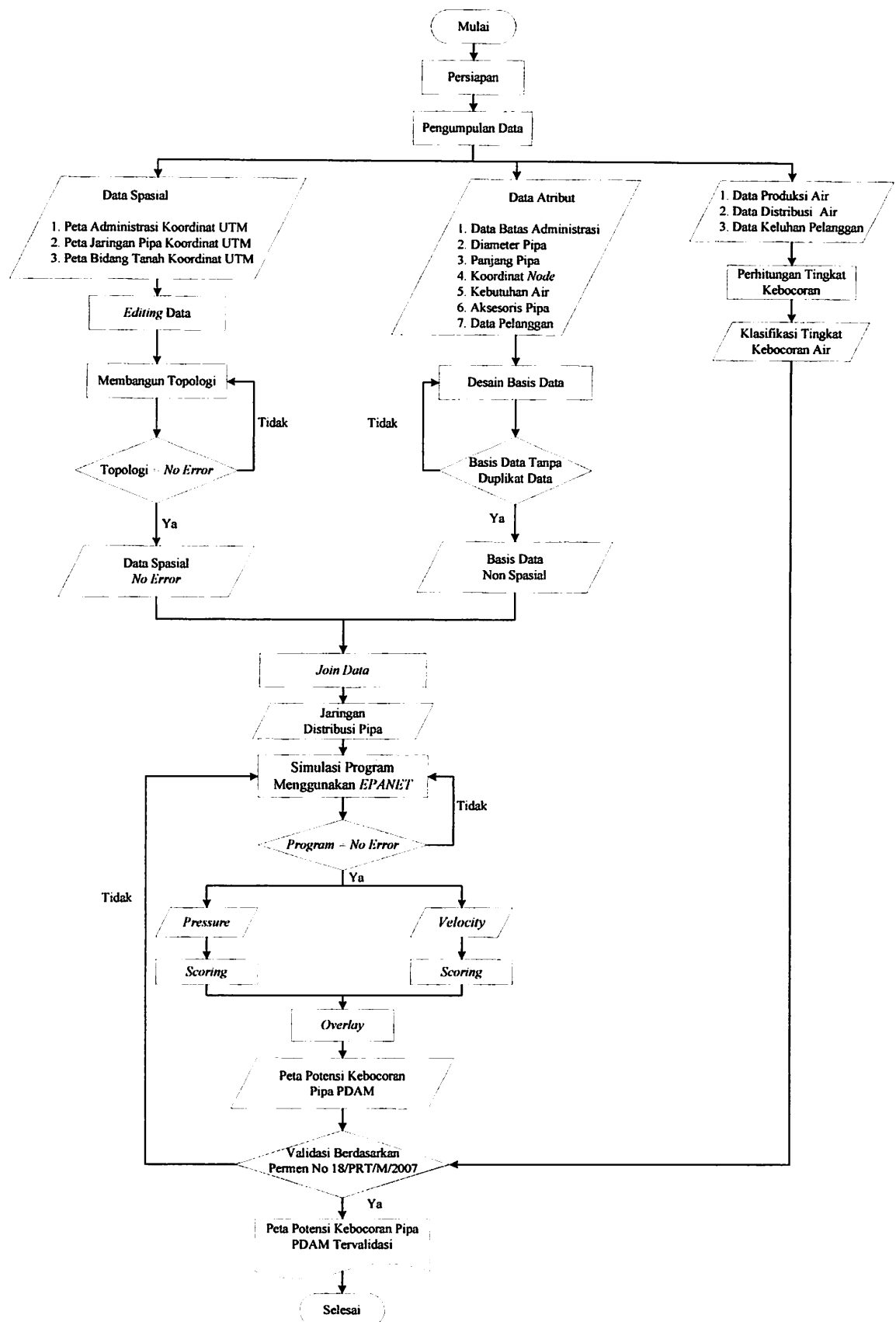
1. Laptop Acer E1-470
2. *GPS Handheld*
3. *Software ArcGIS 10.3*
4. *Software EPANET 2.0*
5. *Software EPACAD*
6. *Microsoft office 2016*
7. Printer
8. Alat tulis

3.2.2. Bahan

1. Peta administrasi skala 1 : 5000
2. Peta bidang tanah skala 1 : 5000
3. Peta jaringan pipa PDAM skala 1 : 5000
4. Data batas administrasi
5. Diameter pipa
6. Panjang pipa
7. Koordinat *node*
8. Aksesoris pipa
9. Kebutuhan air
10. Data produksi air
11. Data air yang terjual
12. Jumlah pelanggan
13. Keluhan pelanggan

3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan bagian yang penting untuk menjelaskan proses-proses suatu penelitian sampai mendapatkan hasil yang diinginkan. Penelitian tentang penggunaan aplikasi SIG dalam pemetaan tematik untuk mendeteksi kebocoran pipa PDAM dapat digambarkan pada diagram alir 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar 3.2 tahapan penelitian dapat dirinci sebagai berikut :

1. Tahap persiapan merupakan tahapan awal dalam proses penelitian yang yaitu studi literatur, penyusunan proposal, dan pembuatan surat perizinan penelitian. Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada jurnal-jurnal yang sudah melakukan penelitian sebelumnya dan buku penunjang terkait penelitian. Penyusunan proposal digunakan untuk mengetahui gambaran terkait penelitian yang akan dilakukan. Sedangkan pembuatan surat izin penelitian dilakukan ke instansi-instansi terkait, seperti PDAM Kabupaten Blora, PDAM Unit Randublatung I, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, dan Badan Pengelola Pendapatan dan Keuangan Aset Daerah Kabupaten Blora.
2. Pengumpulan Data
Tahap ini merupakan tahap mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian baik berupa data spasial maupun atribut. Adapun data spasial yang digunakan yaitu
 - a. Peta administrasi, digunakan untuk mengetahui batas-batas wilayah penelitian. Peta ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Blora.
 - b. Peta bidang tanah, digunakan untuk memodelkan rumah-rumah yang berlangganan air bersih PDAM. Peta ini diperoleh dari Badan Pengelola Pendapatan dan Keuangan Aset Daerah Kabupaten Blora.
 - c. Peta jaringan pipa, digunakan untuk memodelkan jaringan distribusi air bersih. Peta ini diperoleh dari PDAM Kabupaten Blora.Sedangkan data atribut yang digunakan dalam penelitian ini yaitu
 - a. Aksesoris pipa, digunakan untuk mengetahui lokasi komponen-komponen jaringan pipa, seperti *gate valve*, hidran, pompa. Data ini diperoleh dari PDAM Kabupaten Blora.
 - b. Diameter pipa, panjang pipa, koordinat *node*, elevasi, kebutuhan air digunakan sebagai data *input* dalam melakukan simulasi jaringan pipa. Data kebutuhan air kemudian dihitung menggunakan persamaan 2.1. Analisis ini dilakukan dengan memperhitungkan data pemakaian air dan jumlah pelanggan. Data ini diperoleh dari PDAM Kabupaten Blora.

c. Data pelanggan PDAM diperoleh dari PDAM Kabupaten Blora. Data tersebut kemudian dispasialkan dengan cara melakukan survei lapangan yaitu menandai titik-titik pelanggan berdasarkan nomor pelanggan menggunakan alat *GPS Handheld*.

3. *Editing Data*

Tahap ini dilakukan dengan cara mengecek kelengkapan data yang digunakan dalam penelitian dan memilih lokasi penelitian.

4. Topologi

Topologi dilakukan untuk membuat keterkaitan antar data spasial dan menghilangkan kesalahan-kesalahan topologi, seperti *gap*, *intersect*, *overlap*, *dangles*.

5. Penyimpanan Data Spasial

Apabila data-data spasial sudah berhasil dilakukan proses topologi, maka data tersebut dilakukan penyimpanan untuk menjalankan proses selanjutnya. Apabila data-data spasial masih mengandung kesalahan, maka data tersebut dilakukan proses topologi ulang.

6. Desain Basis Data

Tahap ini dilakukan untuk merancang basis data yang digunakan dalam penelitian sehingga dapat mengetahui hubungan antar data.

7. Penyimpanan Data Non Spasial

Apabila data-data non spasial sudah berhasil dilakukan desain basis data, maka data tersebut dilakukan penyimpanan untuk menjalankan proses selanjutnya. Apabila data-data non spasial masih mengandung kesalahan, maka data tersebut dilakukan proses desain basis data ulang.

8. *Join Data*

Tahap ini merupakan tahap penggabungan data spasial dan data atribut.

9. Pemodelan Jaringan Distribusi Pipa

Tahap ini digunakan untuk memodelkan jaringan distribusi pipa air bersih agar pemodelan yang dihasilkan mendekati kondisi jaringan *existing*. Tahap ini berupa peta tematik jaringan distribusi pipa PDAM. Jaringan distribusi pipa tersebut memiliki format *dxf*, sehingga harus dilakukan *export* data menjadi

format yang dapat dibaca oleh *software EPANET (*.inp)*. Proses *export* data tersebut menggunakan *software EPACAD*.

10. Simulasi Program

Tahap ini digunakan untuk melakukan simulasi distribusi jaringan pipa menggunakan *software EPANET 2.0*. Apabila dalam tahap ini sudah tidak ada *error*, maka dapat dilakukan proses analisis data. Proses ini menghasilkan data parameter hidrolis yaitu *pressure* dan *velocity*. Hasil tersebut selanjutnya dilakukan konversi data menjadi format *.dxf* agar dapat dilakukan analisis pada tahap berikutnya.

11. Analisis Data

Tahap ini digunakan untuk melakukan analisa penentuan kebocoran pipa PDAM yang ditinjau dari segi hidrolisnya yaitu data *pressure* dan *velocity*. Data-data tersebut dilakukan proses *scoring* dan *overlay*, sehingga dapat diketahui lokasi-lokasi yang memiliki potensi kebocoran pipa.

12. Validasi Data

Validasi data digunakan untuk mengecek hasil pengolahan data dengan data di lapangan. Pengecekan potensi kebocoran air menggunakan data laporan produksi air dan distribusi air yang diperoleh dari pihak PDAM. Data tersebut selanjutnya dihitung selisihnya untuk mendapatkan besarnya kehilangan air akibat kebocoran, serta mengetahui tingkat kebocoran air yang terjadi pada jaringan distribusi pipa tersebut. Selain itu, tingkat kebocoran juga ditentukan dari dampak yang ditimbulkan akibat kebocoran air. Data tersebut dapat dilihat pada laporan keluhan pelanggan.

13. Hasil Pengolahan Data

Hasil dari pengolahan dan analisis data tersebut berupa peta potensi kebocoran pipa PDAM yang sudah dilakukan validasi terhadap data lapangan.

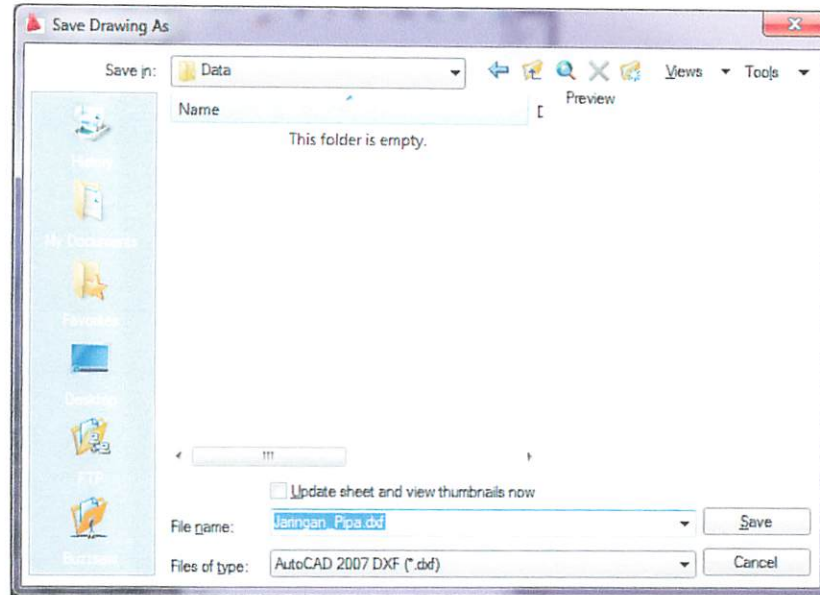
3.4. Proses Pengolahan Data

3.4.1. Persiapan Data


1. Data Spasial

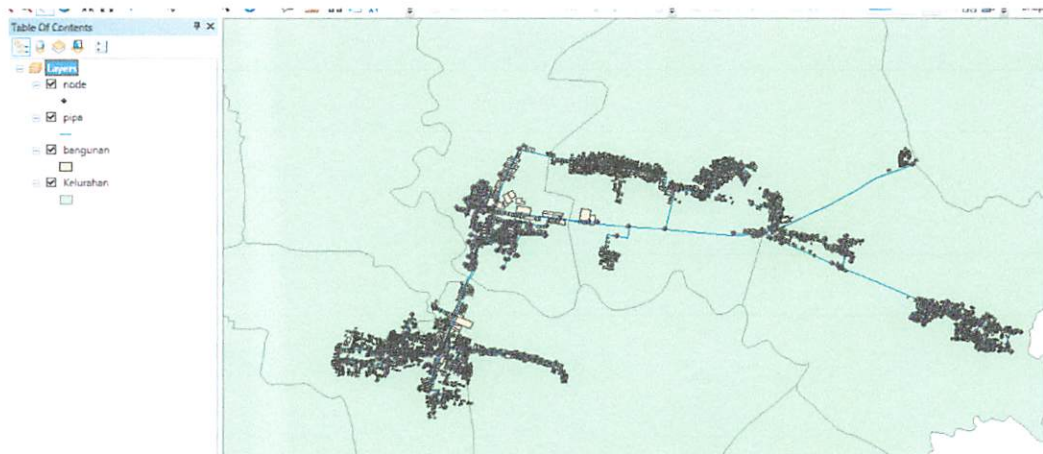
Proses persiapan data dilakukan dengan mengecek kelengkapan data sebelum mulai proses pengolahan data. Data jaringan pipa dan *node* dilakukan *export*

data dari format *.dwg menjadi *.dxf dengan cara pilih menu *File* → *Save as* → tentukan *Files of type* : *AutoCAD 2007.dxf*.



Gambar 3. 3 *Export Data dwg menjadi dxf*

Data-data tersebut dan data lain, seperti data administrasi dan bidang tanah dibuka menggunakan *software ArcGIS* dengan menggunakan fungsi *Add Data* . Data jaringan pipa dan *node* selanjutnya diubah menjadi format *shapefile* dengan menggunakan fungsi *feature to line* untuk jaringan pipa dan *feature to point* untuk *node*.



Gambar 3. 4 *Data Jaringan Pipa PDAM*

2. Data Atribut

Proses penyusunan data atribut dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel*. Proses ini dilakukan dengan mempersiapkan data pendukung seperti

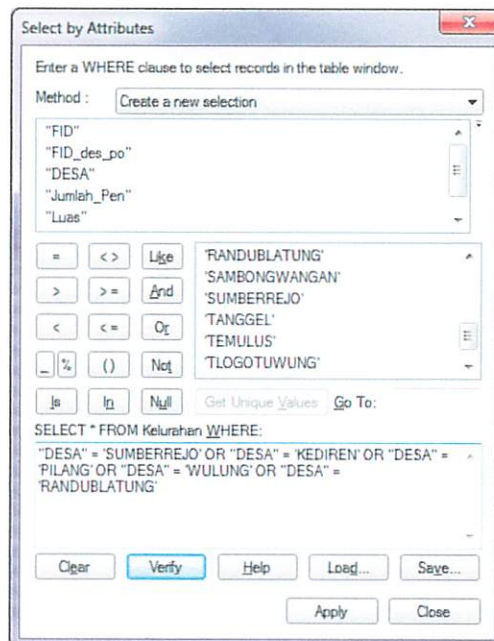
identitas pelanggan PDAM yang disesuaikan dengan kode (*entity*) data spasial yang berhubungan.

No. Pelanggan	Gol.	Nama	Alamat	Status
701010001	R2	BUDI SUTIYONO	RSU RT 08/III - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010002	R2	SULARSO	RSU RT 08/II - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010003	R2	HENY WAHYU S	RSU RT 01/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010004	R2	KALIM	RSU RT 01/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010005	R2	B ISMUNTARTO	RSU RT 08/II - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010006	R2	MUHAMAD YUSUF	DK.KEDUNG JAMBU RT 02/06 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010007	R2	SAID	STASIUN RT 02/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010008	R2	ASHARI	STASIUN RT 02/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010009	R2	MINUNDANG	STASIUN R - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010010	NK	H SALEKOEN	CEPU RT 01/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010011	R2	MAIKA DANIATI	STASIUN RT 01/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010012	NK	SRI INDARNINGSIH	RONGGOLAWE - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010013	R2	H SITI HACHIULCHUT	STASIUN RT 01/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010014	R2	KARYADI	STASIUN RT 02/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF
701010015	R2	SUYANTO	STASIUN RT 02/1 - RANDUBLATUNG I	AKTIF

Gambar 3. 5 Data Pelanggan PDAM

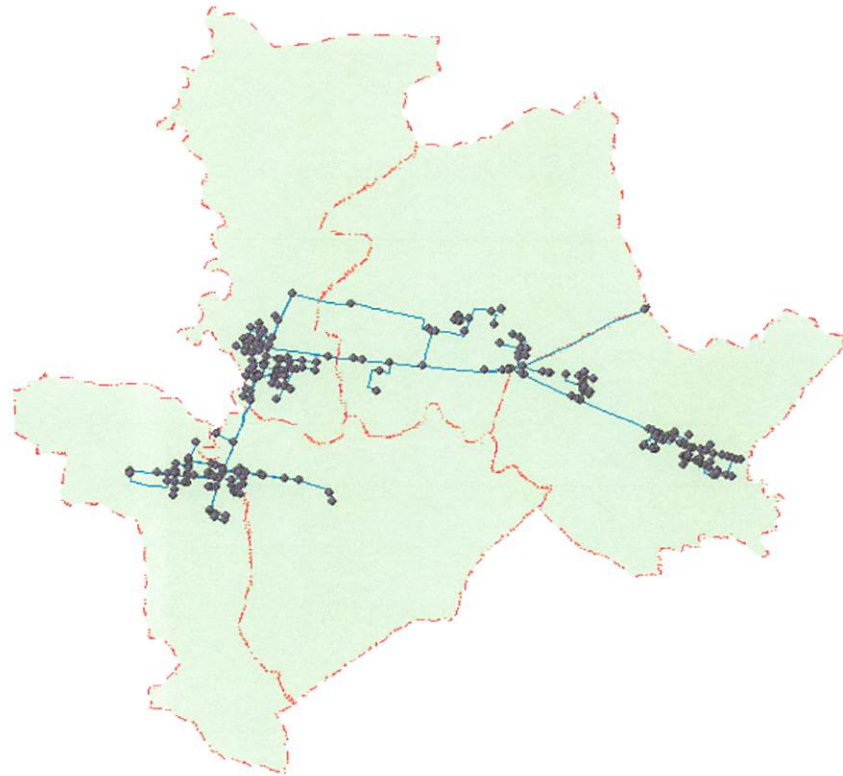
3.4.2. Editing Data

Proses *editing* data dilakukan dengan memilih batas-batas administrasi yang sesuai dengan daerah penelitian. Adapun daerah penelitian PDAM unit Randublutung I meliputi desa Sumberejo, Kediren, Pilang, Wulung, dan Randublutung. Proses ini menggunakan fungsi *Select by Attributes* pada *Attribute Table* data kelurahan.



Gambar 3. 6 Editing Data Penelitian

Hasil proses tersebut kemudian dilakukan *export* data menjadi format *shapefile* baru. Adapun hasil *export* data bisa dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 7 Area Penelitian

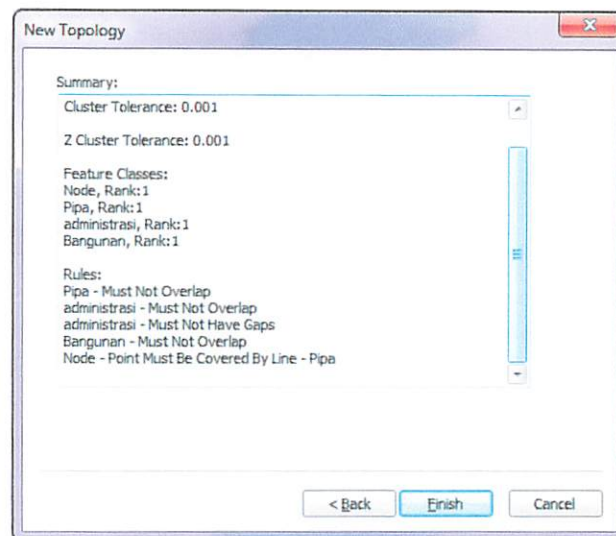
3.4.3. Topologi Data

Proses topologi dimulai dengan membuat *geodatabase* pada *ArcCatalog*. Pada *geodatabase* tersebut dibuat *feature dataset* dengan mengatur sistem koordinat yang digunakan sebagai acuan yaitu WGS 1984 UTM Zone 49S. Selanjutnya pada *feature dataset* tersebut dimasukkan semua data yang dibutuhkan dalam pengolahan, seperti data jaringan pipa, *node*, bidang tanah, dan administrasi. Proses tersebut menggunakan fungsi *Import Feature Class (Multiple)*.

Name	Type
administrasi	File Geodatabase Feature Class
Bangunan	File Geodatabase Feature Class
Node	File Geodatabase Feature Class
Pipa	File Geodatabase Feature Class

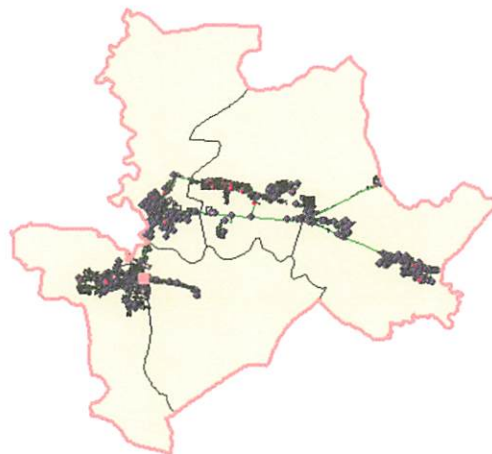
Gambar 3. 8 Pembuatan *Geodatabase*

Geodatabase yang telah dibuat tersebut kemudian dilakukan proses topologi dengan cara klik kanan pada *feature dataset* kemudian memilih fungsi *topology*. Pada proses topologi dilakukan pengaturan pada setiap *feature class* yang dimasukkan pada *geodatabase*. Pengaturan tersebut disesuaikan dengan aturan-aturan topologi, seperti tidak boleh ada *gap* pada batas administrasi, tidak boleh *overlap* pada batas administrasi, bidang tanah, jaringan pipa, serta *node* berada di titik awal dan akhir pipa.

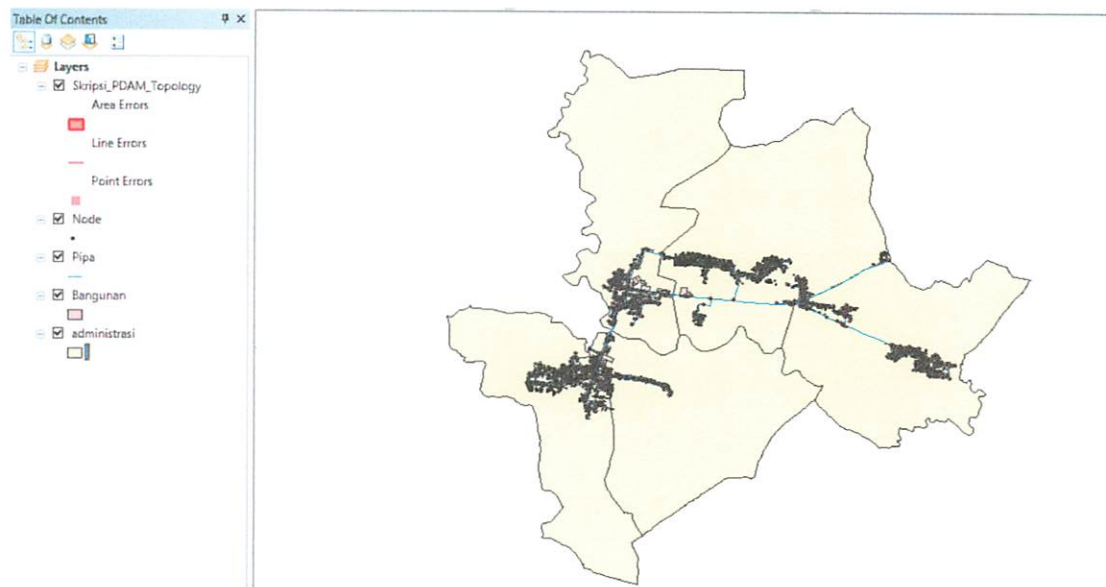


Gambar 3. 9 *Summary Topology*

Hasil proses topologi dapat dilihat pada gambar 3.9 yang ditandai dengan warna merah pada *feature class* yang mengalami kesalahan. Kesalahan tersebut kemudian diperbaiki dengan melihat jenis kesalahannya. Cara menampilkan kesalahan-kesalahan topologi dengan memilih *tool Error Inspector* pada *toolbar topology*.



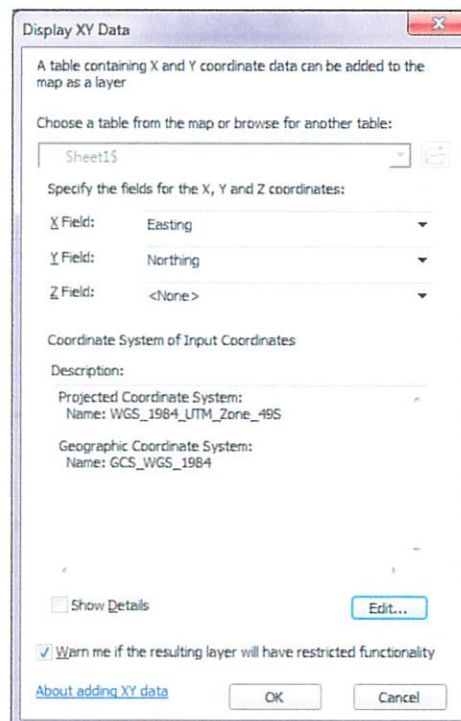
Gambar 3. 10 Kesalahan Topologi



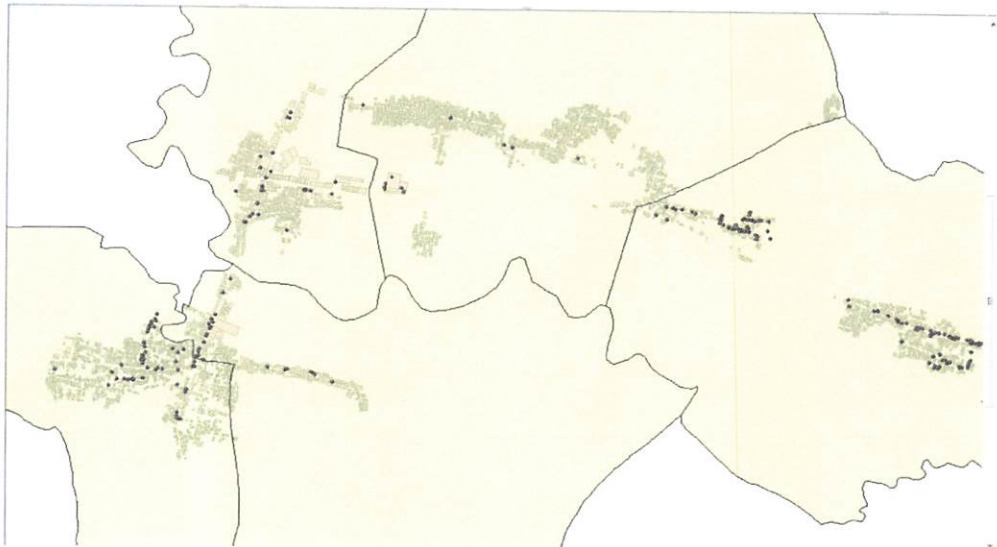
Gambar 3. 11 Hasil Proses Topologi

3.4.4. *Join Data*

Proses *join* data dilakukan dengan menggabungkan data spasial dengan non spasial. Proses *join* data pelanggan dimulai dengan melakukan *plotting* data koordinat hasil survei lapangan (*xlsx) dengan menggunakan fungsi *Display XY Data* untuk mengubah format data menjadi *shapefile*.



Gambar 3. 12 *Plotting* Data Pelanggan



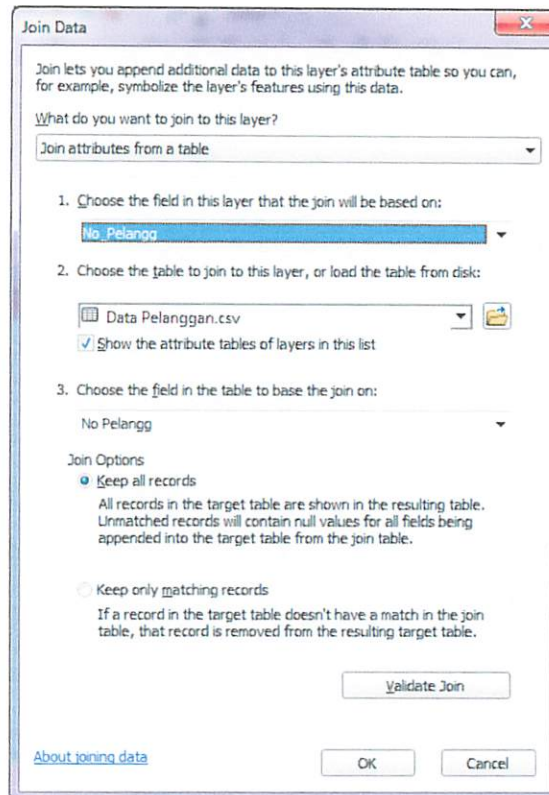
Gambar 3. 13 Hasil *Plotting* Koordinat Data Pelanggan

Data koordinat tersebut ditampilkan dengan data bidang tanah sehingga dapat diketahui lokasi pelanggan PDAM. Proses tersebut dilakukan dengan memasukkan data nomor pelanggan yang terdapat pada keterangan data koordinat tersebut ke dalam data bidang tanah dengan menggunakan fungsi *Editor* yaitu pilih *tools Editor* → *Start Editing*.

OBJECTID *	Shape *	Id	No_Pelangg
141	Polygon	0	701060539
155	Polygon	0	701061931
166	Polygon	0	701060519
350	Polygon	0	701030247
389	Polygon	0	701060823
423	Polygon	0	701061006
442	Polygon	0	701061932
547	Polygon	0	701061762
555	Polygon	0	701062008
557	Polygon	0	701061743
572	Polygon	0	701061747
580	Polygon	0	701061741
585	Polygon	0	701061183
627	Polygon	0	701061761
687	Polygon	0	701061929
722	Polygon	0	701060885
753	Polygon	0	701061674
765	Polygon	0	701061672
774	Polygon	0	701050415
778	Polygon	0	701061648
779	Polygon	0	701061673

Gambar 3. 14 *Input* Nomor Pelanggan

Setelah *feature* bangunan sudah memiliki informasi nomor pelanggan, selanjutnya menambahkan informasi data pelanggan, seperti nama, alamat, golongan sambungan. Nomor pelanggan tersebut digunakan sebagai entitas data yang dapat menghubungkan suatu data dengan data lain. Proses ini dilakukan dengan menggunakan fungsi *Join Data* yaitu buka *Attribute Table* bangunan → pilih icon *Table Options* → *Join and Relates* → *Join*.



Gambar 3. 15 Join Data Attribute

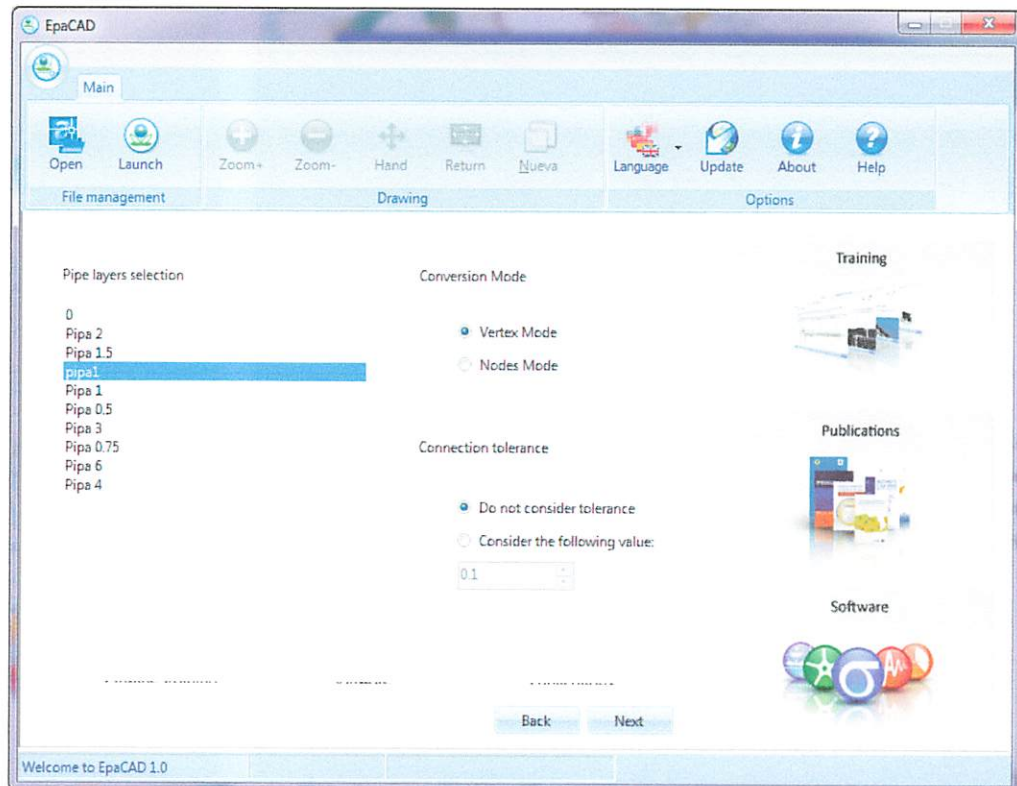
OBJECTID *	Shape *	Id	No_Pelangg	Golongan	Nama	Alamat	Status
141	Polygon	0	701060539	NK	NOVA SALON	BERAN - RANDUBLATUNG I	AKTIF
155	Polygon	0	701061931	NK	PKU MUHAMMADYAH	JL BERAN RT 08/02 RANDUBLATUNG I	AKTIF
166	Polygon	0	701060519	SK	YAYASAN MUHAMADYAH	JL. BERAN - RANDUBLATUNG I	AKTIF
350	Polygon	0	701030247	R2	BAKRI	BERAN RT 07/II - RANDUBLATUNG I	AKTIF
389	Polygon	0	701060823	R2	WUI	BERAN - RANDUBLATUNG I	AKTIF
423	Polygon	0	701061008	R2	SUTA'AT HADI PRAYITNO	JL.KAWEDANAN NO.10 RT5/II - RANDUBLATUNG I	AKTIF
442	Polygon	0	701061932	R2	KHUSNUL KHOTIMAH,SPD.	JL BERAN RT 07/02 RANDUBLATUNG I	AKTIF
547	Polygon	0	701061762	R2	AGUNG DJUHARTONO	JL. JAGALAN RT 05/02 RANDUBLATUNG I	AKTIF
555	Polygon	0	701062008	R2	SADIRAN	PULO RT 02/04 PILANG RANDUBLATUNG I	AKTIF
557	Polygon	0	701061743	R2	CHODORI	RANDUBLATUNG RT 05/02 RANDUBLATUNG I	AKTIF
572	Polygon	0	701061747	R2	SUJAMIN	RANDUBLATUNG RT 05/02 RANDUBLATUNG I	AKTIF
580	Polygon	0	701061741	R2	ACH. QOMARUDIN	RANDUBLATUNG RT 05/02 RANDUBLATUNG I	AKTIF
585	Polygon	0	701061183	R2	H. JOTO	RAYA RANDU - RANDUBLATUNG I	AKTIF
627	Polygon	0	701061761	R2	SUMAMIEK	JL. JAGALAN RT 05/02 RANDUBLATUNG I	AKTIF
687	Polygon	0	701061929	R2	AHMAD BAIHAQI	JAGALAN RT 01/01 RANDUBLATUNG I	AKTIF
722	Polygon	0	701060885	IP	KANTOR LURAH RANDU	RAYA RANDU - RANDUBLATUNG I	AKTIF
753	Polygon	0	701061674	SK	TK PAUD RANDU	JL.KAWEDANAN - RANDUBLATUNG I	AKTIF
765	Polygon	0	701061672	R2	SUNTARA S,SI	PULO PILANG RT 03/III - RANDUBLATUNG I	AKTIF
774	Polygon	0	701050415	SK	POLIKLINIK PANCASILA	RAYA - RANDUBLATUNG I	AKTIF
778	Polygon	0	701061648	R2	WINNEKA SAPUTRA	JL. RAYA NO. 28 RDB RANDUBLATUNG I	AKTIF
779	Polygon	0	701061673	R2	EVA QODRIYAH	PULO PILANG RT 03/III - RANDUBLATUNG I	AKTIF
784	Polygon	0	701060905	NK	MAHAYOGA	JAGALAN RT 03/III - RANDUBLATUNG I	AKTIF

Gambar 3. 16 Hasil Proses Join Data Attribute

3.4.5. Simulasi Jaringan Pipa

1. *Export* Data menjadi Format *EPANET*

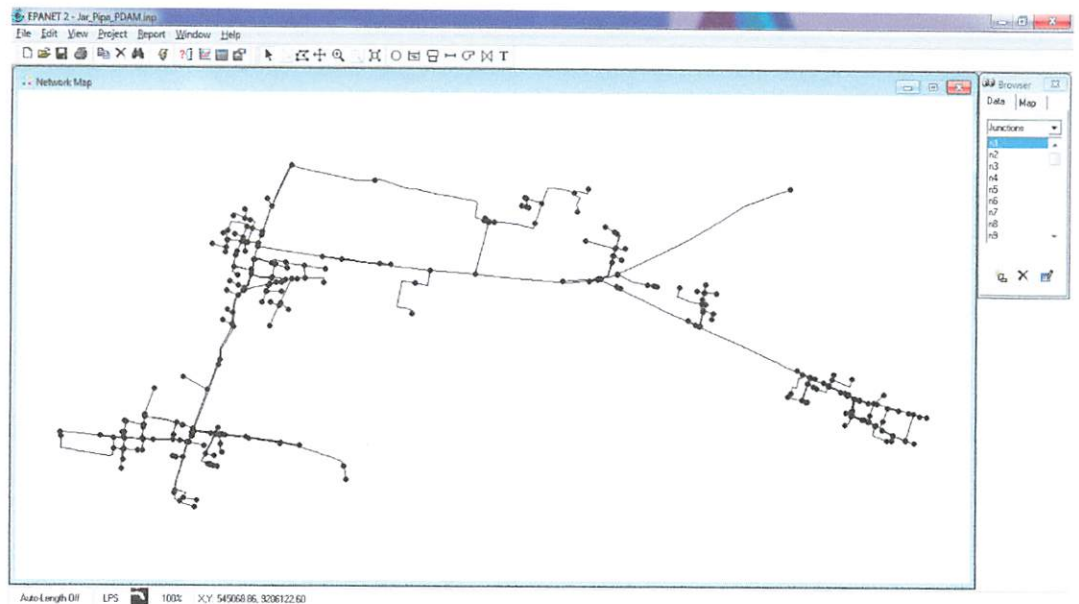
Simulasi jaringan pipa dilakukan menggunakan *software EPANET*. Sebelum melakukan simulasi terlebih dahulu melakukan *export* data jaringan pipa yang sudah dilakukan topologi menjadi data *dxf*. Kemudian data tersebut dilakukan *export data* menjadi format **.inp* menggunakan *software EpaCAD*.



Gambar 3. 17 *Export* Data *dxf* ke *inp*

2. *Import* Jaringan Pipa

Jaringan pipa dilakukan selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan *software EPANET* untuk mendapatkan parameter yang digunakan dalam penelitian. Data jaringan pipa yang dibuka pada program *EPANET* dengan menggunakan fungsi *Import Network*.



Gambar 3. 18 *Import Data Jaringan Pipa*

3. Melakukan Perhitungan *Base Demand*

Perhitungan *base demand* atau kebutuhan air rata-rata pelanggan PDAM dilakukan menggunakan persamaan 2.1. Nilai *base demand* digunakan sebagai *input* data pada setiap node. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

4. Melakukan Perhitungan Fluktuasi Pemakaian Air

Fluktuasi pemakaian air dapat diidentifikasi dari nilai *flow factor* pemakaian air tersebut. Nilai tersebut dapat dilakukan perhitungan menggunakan data pembacaan *watermeter* induk. Pengamatan *watermeter* dilakukan selama 24 jam. Cara perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Debit (m}^3/\text{jam)} = \text{Pembacaan } \textit{watermeter} \text{ akhir} - \text{awal} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\text{Debit (l/s)} = \frac{\text{Debit per jam}}{3600} \times 1000 \dots\dots\dots (3.2)$$

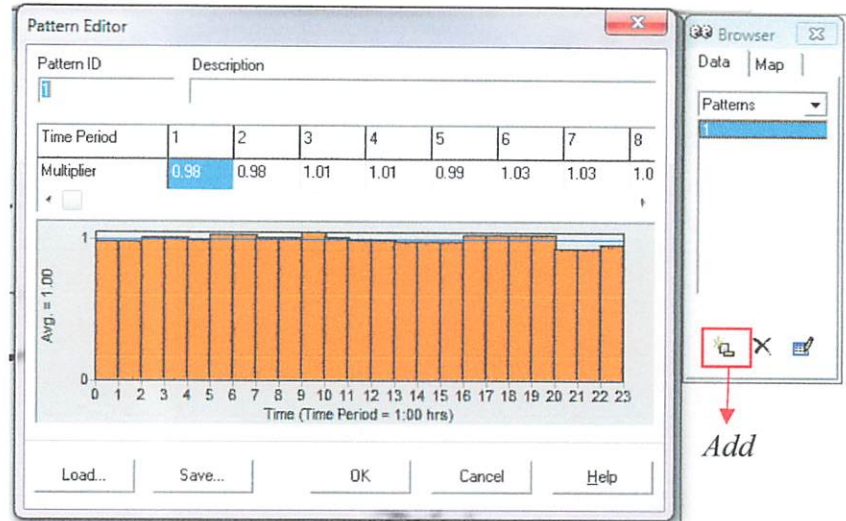
$$\textit{Flow factor} = \frac{\text{Debit per detik}}{\text{Rata-rata debit per detik}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Adapun hasil perhitungan *flow factor* dapat dilihat pada tabel 4.3.

5. *Input Data Pattern*

Data *pattern* digunakan untuk memasukkan data *flow factor*. Pembuatan data ini dilakukan dengan cara pilih *Patterns* pada jendela *Browser* kemudian pilih

Add. Masukkan nilai *flow factor* sesuai dengan waktu tertentu yang dapat dilihat pada tabel 3.3.



Gambar 3. 19 *Input Data Pattern*

6. *Input Data Node*

Data *node* yang dibutuhkan dalam simulasi program *EPANET* yaitu data elevasi, *base demand*, dan *ID pattern*. Cara memasukkan data tersebut dengan cara pilih *node* → klik kanan *Properties*.

Property	Value
*Junction ID	20
X-Coordinate	547578.04
Y-Coordinate	9205494.09
Description	
Tag	
*Elevation	43.75
Base Demand	0.006
Demand Pattern	1

Gambar 3. 20 *Input Data Node*


7. *Input Data Pipa*

Data pipa yang dibutuhkan dalam simulasi program *EPANET* yaitu data panjang, diameter, dan kekasaran pipa. Cara memasukkan data tersebut dengan cara pilih pipa → klik kanan *Properties*.

Property	Value
*Pipe ID	73
*Start Node	19
*End Node	20
Description	
Tag	
*Length	1397.829
*Diameter	165
*Roughness	100

Gambar 3. 21 *Input Data Pipa*


8. *Input Data Reservoir*

Reservoir dibuat dengan cara memilih *tool Add reservoir* pada *toolbar*  kemudian melakukan *input data* elevasi pada aksesoris pipa tersebut. Data yang dimasukkan adalah elevasi *reservoir* pada kolom *Total Head*.

Property	Value
*Reservoir ID	1
X-Coordinate	548550.82
Y-Coordinate	9203729.51
Description	
Tag	
*Total Head	37.5
Head Pattern	
Initial Quality	

Gambar 3. 22 *Input Data Reservoir*

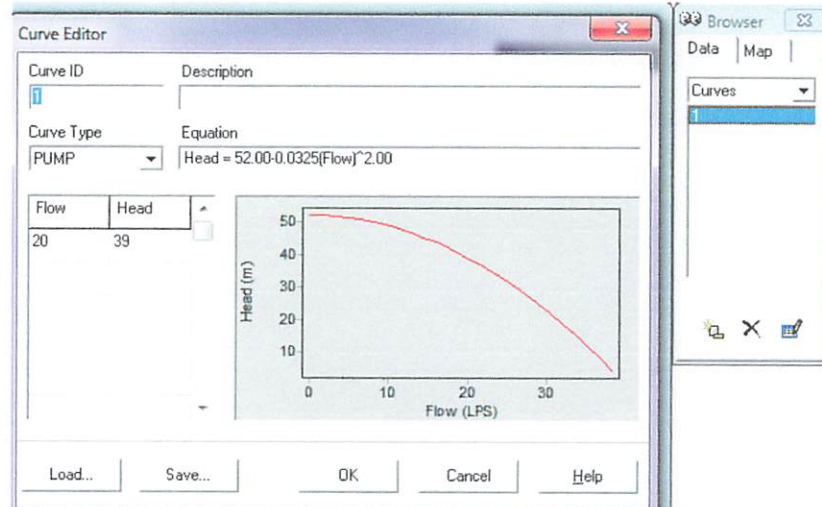
9. *Input Data Pompa*

Aksesoris pompa dibuat dengan cara memilih *tool Add pump* pada *toolbar*  kemudian membuat data *pump curve*. Pembuatan *pump curve* dilakukan dengan cara memilih *Curves* pada jendela *Browser*. Kemudian pilih *Curve Editor* sehingga muncul jendela *Curve Editor*. Masukkan data kapasitas pompa pada kolom *flow* dan nilai *head*. Nilai *head* yang digunakan dalam pembuatan *curve* yaitu nilai yang diperoleh dari selisih total *head* pompa dengan kedalaman sumur dimana kedalaman sumur PDAM Unit Randublatung I sebesar 35 m.

$Head = \text{Total head pompa} - \text{kedalaman sumur} \dots\dots\dots(3.4)$


$Head = 74 - 35$

$Head = 39 \text{ m}$



Gambar 3. 23 *Input Pump Curve*

10. Pemrosesan Data

Setelah semua data dimasukkan. kemudian melakukan *Run Analysis* dengan cara memilih *tools Run* pada *toolbar*  Apabila hasil *running* masih ditemukan *error*, maka lakukan pengecekan pada data.

```

Status Report
-----
*          E P A N E T          *
*          Hydraulic and Water Quality          *
*          Analysis for Pipe Networks          *
*          Version 2.00.12          *
*-----*

Analysis begun Mon Dec 31 11:19:09 2018

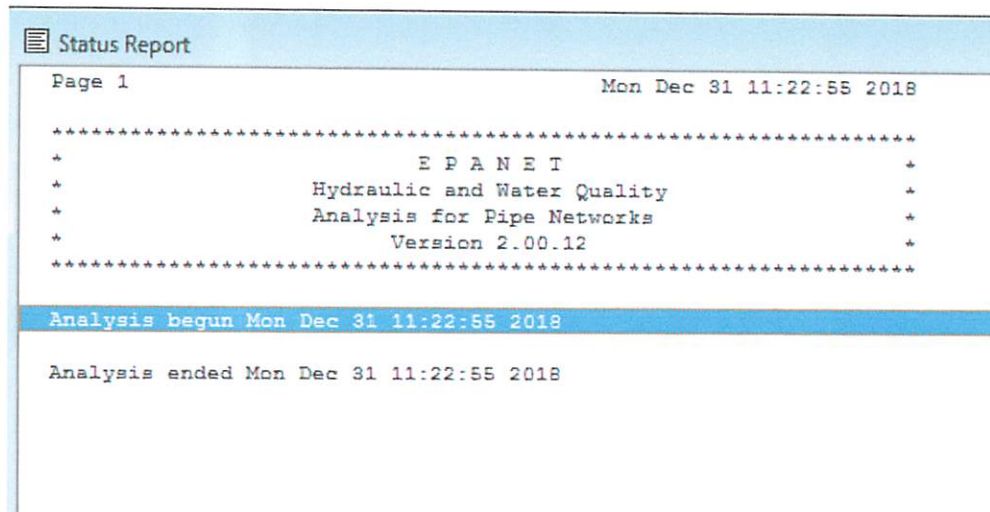
Hydraulic Status:
-----
0:00:00: System ill-conditioned at node n16
0:00:00: Reservoir 3 is closed

WARNING: Node n1 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n2 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n5 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n6 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n7 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n8 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n9 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n10 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n11 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: Node n12 disconnected at 0:00:00 hrs
WARNING: 209 additional nodes disconnected at 0:00:00 hrs
System Error 110: cannot solve network hydraulic equations.
Analysis ended Mon Dec 31 11:19:09 2018

```

Gambar 3. 24 Kesalahan *Input Data*

Lakukan pengecekan pada setiap kesalahan yang dilaporkan. Kemudian lakukan *running* hingga tidak ada kesalahan yang dihasilkan.



Gambar 3. 25 Report Run Analysis

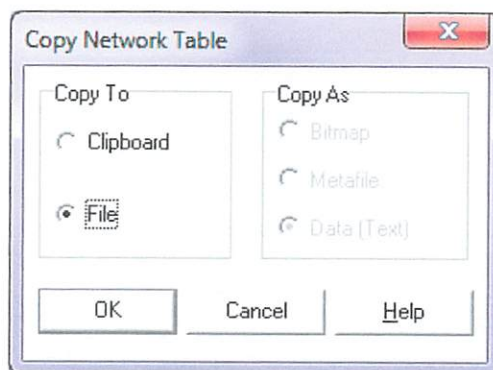
11. Export Data Hasil Pemrosesan Menggunakan EPANET

Hasil pemrosesan data dapat dilihat dengan memilih *tool Table* pada *toolbar*. Kemudian pilih data yang akan ditampilkan, misalnya *pressure* pada *node*. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.26.

Node ID	Pressure m
Junc n1	51.83
Junc n6	47.88
Junc n7	47.84
Junc n8	47.77
Junc n9	51.78
Junc n11	50.59
Junc n12	50.56
Junc n13	51.16
Junc n16	49.16
Junc n17	48.73
Junc n18	51.00
Junc n19	51.31
Junc n21	51.31
Junc n22	51.30

Gambar 3. 26 Data Tekanan Air

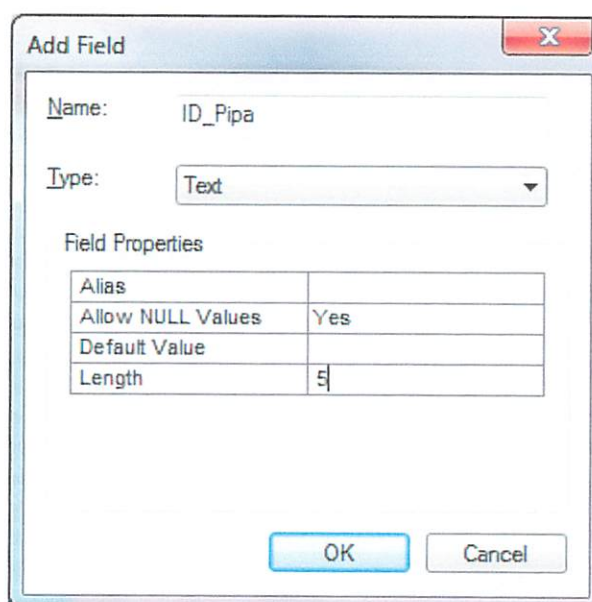
Tabel yang ditampilkan kemudian dilakukan proses *export* data dengan cara klik pojok kiri tabel untuk memilih semua data. Kemudian menuju menu *Edit* lalu pilih *Copy to* → pilih *File* → tentukan lokasi penyimpanan *file* tersebut.



Gambar 3. 27 *Export* Data Pemrosesan *EPANET*

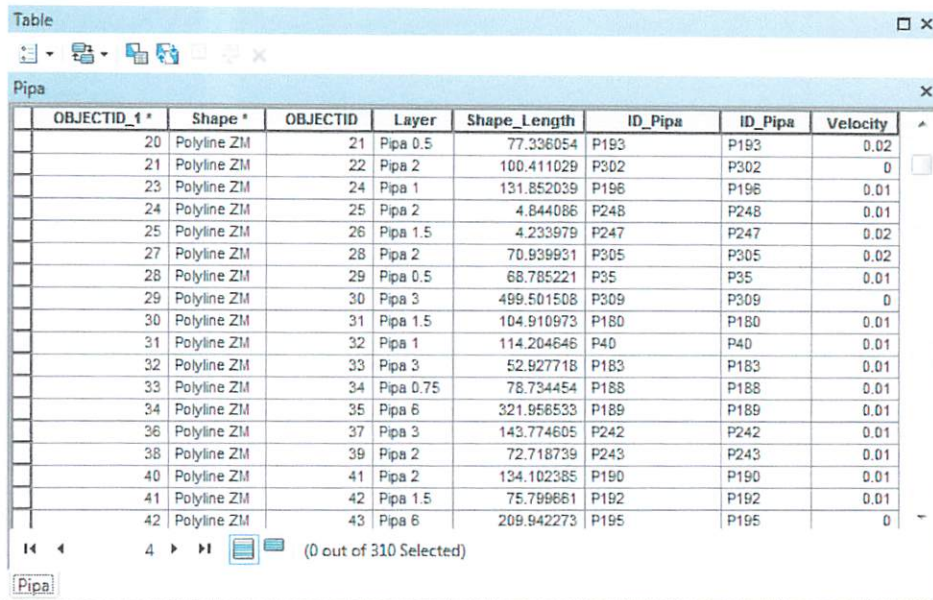
3.4.6. *Scoring*

Proses *scoring* masing-masing parameter hasil pengolahan *EPANET* disusun menggunakan *software ArcGIS*. Sebelum melakukan proses tersebut, terlebih dahulu membuat entitas (ID) data *node* dan pipa. Proses tersebut dilakukan dengan menggunakan fungsi *Add Field* pada *Attribute Tables*. Kemudian masukkan ID tersebut dengan menggunakan fungsi *Editor* yaitu pilih *tools Editor* → *Start Editing* → *input* ID Pipa/*Node* yang disesuaikan dengan ID pada *EPANET*.



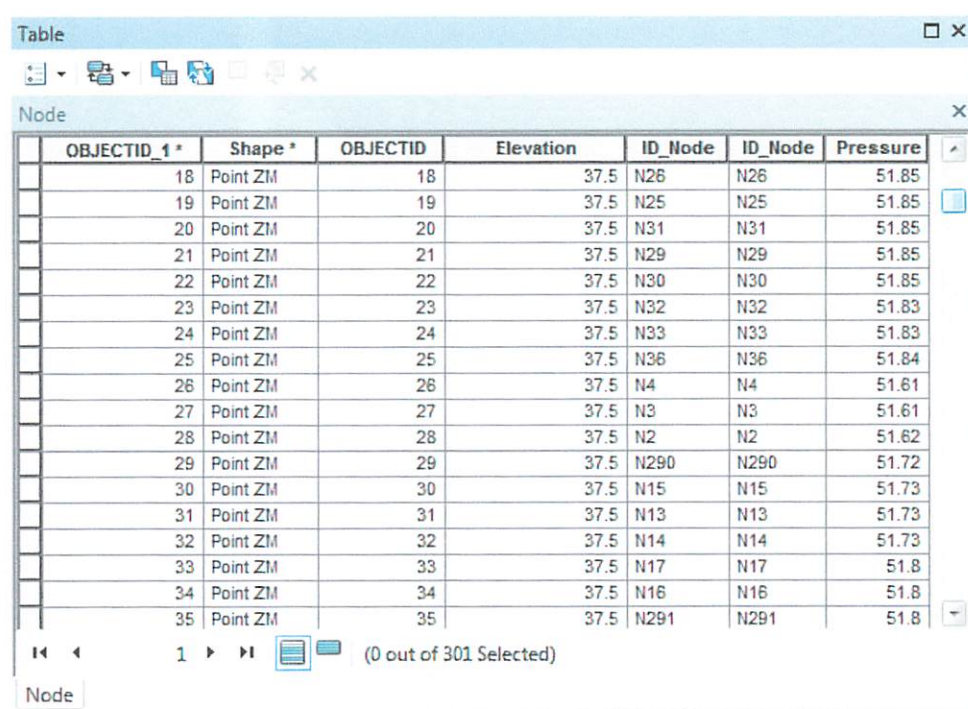
Gambar 3. 28 Pembuatan *Field* ID Pipa

Langkah selanjutnya melakukan *join data* atribut pada masing-masing data. Proses tersebut menggunakan suatu entitas (ID) yang telah dibuat sebelumnya yaitu ID Pipa untuk menambahkan nilai *velocity* dan ID *Node* untuk menambahkan nilai *pressure*. Cara melakukan *join data* yaitu buka *attribute tables* salah satu data → pilih *Table Options* → pilih *Join and Relates* → *Join*.



OBJECTID_1 *	Shape *	OBJECTID	Layer	Shape_Length	ID_Pipa	ID_Pipa	Velocity
20	Polyline ZM	21	Pipa 0.5	77.336054	P193	P193	0.02
21	Polyline ZM	22	Pipa 2	100.411029	P302	P302	0
23	Polyline ZM	24	Pipa 1	131.852039	P196	P196	0.01
24	Polyline ZM	25	Pipa 2	4.844086	P248	P248	0.01
25	Polyline ZM	26	Pipa 1.5	4.233979	P247	P247	0.02
27	Polyline ZM	28	Pipa 2	70.939931	P305	P305	0.02
28	Polyline ZM	29	Pipa 0.5	68.785221	P35	P35	0.01
29	Polyline ZM	30	Pipa 3	499.501508	P309	P309	0
30	Polyline ZM	31	Pipa 1.5	104.910973	P180	P180	0.01
31	Polyline ZM	32	Pipa 1	114.204646	P40	P40	0.01
32	Polyline ZM	33	Pipa 3	52.927718	P183	P183	0.01
33	Polyline ZM	34	Pipa 0.75	78.734454	P188	P188	0.01
34	Polyline ZM	35	Pipa 6	321.956533	P189	P189	0.01
36	Polyline ZM	37	Pipa 3	143.774605	P242	P242	0.01
38	Polyline ZM	39	Pipa 2	72.718739	P243	P243	0.01
40	Polyline ZM	41	Pipa 2	134.102385	P190	P190	0.01
41	Polyline ZM	42	Pipa 1.5	75.799661	P192	P192	0.01
42	Polyline ZM	43	Pipa 6	209.942273	P195	P195	0

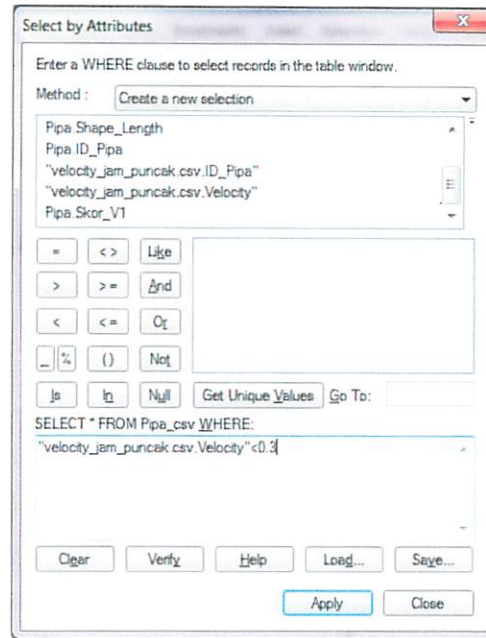
Gambar 3. 29 Hasil *Join Data Velocity*



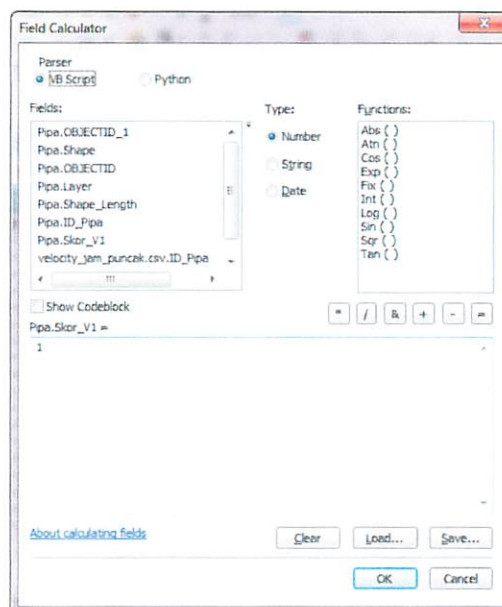
OBJECTID_1 *	Shape *	OBJECTID	Elevation	ID_Node	ID_Node	Pressure
18	Point ZM	18	37.5	N26	N26	51.85
19	Point ZM	19	37.5	N25	N25	51.85
20	Point ZM	20	37.5	N31	N31	51.85
21	Point ZM	21	37.5	N29	N29	51.85
22	Point ZM	22	37.5	N30	N30	51.85
23	Point ZM	23	37.5	N32	N32	51.83
24	Point ZM	24	37.5	N33	N33	51.83
25	Point ZM	25	37.5	N36	N36	51.84
26	Point ZM	26	37.5	N4	N4	51.61
27	Point ZM	27	37.5	N3	N3	51.61
28	Point ZM	28	37.5	N2	N2	51.62
29	Point ZM	29	37.5	N290	N290	51.72
30	Point ZM	30	37.5	N15	N15	51.73
31	Point ZM	31	37.5	N13	N13	51.73
32	Point ZM	32	37.5	N14	N14	51.73
33	Point ZM	33	37.5	N17	N17	51.8
34	Point ZM	34	37.5	N16	N16	51.8
35	Point ZM	35	37.5	N291	N291	51.8

Gambar 3. 30 Hasil *Join Data Pressure*

Setiap parameter diberikan skor sesuai aturan *scoring*. Adapun skor tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 dan 2.3. Proses tersebut dilakukan dengan membuat *file* baru sebagai tempat memasukkan skor. Selanjutnya dilakukan proses seleksi data menggunakan fungsi *Select by Attributes* pada *Attribute Table* sesuai kelas *scoring* masing-masing parameter dan fungsi *Field Calculator* untuk memasukkan skor sesuai parameter tersebut tersebut.



Gambar 3. 31 Seleksi Data *Velocity*



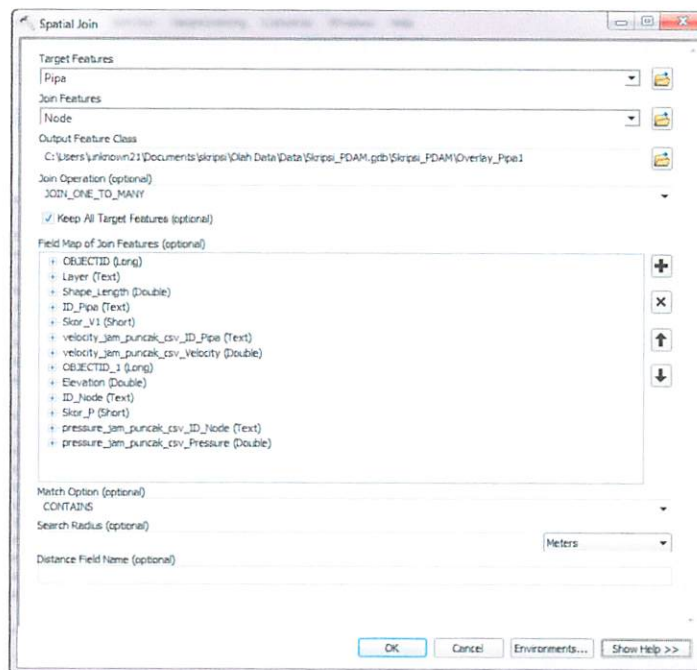
Gambar 3. 32 *Input* Skor

Shape *	OBJECTID	Layer	Shape_Length	ID_Pipa	ID_Pipa	Velocity	Pipa.Skor_V1
Polyline ZM	7	Pipa 1.5	24.632844	P32	P32	0	1
Polyline ZM	9	Pipa 1.5	14.305563	P164	P164	0	1
Polyline ZM	11	Pipa 1.5	5.117122	P163	P163	0.01	1
Polyline ZM	14	Pipa 1.5	52.595851	P34	P34	0	1
Polyline ZM	15	Pipa 1.5	264.794456	P182	P182	0	1
Polyline ZM	17	Pipa 1	53.100765	P181	P181	0.02	1
Polyline ZM	18	Pipa 1.5	21.050324	P44	P44	0.02	1
Polyline ZM	19	Pipa 1.5	125.650547	P165	P165	0.02	1
Polyline ZM	20	Pipa 1.5	65.864789	P33	P33	0	1
Polyline ZM	21	Pipa 0.5	77.336054	P193	P193	0.02	1
Polyline ZM	22	Pipa 2	100.411029	P302	P302	0	1
Polyline ZM	24	Pipa 1	131.852039	P196	P196	0.01	1
Polyline ZM	25	Pipa 2	4.844086	P248	P248	0.01	1
Polyline ZM	26	Pipa 1.5	4.233979	P247	P247	0.02	1
Polyline ZM	28	Pipa 2	70.939601	P305	P305	0.02	1
Polyline ZM	29	Pipa 0.5	68.785221	P35	P35	0.01	1
Polyline ZM	30	Pipa 3	499.501508	P309	P309	0	1
Polyline ZM	31	Pipa 1.5	104.910973	P180	P180	0.01	1

Gambar 3. 33 Hasil *Scoring* Parameter *Velocity*

3.4.7. Overlay

Proses *overlay* dilakukan untuk menumpang susunkan suatu data spasial dengan data spasial lain, sehingga menghasilkan data spasial baru. Proses ini dilakukan setelah dilakukan *scoring* pada masing-masing parameter. Proses ini menggunakan fungsi *Spatial Join*. Adapun langkah kerjanya yaitu pada *Arctoolbox* pilih *Analysis tools* → pilih *Overlay* → pilih *Spatial Join*. Kemudian tentukan *feature* yang akan dilakukan *overlay*, tentukan lokasi penyimpanan, dan metode *overlay*.

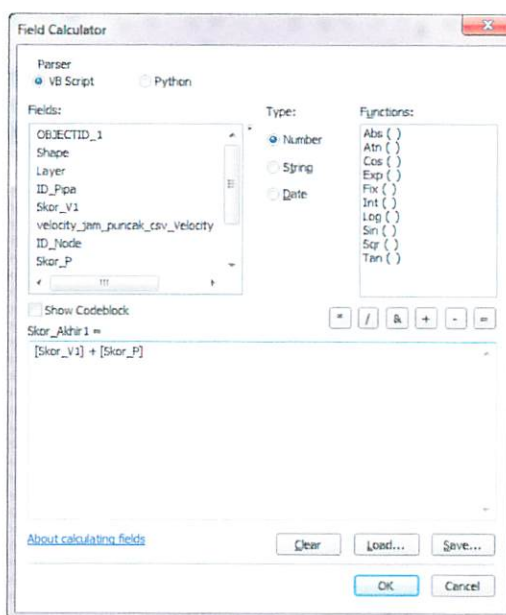


Gambar 3. 34 Proses *Overlay* Data Spasial

OBJECTID_1	Shape	Layer	ID_Pipa	velocity	Skor_Vf	ID_Node	pressure	Skor_P	Shape_Length
1	Polyline ZM	Pipa 2	P42	0	1	N206	38.94	3	138.084537
2	Polyline ZM	Pipa 2	P42	0	1	N207	38.86	3	138.084537
3	Polyline ZM	Pipa 2	P297	0	1	N206	38.94	3	100.160778
4	Polyline ZM	Pipa 2	P297	0	1	N205	39.02	3	100.160778
5	Polyline ZM	Pipa 1.5	P43	0	1	N208	38.67	3	104.852546
6	Polyline ZM	Pipa 1.5	P43	0	1	N204	39.02	3	104.852546
7	Polyline ZM	Pipa 2	P298	0.01	1	N206	38.94	3	124.67594
8	Polyline ZM	Pipa 2	P298	0.01	1	N204	39.02	3	124.67594
9	Polyline ZM	Pipa 2	P41	0.01	1	N203	39.02	3	2.713576
10	Polyline ZM	Pipa 2	P41	0.01	1	N204	39.02	3	2.713576
11	Polyline ZM	Pipa 2	P310	0	1	N302	45.27	4	98.223021
12	Polyline ZM	Pipa 2	P310	0	1	N186	44.45	4	98.223021
13	Polyline ZM	Pipa 1.5	P32	0	1	N173	39.05	3	24.632844
14	Polyline ZM	Pipa 1.5	P32	0	1	N174	39.05	3	24.632844
15	Polyline ZM	Pipa 1.5	P164	0	1	N172	39.05	3	14.305953
16	Polyline ZM	Pipa 1.5	P164	0	1	N173	39.05	3	14.305953
17	Polyline ZM	Pipa 1.5	P163	0.01	1	N178	39.05	3	5.117122
18	Polyline ZM	Pipa 1.5	P163	0.01	1	N173	39.05	3	5.117122
19	Polyline ZM	Pipa 1.5	P34	0	1	N178	39.05	3	52.595851
20	Polyline ZM	Pipa 1.5	P34	0	1	N179	39.05	3	52.595851
21	Polyline ZM	Pipa 1.5	P182	0	1	N210	39.08	3	254.794456
22	Polyline ZM	Pipa 1.5	P182	0	1	N213	38.97	3	254.794456
23	Polyline ZM	Pipa 1	P181	0.02	1	N210	39.08	3	53.100765
24	Polyline ZM	Pipa 1	P181	0.02	1	N211	39.08	3	53.100765
25	Polyline ZM	Pipa 1.5	P44	0.02	1	N211	39.08	3	21.050324
26	Polyline ZM	Pipa 1.5	P44	0.02	1	N212	39.08	3	21.050324
27	Polyline ZM	Pipa 1.5	P165	0.02	1	N176	39.17	3	125.650547

Gambar 3. 35 Hasil Proses *Overlay*

Setelah terbentuk data spasial baru, langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai skor akhir. Nilai tersebut diperoleh dengan cara menjumlahkan skor masing-masing parameter. Adapun cara melakukan proses ini yaitu membuat *field* baru dengan *type short integer*. Kemudian aktifkan fungsi *Editor* dan menghitung nilai skor akhir menggunakan fungsi *Field Calculator*.



Gambar 3. 36 Perhitungan Skor Akhir

Shape	Layer	ID_Pipa	velocity	Skor_V1	ID_Node	pressure	Skor_P	Shape_Length	Skor_Akhir
Polyline ZM	Pipa 1.5	P32	0	1	N173	39.05	3	24.632844	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P32	0	1	N174	39.05	3	24.632844	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P164	0	1	N172	39.05	3	14.305953	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P164	0	1	N173	39.05	3	14.305953	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P163	0.01	1	N178	39.05	3	5.117122	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P163	0.01	1	N173	39.05	3	5.117122	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P34	0	1	N178	39.05	3	52.595851	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P34	0	1	N179	39.05	3	52.595851	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P182	0	1	N210	39.08	3	254.794456	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P182	0	1	N213	39.07	3	254.794456	4
Polyline ZM	Pipa 1	P181	0.02	1	N210	39.08	3	53.100785	4
Polyline ZM	Pipa 1	P181	0.02	1	N211	39.08	3	53.100785	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P44	0.02	1	N211	39.08	3	21.050324	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P44	0.02	1	N212	39.08	3	21.050324	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P165	0.02	1	N178	39.17	3	125.650547	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P165	0.02	1	N178	39.05	3	125.650547	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P33	0	1	N176	39.17	3	65.864789	4
Polyline ZM	Pipa 1.5	P33	0	1	N177	39.13	3	65.864789	4
Polyline ZM	Pipa 0.5	P193	0.02	1	N287	39.08	3	77.336054	4
Polyline ZM	Pipa 0.5	P193	0.02	1	N231	39.08	3	77.336054	4
Polyline ZM	Pipa 2	P302	0	1	N239	39.08	3	100.411029	4
Polyline ZM	Pipa 2	P302	0	1	N286	39.08	3	100.411029	4
Polyline ZM	Pipa 1	P196	0.01	1	N238	39.08	3	131.852039	4
Polyline ZM	Pipa 1	P196	0.01	1	N237	39.08	3	131.852039	4
Polyline ZM	Pipa 2	P248	0.01	1	N238	39.08	3	4.844086	4
Polyline ZM	Pipa 2	P248	0.01	1	N286	39.08	3	4.844086	4

Gambar 3. 37 Hasil Perhitungan Skor Akhir

Nilai skor akhir tersebut selanjutnya dilakukan proses klasifikasi. Proses ini dilakukan dengan membagi penjumlahan masing-masing parameter menjadi beberapa kelas. Perhitungan penentuan kelas interval menggunakan persamaan 2.4. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$K_i = \frac{10 - 2}{3}$$

$$K_i = 2,7$$

$$K_i \approx 3$$

Keterangan :

K_i : Kelas interval

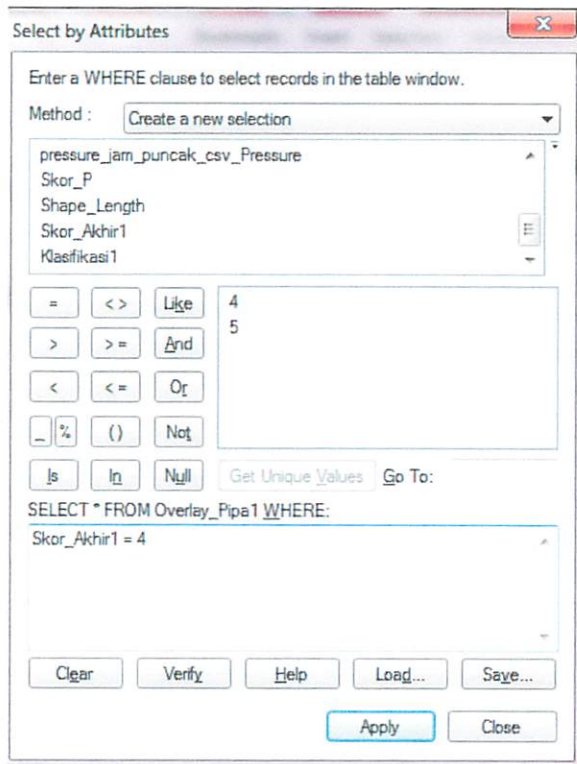
X_t : Data tertinggi

X_r : Data terendah

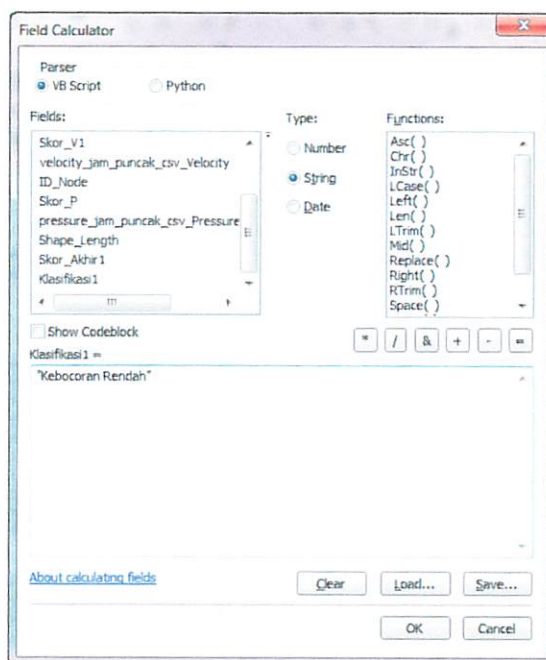
K : Jumlah kelas yang diinginkan

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai kelas interval sebesar 3. Nilai tersebut digunakan untuk membuat klasifikasi tingkat kebocoran pipa. Klasifikasi secara lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 2.4. Pembagian kelas tersebut selanjutnya diterapkan pada skor akhir yang telah dibuat sebelumnya. Adapun cara melakukan proses klasifikasi tersebut yaitu membuat *field* baru

dengan *type text*. Kemudian melakukan seleksi data menggunakan fungsi *Select by Attribute* pada *Attribute Table* →aktifkan fungsi *Editor* →memasukkan klasifikasi dengan menggunakan fungsi *Field Calculator*.



Gambar 3. 38 Seleksi Data Proses Klasifikasi

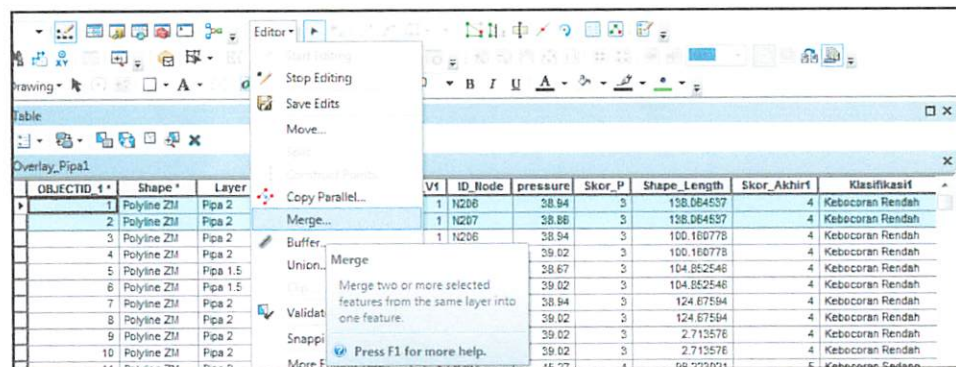


Gambar 3. 39 Input Data Klasifikasi

Layer	ID_Pipa	velocity	Skor_Vf	ID_Node	pressure	Skor_P	Shape_Length	Skor_Akhirt	Klasifikasi
Pipa 2	P42	0	1	N206	38.94	3	138.064537	4	Kebocoran Rendah
Pipa 2	P42	0	1	N207	38.86	3	138.064537	4	Kebocoran Rendah
Pipa 2	P297	0	1	N206	38.94	3	100.160778	4	Kebocoran Rendah
Pipa 2	P297	0	1	N205	39.02	3	100.160778	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P43	0	1	N208	38.67	3	104.852548	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P43	0	1	N204	39.02	3	104.852548	4	Kebocoran Rendah
Pipa 2	P298	0.01	1	N206	38.94	3	124.67594	4	Kebocoran Rendah
Pipa 2	P298	0.01	1	N204	39.02	3	124.67594	4	Kebocoran Rendah
Pipa 2	P41	0.01	1	N203	39.02	3	2.713576	4	Kebocoran Rendah
Pipa 2	P41	0.01	1	N204	39.02	3	2.713576	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P32	0	1	N173	39.05	3	24.632844	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P32	0	1	N174	39.05	3	24.632844	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P164	0	1	N172	39.05	3	14.365653	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P164	0	1	N173	39.05	3	14.365653	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P163	0.01	1	N178	39.05	3	5.117122	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P163	0.01	1	N173	39.05	3	5.117122	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P34	0	1	N178	39.05	3	52.556551	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P34	0	1	N179	39.05	3	52.556551	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P182	0	1	N210	39.08	3	254.794456	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1.5	P182	0	1	N213	39.57	3	254.794456	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1	P181	0.02	1	N210	39.08	3	53.100765	4	Kebocoran Rendah
Pipa 1	P181	0.02	1	N211	39.08	3	53.100765	4	Kebocoran Rendah

Gambar 3. 40 Proses Klasifikasi Kebocoran

Hasil proses klasifikasi tersebut selanjutnya dilakukan proses *merge* untuk menggabungkan data spasial yang memiliki ID pipa yang sama. Adapun cara melakukan proses tersebut yaitu melakukan *Start Editing* → pilih ID Pipa yang sama → pilih *Merge* pada *toolbar Editor*.



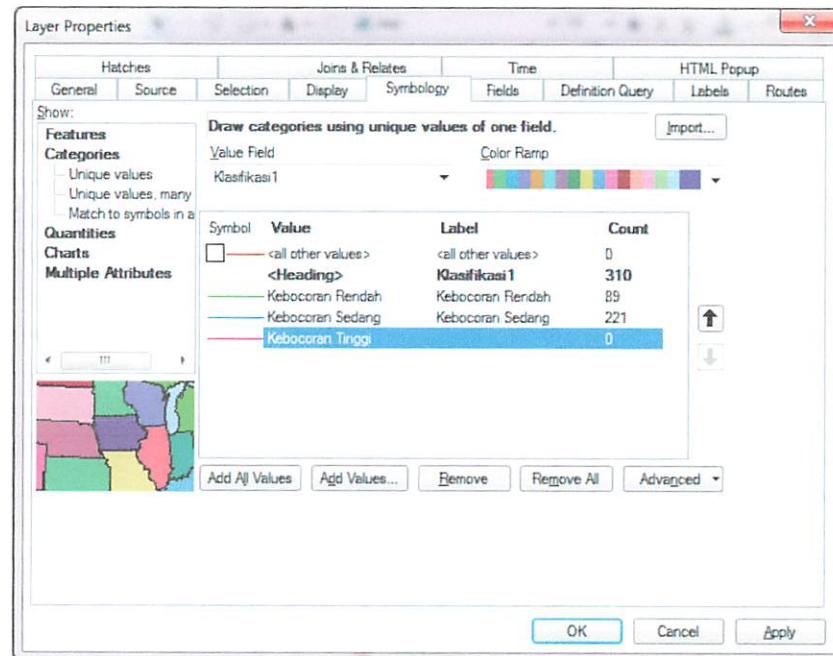
Gambar 3. 41 Proses Penggabungan Data Klasifikasi

OBJECTID	Shape	Layer	ID_Pipa	velocity	Skor_Vf	ID_Node	pressure	Skor_P	Shape_Length	Skor_Akhirt	Klasifikasi
1	Polyline ZM	Pipa 2	P42	0	1	N206	38.94	3	278.129075	4	Kebocoran Rendah
3	Polyline ZM	Pipa 2	P297	0	1	N206	38.94	3	200.321555	4	Kebocoran Rendah
6	Polyline ZM	Pipa 1.5	P43	0	1	N204	39.02	3	209.705092	4	Kebocoran Rendah
8	Polyline ZM	Pipa 2	P298	0.01	1	N204	39.02	3	249.351879	4	Kebocoran Rendah
9	Polyline ZM	Pipa 2	P41	0.01	1	N203	39.02	3	5.427153	4	Kebocoran Rendah
11	Polyline ZM	Pipa 2	P310	0	1	N302	45.27	4	198.448041	5	Kebocoran Sedang
13	Polyline ZM	Pipa 1.5	P32	0	1	N173	39.05	3	49.265687	4	Kebocoran Rendah
16	Polyline ZM	Pipa 1.5	P164	0	1	N173	39.05	3	28.611906	4	Kebocoran Rendah
17	Polyline ZM	Pipa 1.5	P163	0.01	1	N178	39.05	3	10.234245	4	Kebocoran Rendah
19	Polyline ZM	Pipa 1.5	P34	0	1	N178	39.05	3	105.191702	4	Kebocoran Rendah
21	Polyline ZM	Pipa 1.5	P182	0	1	N210	39.08	3	509.588912	4	Kebocoran Rendah
23	Polyline ZM	Pipa 1	P181	0.02	1	N210	39.08	3	106.201529	4	Kebocoran Rendah
25	Polyline ZM	Pipa 1.5	P44	0.02	1	N211	39.08	3	42.100647	4	Kebocoran Rendah

Gambar 3. 42 Hasil Klasifikasi Kebocoran Pipa

3.4.8. Symbology dan Layouting

Proses simbologi dilakukan untuk menampilkan hasil proses klasifikasi tingkat kebocoran. Proses ini menggunakan fungsi *Symbology* pada *Layer Properties*. Kriteria simbologi yang digunakan yaitu *Unique values* berdasarkan *field* klasifikasi.

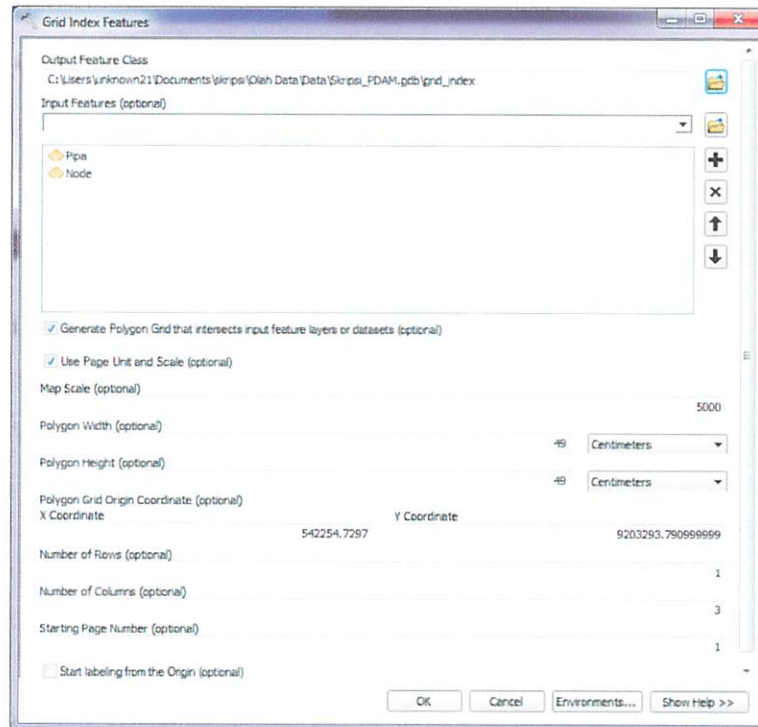


Gambar 3. 43 Proses Simbologi Tingkat Kebocoran Pipa

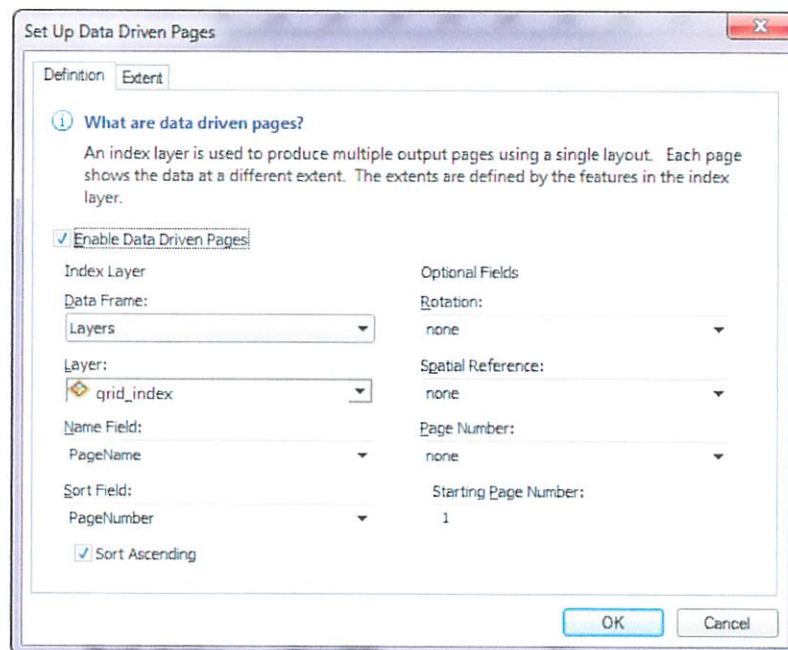


Gambar 3. 44 Klasifikasi Tingkat Kebocoran Pipa

Proses selanjutnya melakukan *layouting* untuk membuat peta yang informatif. Proses ini dimulai dengan membuat *grid index* yaitu menggunakan fungsi *Grid Index Feature* pada *Arctoolbox*.

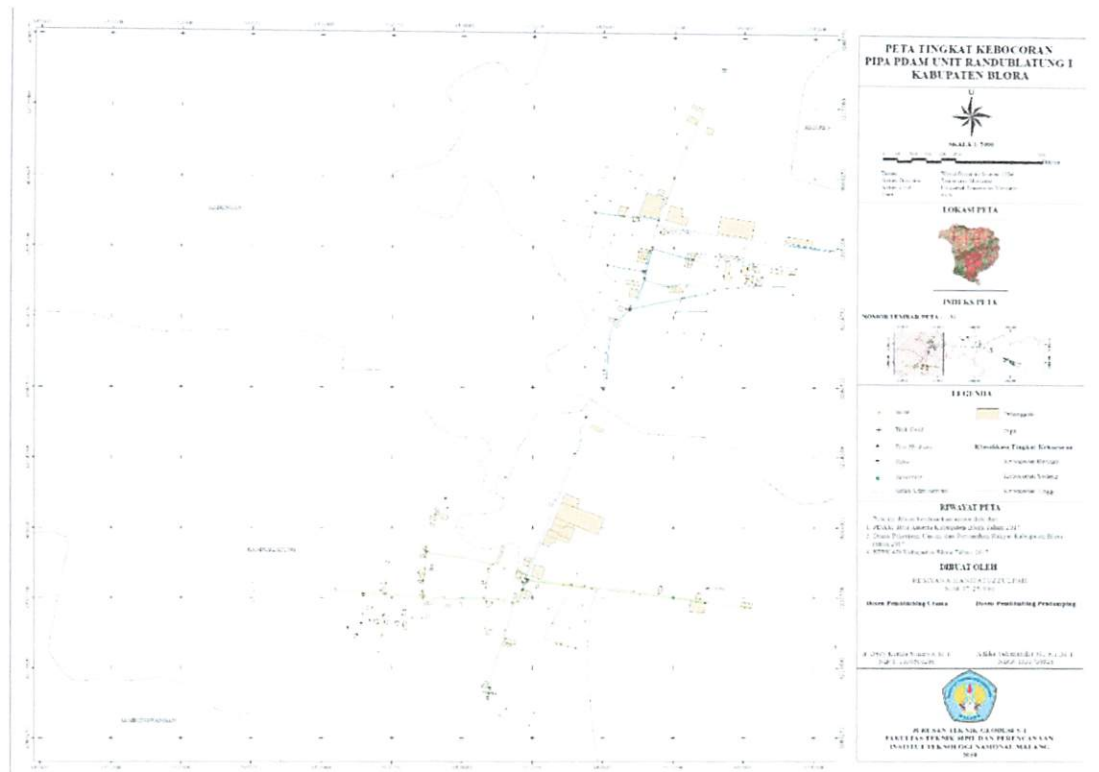


Gambar 3. 45 Pembuatan *Grid Index*



Gambar 3. 46 Pengaturan *Data Driven Pages*

Kemudian lakukan pembuatan *layout* dengan menggunakan fungsi *Toolbar Draw* dan menu *Insert* pada *toolbar standard*. *Layout* peta berisi informasi terkait muka peta dan informasi tepi, seperti judul, skala, legenda, pembuat peta dll.



Gambar 3. 47 Peta Tingkat Kebocoran Pipa PDAM

3.4.9. Validasi Data

Validasi data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menghitung selisih antara air yang didistribusikan ke pelanggan dengan air yang terjual. Rumus lengkapnya dapat dilihat pada persamaan 2.2 dan 2.3. Jumlah kehilangan air dapat dilihat pada tabel 4.10.

Selain itu, kebocoran yang terjadi pada suatu area bisa dilihat dari daftar laporan bulanan PDAM Unit Randublatung I. Laporan tersebut berisi tentang keluhan-keluhan pelanggan terkait pelayanan PDAM. Penelitian ini hanya menggunakan kejadian sebagai dampak yang ditimbulkan dari kebocoran pipa yaitu pipa pecah, pipa bocor, meteran air bocor, dan klem *saddle* bocor atau buntu. Masing-masing dampak tersebut dilakukan *scoring* untuk mengetahui jenis

kebocoran air yang terjadi. Adapun skor tersebut dapat dilihat pada tabel 3.2 untuk pipa pecah, tabel 3.3 untuk pipa bocor dan meteran air bocor, serta tabel 3.4 untuk klem *saddle* bocor atau buntu.

Tabel 3. 2 Penentuan Skor untuk Pipa Bocor

Jumlah Kebocoran Pipa Kelurahan per Tahun	Kategori
13 - 29	Kebocoran Rendah
30 - 46	Kebocoran Sedang

Tabel 3. 3 Penentuan Skor untuk Klem *Saddle* Bocor

Jumlah Kebocoran Pipa Kelurahan per Tahun	Kategori
5 - 10	Kebocoran Rendah
11 - 16	Kebocoran Sedang

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perhitungan *Base Demand*

Kebutuhan air merupakan banyaknya air yang dikonsumsi oleh seseorang untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Semakin banyak jumlah pelanggan, maka semakin besar air yang harus disediakan oleh penyedia jasa. Berdasarkan laporan PDAM Kabupaten Blora, jumlah pelanggan yang menggunakan jasa penyedia air bersih PDAM Unit Randublatung I per Desember 2017 mencapai 1.984 orang. Hal ini dapat dideskripsikan dalam tabel 4.1. berikut ini:

Tabel 4. 1 Jumlah Pelanggan PDAM Unit Randublatung I

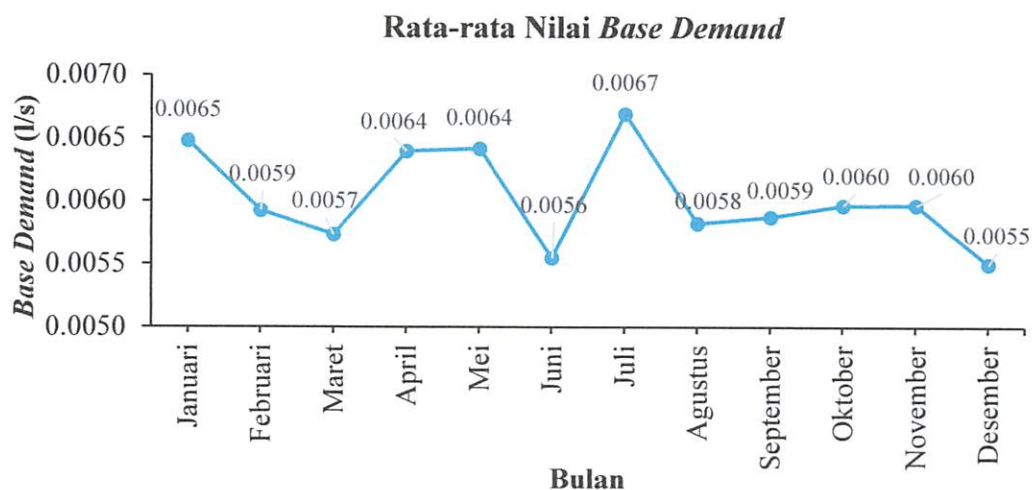
No.	Desa	Jumlah Pelanggan
1	Sumberejo	494
2	Kediren	320
3	Wulung	471
4	Pilang	340
5	Randublatung	359
Total		1984

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa pelanggan terbanyak PDAM Unit Randublatung I berada di Desa Sumberejo yaitu 494 pelanggan yang secara relatif sebanyak 24,9% dari total pelanggan. Sedangkan jumlah pelanggan yang paling sedikit berada di Desa Kediren yaitu 320 pelanggan yang secara relatif sebanyak 16,1% dari total pelanggan.

Banyaknya pelanggan yang menggunakan jasa penyedia air bersih akan berpengaruh terhadap beban kebutuhan pada setiap *node* yang terdapat pada jaringan pipa. Selain itu juga dipengaruhi oleh jumlah pemakaian setiap bulannya. Hal ini dikarenakan jumlah pemakaian air setiap bulan akan berbeda-beda yang dapat dipengaruhi oleh faktor musim. Adapun data hasil perhitungan kebutuhan air (*base demand*) pelanggan dapat dideskripsikan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Rata-rata *Base Demand*

No.	Bulan	Pemakaian Air (m ³)	Jumlah Pelanggan	Rata-rata (m ³ /bulan)	Rata-rata (l/s)
1	Januari	30.749	1.831	16,794	0,006479
2	Februari	28.133	1.831	15,365	0,005928
3	Maret	27.551	1.853	14,868	0,005736
4	April	31.088	1.875	16,580	0,006397
5	Mei	31.390	1.887	16,635	0,006418
6	Juni	27.624	1.920	14,388	0,005551
7	Juli	33.360	1.922	17,357	0,006696
8	Agustus	29.087	1.926	15,102	0,005826
9	September	29.911	1.964	15,230	0,005876
10	Oktober	30.605	1.978	15,473	0,005969
11	November	30.672	1.982	15,475	0,005970
12	Desember	28.296	1.984	14,262	0,005502
Total		358.466		187,528	0,07234886
Rata-rata				15,627	0,00602907

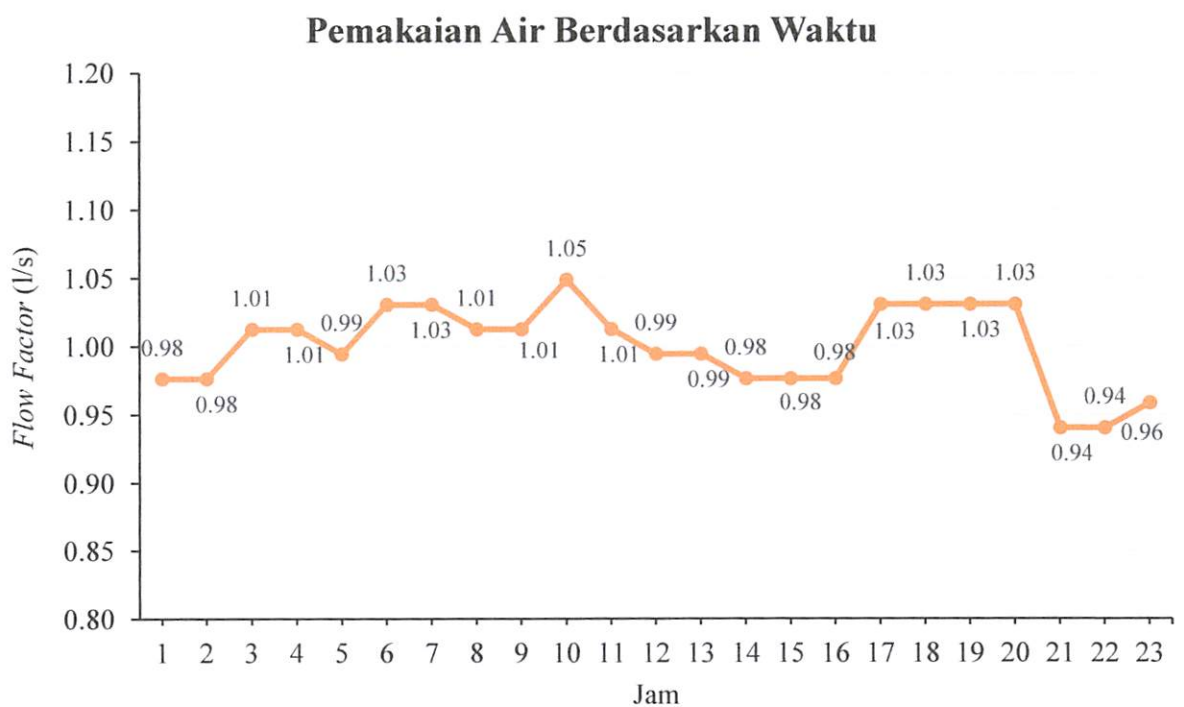
Grafik 4. 1 Rata-rata Nilai *Base Demand*

Berdasarkan pada tabel 4.2 dapat diketahui bahwa rata-rata pemakaian air pelanggan berbeda-beda. Nilai kebutuhan air tertinggi terjadi pada bulan Juli sebesar 17.357 m³/bulan, sedangkan kebutuhan air terendah terjadi pada bulan Desember sebesar 14.262 m³/bulan. Kebutuhan air rata-rata pelanggan PDAM Unit Randublatung I ini sebesar 15,627 m³/bulan atau 0,006 l/s. Nilai kebutuhan air per detik tersebut akan didistribusikan pada setiap *junction* atau *node* jaringan pipa. Nilai tersebut digunakan sebagai nilai dasar untuk mengetahui kebutuhan air (*base demand*) pelanggan sebagai beban pada *node*.

4.2. Hasil Pemakaian Air

Fluktuasi pemakaian air digunakan untuk mengetahui kebiasaan konsumsi air digunakan sehari-hari oleh pelanggan. Fluktuasi pemakaian air ini dapat diketahui dengan melakukan pembacaan *watermeter* induk yang dilakukan selama 24 jam. Berdasarkan tabel 4.3 sistem operasi jaringan pipa PDAM Unit Randublatung I berlangsung selama 23 jam. Hal ini dikarenakan pada jam 23.00 WIB sistem operasi dinonaktifkan.

Fluktuasi pemakaian tertinggi terjadi pada jam 09.00 – 10.00 WIB dengan nilai *flow factor* sebesar 1,05 liter/detik. Pada kondisi *flow factor* tertinggi tersebut terjadi pemakaian air yang besar. Hal ini disebabkan karena pada kondisi waktu tersebut perilaku konsumen dalam menggunakan air tinggi untuk melakukan aktivitasnya. Sedangkan pola pemakaian terendah terjadi pada jam 20.00 – 22.00 WIB dengan nilai *flow factor* sebesar 0,94 liter/detik. Pada kondisi *flow factor* yang rendah tersebut disebabkan karena pada kondisi waktu tersebut pelanggan hanya menggunakan air untuk kondisi tertentu dan bahkan tidak menggunakan air dalam melakukan aktivitasnya.



Grafik 4. 2 Pemakaian Air Berdasarkan Waktu

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Pemakaian Air Berdasarkan Waktu

No,	Jam	Stand Meter		Debit (m ³ /jam)	Debit (l/s)	Flow Factor (l/s)
		Awal	Akhir			
1	00.00-01.00	308.169,4	308.174,8	5,4	1,50	0,98
2	01.00-02.00	308.174,8	308.180,2	5,4	1,50	0,98
3	02.00-03.00	308.180,2	308.185,8	5,6	1,56	1,01
4	03.00-04.00	308.185,8	308.191,4	5,6	1,56	1,01
5	04.00-05.00	308.191,4	308.196,9	5,5	1,53	0,99
6	05.00-06.00	308.196,9	308.202,6	5,7	1,58	1,03
7	06.00-07.00	308.202,6	308.208,3	5,7	1,58	1,03
8	07.00-08.00	308.208,3	308.213,9	5,6	1,56	1,01
9	08.00-09.00	308.213,9	308.219,5	5,6	1,56	1,01
10	09.00-10.00	308.219,5	308.225,3	5,8	1,61	1,05
11	10.00-11.00	308.098,1	308.103,7	5,6	1,56	1,01
12	11.00-12.00	308.103,7	308.109,2	5,5	1,53	0,99
13	12.00-13.00	308.109,2	308.114,7	5,5	1,53	0,99
14	13.00-14.00	308.114,7	308.120,1	5,4	1,50	0,98
15	14.00-15.00	308.120,1	308.125,5	5,4	1,50	0,98
16	15.00-16.00	308.125,5	308.130,9	5,4	1,50	0,98
17	16.00-17.00	308.130,9	308.136,6	5,7	1,58	1,03
18	17.00-18.00	308.136,6	308.142,3	5,7	1,58	1,03
19	18.00-19.00	308.142,3	308.148,0	5,7	1,58	1,03
20	19.00-20.00	308.148,0	308.153,7	5,7	1,58	1,03
21	20.00-21.00	308.153,7	308.158,9	5,2	1,44	0,94
22	21.00-22.00	308.158,9	308.164,1	5,2	1,44	0,94
23	22.00-23.00	308.164,1	308.169,4	5,3	1,47	0,96
24	23.00-24.00	0	0	0	0,00	0,00
Jumlah Pemakaian				127,2	35,33	23,00
Kebutuhan Air Rata-rata				5,530	1,54	

4.3. Hasil Jaringan Pipa

Jaringan pipa PDAM Unit Randublatung I menggunakan sistem pengaliran pemompaan. Hal ini dikarenakan daerah ini memiliki ketinggian yang relatif datar, sehingga diperlukan suatu sistem untuk meningkatkan tekanan air agar air dapat terdistribusi ke pelanggan. Jaringan pipa ini menggunakan sebuah sumur yang digunakan sebagai sumber air baku. Sumur ini terletak di Desa Sumberejo, Kecamatan Randublatung yang memiliki kedalaman 35 meter. Adapun spesifikasi pompa yang digunakan pada sumur tersebut yaitu *head* pompa sebesar 74 meter dan memiliki kapasitas 20 liter/detik.




Gambar 4. 1 Sumber Air Baku PDAM Unit Randublatung I

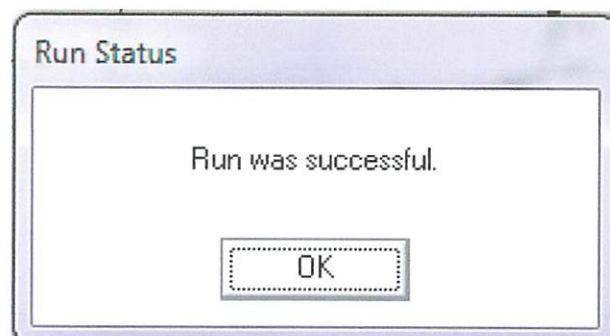
Jaringan pipa tersebut dilakukan proses simulasi yang bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter penyebab kebocoran yaitu *pressure* dan *velocity*. Simulasi ini menggunakan *software EPANET*. Pembuatan jaringan pada *software* ini perlu memasukkan aksesoris-aksesoris pipa seperti *node*, pipa, *reservoir*, dan pompa.

Pipa yang digunakan pada sistem jaringan ini yaitu pipa PVC dengan diameter yang bervariasi. Diameter tersebut memiliki ukuran $\frac{1}{2}$ inch atau 22 milimeter, $\frac{3}{4}$ inch atau 26 milimeter, 1 inch atau 32 milimeter, $1\frac{1}{2}$ inch atau 48 milimeter, 2 inch atau 60 milimeter, 3 inch atau 89 milimeter, 4 inch atau 114 milimeter, dan 6 inch atau 165 milimeter.

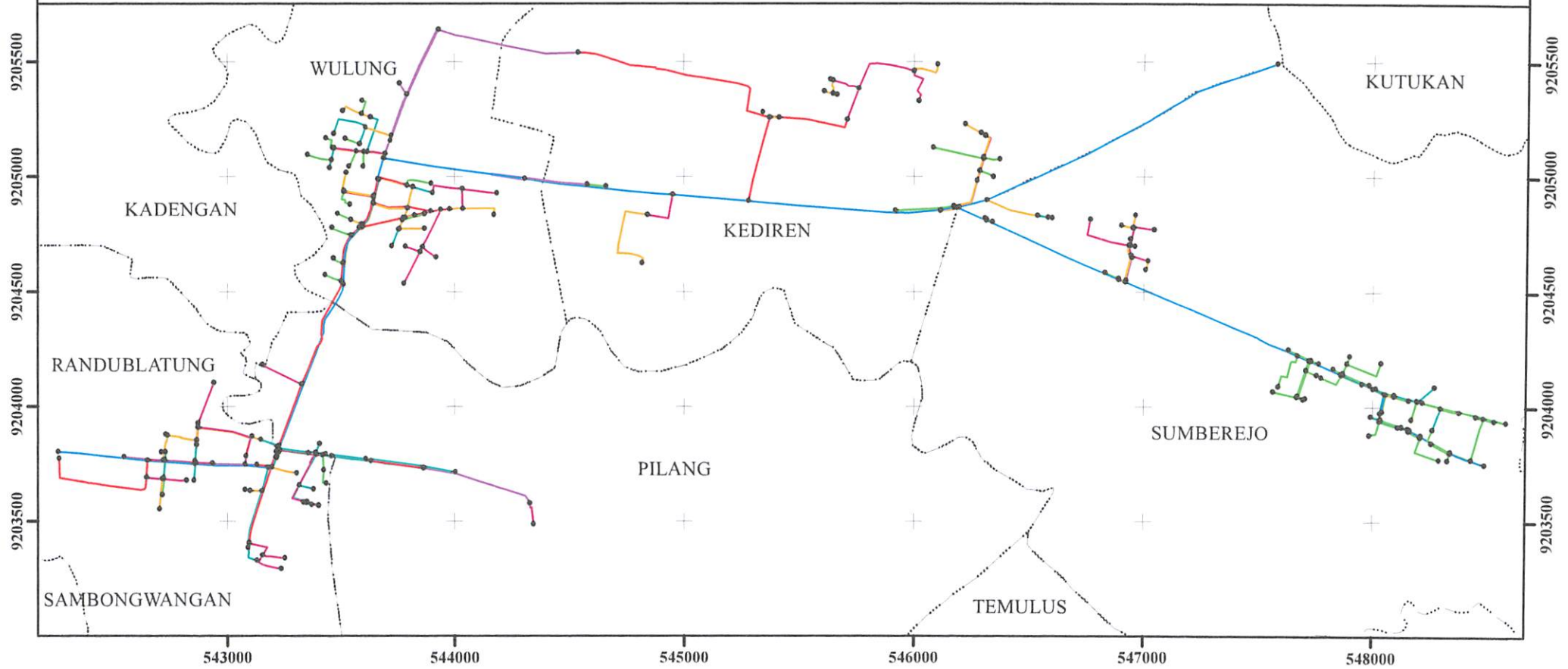
Tabel 4. 4 Pipa PDAM Unit Randublatung I

No.	Diameter Pipa (mm)	Jenis Pipa	Jumlah Pipa
1	22	PVC	75
2	26	PVC	15
3	32	PVC	64
4	48	PVC	29
5	60	PVC	47
6	89	PVC	13
7	114	PVC	33
8	165	PVC	34

Parameter-parameter tersebut dilakukan *running* program dengan menggunakan menu *run analysis*. Pada proses ini akan muncul jendela yang memberikan informasi terkait simulasi jaringan pipa tersebut. Apabila program tersebut berhasil dijalankan, akan muncul ikon  pada status bar.

Gambar 4. 2 *Run Status*

PETA JARINGAN PIPA PDAM UNIT RANDUBLATUNG I KABUPATEN BLORA



U

Skala 1:25000

Datum : WGS 1984 Zone 49 S
 Sistem Proyeksi : Transverse Mercator
 Sistem Grid : Universal Transverse Mercator

LEGENDA	
- - - - -	Batas Administrasi
•	Node
— (green)	Pipa 0,5 inch
— (cyan)	Pipa 0,75 inch
— (yellow)	Pipa 1 inch
— (teal)	Pipa 1,5 inch
— (red)	Pipa 2 inch
— (purple)	Pipa 3 inch
— (orange)	Pipa 4 inch
— (blue)	Pipa 6 inch

DIBUAT OLEH
 Resiyana Hanifatuzzulfa
 NIM 1725906

Jurusan Teknik Geodesi S-1
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Institut Teknologi Nasional Malang
 2019

Gambar 4. 3 Peta Jaringan Pipa

4.4. Hasil Analisa Simulasi Jaringan Pipa

Tingkat kebocoran air dapat diidentifikasi dari nilai *pressure* dan *velocity*. Kedua parameter tersebut dapat diketahui dari hasil simulasi jaringan pipa menggunakan *software EPANET*. Apabila hasil simulasi berhasil, maka *software* akan menampilkan nilai kedua parameter tersebut. Simulasi jaringan pipa ini dilakukan pada saat jam puncak atau jam ke-10 dan pemakaian aliran minimum atau jam ke-21.

Berdasarkan hasil simulasi yang dapat dilihat pada tabel 4.5 dan 4.6, saat kondisi jam puncak, nilai *pressure* tertinggi terjadi pada *node* N8 sebesar 52,41 meter dan *pressure* terendah terjadi pada *node* N208 sebesar 38,67 meter. Sedangkan saat kondisi aliran minimum, nilai *pressure* tertinggi terjadi pada *node* N8 sebesar 52,43 meter dan *pressure* terendah terjadi pada *node* N208 sebesar 38,74 meter. Nilai *pressure* terendah tersebut masih memenuhi kriteria yang ditentukan berdasarkan Permen Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 sebesar 10 meter untuk pipa PVC, tetapi dikategorikan sebagai *pressure* sedang yang memiliki rentang 27 – 43 meter. Selain itu, nilai *pressure* tertinggi termasuk dalam kategori tinggi yaitu berada pada rentang 44 – 60 meter. Semakin tinggi nilai *pressure* yang dihasilkan, maka semakin tinggi tingkat kebocoran airnya.

Tabel 4. 5 Nilai *Pressure* pada Jam Puncak

ID_Node	Pressure (m)
N1	51,89
N2	51,62
N3	51,61
N4	51,61
N5	51,88
N6	51,8
N7	51,8
N8	52,41
N9	52,06
N10	51,68
.....
.....
.....
N302	45,27

Tabel 4. 6 Nilai *Pressure* pada Aliran Minimum

ID_Node	Pressure (m)
N1	51,91
N2	51,67
N3	51,66
N4	51,66
N5	51,89
N6	51,83
N7	51,82
N8	52,43
N9	52,1
N10	51,72
.....
.....
.....
N301	45,32

Berdasarkan hasil simulasi program *EPANET*, nilai *velocity* atau kecepatan aliran yang terjadi pada pipa dapat dilihat pada tabel 4.7 dan 4.8. Pada saat kondisi jam puncak, nilai *velocity* terendah sebesar 0 m/s yang terjadi pada 56 pipa dengan diameter yang bervariasi dan kecepatan tertinggi terjadi pada pipa P51 dengan diameter ½ inch sebesar 0,18 m/s. Pada kondisi aliran minimum, nilai *velocity* terendah sebesar 0 m/s yang terjadi pada 56 pipa dengan diameter yang bervariasi dan kecepatan tertinggi terjadi pada pipa P51 dengan diameter ½ inch sebesar 0,16 m/s.

Menurut Permen Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007, nilai *velocity* tersebut tidak memenuhi standar aliran di dalam pipa sebesar 0,3 – 3 m/s. Nilai *velocity* yang paling rendah tersebut dapat mengindikasikan tidak adanya aliran yang terjadi pada pipa tersebut dan dapat menandakan terjadinya kebocoran. Kondisi ini biasanya terjadi karena adanya *tapping* ilegal yang terjadi pada sistem jaringan tersebut. Selain itu, kondisi tersebut juga bisa menyebabkan tidak mampunya air untuk mendorong endapan yang ada dalam pipa, sehingga dapat mempengaruhi kualitas air yang didistribusikan ke pelanggan. Kondisi tersebut

juga menyebabkan pada lokasi yang terjauh dari sumber air baku tidak mendapat distribusi air bersih. Oleh karena itu diperlukan tandon atau *reservoir* tambahan untuk dapat menjangkau lokasi-lokasi yang terjauh dari sumber air baku.

Tabel 4. 7 Nilai *Velocity* saat Jam Puncak

ID_Pipa	Panjang Pipa (m)	Diameter (mm)	Velocity (m/s)
P1	101,8	26	0,02
P2	82,24	22	0,02
P3	35,85	22	0,02
P4	375,8	22	0,02
P5	93,54	26	0,01
P6	66,14	22	0,02
P7	5,691	32	0,09
P8	88,68	26	0,01
.....
.....
.....
P310	98,22	60	0

Tabel 4. 8 Nilai *Velocity* saat Aliran Minimum

ID_Pipa	Panjang Pipa (m)	Diameter (mm)	Velocity (m/s)
P1	101,8	26	0,02
P2	82,24	22	0,01
P3	35,85	22	0,01
P4	375,8	22	0,01
P5	93,54	26	0,01
P6	66,14	22	0,01
P7	5,691	32	0,08
P8	88,68	26	0,01
.....
.....
.....
P310	98,22	60	0

4.5. Hasil Tingkat Kebocoran

Kebocoran merupakan perbedaan antara air yang diproduksi oleh penyedia jasa dengan air yang terjual. Perbedaan tersebut dapat diketahui dengan menggunakan nilai *pressure* dan *velocity*. Kedua parameter tersebut dapat dihasilkan dengan bantuan sebuah program yang dapat melakukan simulasi hidrolis, sehingga dapat memetakan area yang berpotensi mengalami kebocoran tanpa melihat secara langsung di lapangan.

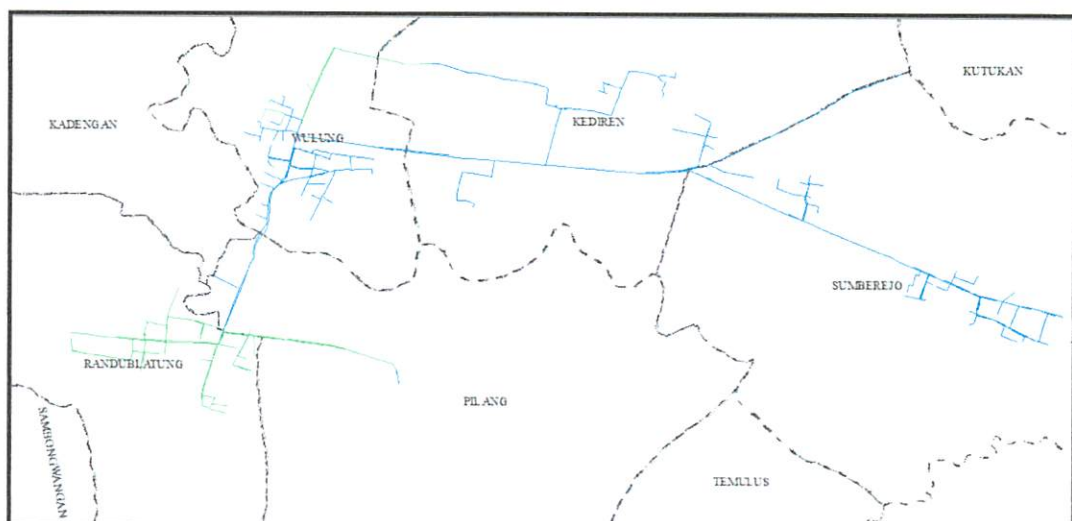
Parameter *pressure* dan *velocity* hasil simulasi tersebut selanjutnya dilakukan *scoring* atau pemberian nilai tertentu pada setiap parameter. Nilai skor tersebut disesuaikan dari pengaruh parameter tersebut terhadap kondisi penelitian yang dilakukan. Kedua nilai skor tersebut dijumlah untuk mendapatkan skor akhir. Nilai tersebut selanjutnya dilakukan proses klasifikasi berdasarkan tingkat kebocoran yang dapat dilihat pada tabel 2.4. Tabel tersebut digunakan sebagai contoh hasil klasifikasi. Adapun hasil secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 4. 9 Klasifikasi Kebocoran Air

Layer	ID Pipa	ID Node	Skor V1	Velocity	Skor P	Pressure	Skor Akhir	Klasifikasi Kebocoran
Pipa 2	P42	N206	1	0	3	38,94	4	Rendah
Pipa 2	P297	N206	1	0	3	38,94	4	Rendah
Pipa 1.5	P43	N208	1	0	3	38,67	4	Rendah
Pipa 2	P298	N206	1	0,01	3	38,94	4	Rendah
Pipa 2	P41	N203	1	0,01	3	39,02	4	Rendah
Pipa 2	P310	N302	1	0	4	45,27	5	Rendah
Pipa 1.5	P32	N173	1	0	3	39,05	4	Rendah
Pipa 1.5	P164	N172	1	0	3	39,05	4	Rendah
Pipa 1.5	P163	N178	1	0,01	3	39,05	4	Rendah
Pipa 1.5	P34	N178	1	0	3	39,05	4	Rendah
Pipa 0.5	P283	N244	1	0.02	4	51.84	5	Rendah
Pipa 0.5	P62	N244	1	0.02	4	51.84	5	Rendah
Pipa 0.5	P63	N36	1	0.05	4	51.84	5	Sedang
Pipa 6	P61	N29	1	0.08	4	51.85	5	Sedang
Pipa 0.5	P12	N30	1	0.03	4	51.85	5	Sedang

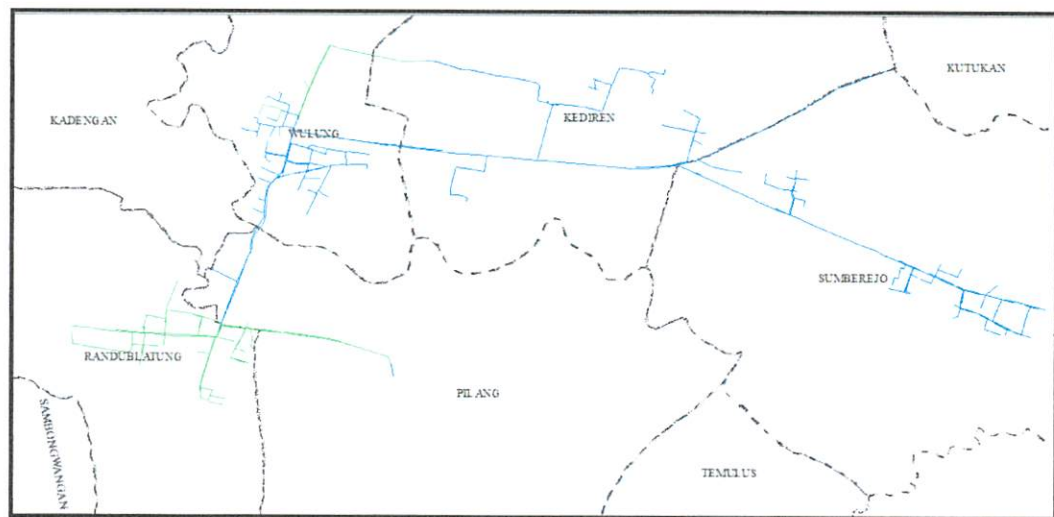
Berdasarkan proses klasifikasi tersebut, dapat diketahui bahwa kebocoran yang terjadi di PDAM Unit Randublatung I tergolong rendah dan sedang. Kebocoran rendah memiliki rentang nilai 1 – 4. Kebocoran ini merupakan kebocoran kecil yang menyebabkan keluarnya sedikit air atau rembesan yang terlihat di permukaan. Kebocoran sedang memiliki rentang 5 – 8. Kebocoran ini merupakan kebocoran sedang yang dapat menyebabkan timbulnya genangan air, sehingga secara fisik dapat terlihat di permukaan tanah. Sedangkan kebocoran tinggi memiliki rentang 9 – 11. Kebocoran ini bisa menyebabkan pipa pecah, sehingga timbulnya semburan air yang besar.

Pada saat kondisi jam puncak (jam ke-10), kebocoran rendah terjadi pada 89 pipa dan kebocoran sedang terjadi pada 221 pipa. Kebocoran rendah dipresentasikan dengan pipa yang berwarna hijau. Kebocoran tersebut terjadi di Desa Randublatung, Kediren, Wulung, dan Pilang. Tetapi sebagian besar kebocoran rendah terjadi di Desa Randublatung. Hal ini dikarenakan desa tersebut merupakan lokasi terjauh dari pelayanan PDAM Unit Randublatung I. Sedangkan kebocoran sedang dipresentasikan dengan pipa yang berwarna biru. Kebocoran ini terjadi di Desa Sumberejo, Kediren, Wulung, dan Pilang. Tetapi sebagian besar kebocoran sedang terjadi di Desa Sumberejo. Hal ini dikarenakan lokasi tersebut merupakan lokasi yang berdekatan dengan sumber air baku, sehingga terjadi perubahan tekanan dan kecepatan aliran yang cukup besar.



Gambar 4. 4 Tingkat Kebocoran Pipa saat Jam Puncak

Pada kondisi aliran minimum (jam ke-21), terjadi kebocoran rendah terjadi pada 89 pipa dan kebocoran sedang terjadi pada 221 pipa. Kebocoran rendah dipresentasikan dengan pipa yang berwarna hijau. Kebocoran ini terjadi di Desa Randublatung, Kediren, Wulung, dan Pilang. Tetapi sebagian besar kebocoran rendah terjadi di Desa Randublatung. Sedangkan kebocoran sedang dipresentasikan dengan pipa yang berwarna biru. Kebocoran ini terjadi di Desa Sumberejo, Kediren, Wulung, dan Pilang. Tetapi sebagian besar kebocoran sedang terjadi di Desa Sumberejo.



Gambar 4. 5 Tingkat Kebocoran Pipa saat Aliran Minimum

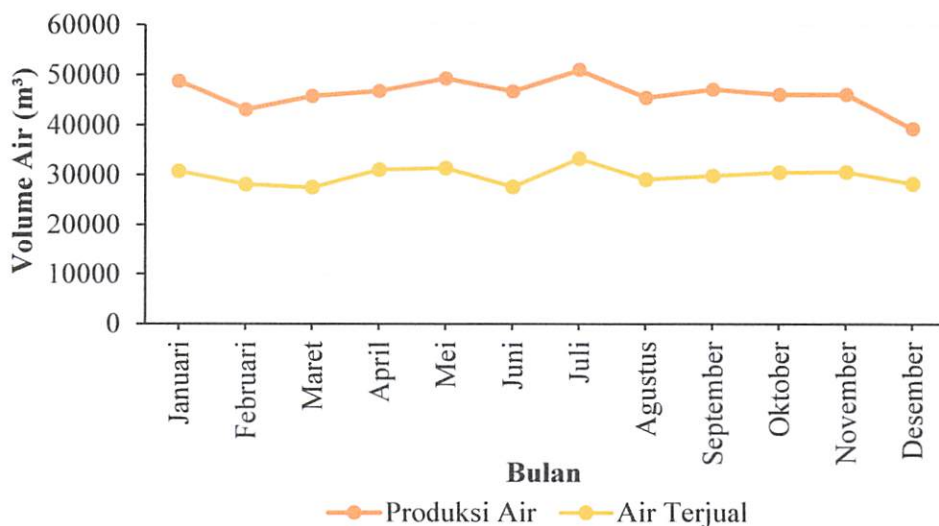
Berdasarkan kondisi jam puncak dan aliran minimum tersebut, dapat diketahui bahwa nilai *pressure* pada saat jam puncak lebih rendah daripada saat aliran minimum. Begitu pula nilai *velocity* yang dihasilkan lebih tinggi saat aliran minimum daripada saat jam puncak. Hal ini dapat mengindikasikan terjadinya kebocoran karena saat sebagian besar pelanggan (aliran minimum) tidak mengkonsumsi air bersih, nilai *pressure* dan *velocity* yang dihasilkan lebih tinggi daripada saat jam puncak atau ketika pemakaian air pelanggan tinggi.

Tingkat kebocoran hasil simulasi tersebut perlu dilakukan validasi data untuk mengetahui lokasi-lokasi kebocoran tersebut sesuai dengan kondisi lapangan. Validasi dilakukan dengan menggunakan data laporan bulanan pihak PDAM Kabupaten Blora. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa pada tahun 2017, PDAM Unit Randublatung I mampu memproduksi air sebanyak 555.893 m³ dengan rata-rata distribusi sebesar 46.324,417 m³/bulan. Sedangkan air yang terjual

sebanyak 358.466 m³ dengan rata-rata air terjual sebesar 29.872,167 m³/bulan. Sehingga pihak PDAM mengalami kerugian air sebesar 197.427 m³ dengan rata-rata tingkat kehilangan air sebesar 35,41%. Nilai kehilangan air tertinggi terjadi pada bulan Juni sebesar 19.111 m³ dengan tingkat kehilangan air sebesar 40,89%. Sedangkan kehilangan air terendah terjadi pada bulan Desember sebesar 11.039 m³ dengan tingkat kehilangan air sebesar 28,06%.

Tabel 4. 10 Tingkat Kehilangan Air

No.	Bulan	Produksi Air (m ³)	Air Terjual (m ³)	Kehilangan Air (m ³)	Tingkat Kehilangan Air (%)
1	Januari	48.814	30.749	18.065	37,01
2	Februari	43.138	28.133	15.005	34,78
3	Maret	45.775	27.551	18.224	39,81
4	April	46.812	31.088	15.724	33,59
5	Mei	49.359	31.390	17.969	36,40
6	Juni	46.735	27.624	19.111	40,89
7	Juli	51.077	33.360	17.717	34,69
8	Agustus	45.502	29.087	16.415	36,08
9	September	47.153	29.911	17.242	36,57
10	Oktober	46.093	30.605	15.488	33,60
11	November	46.100	30.672	15.428	33,47
12	Desember	39.335	28.296	11.039	28,06

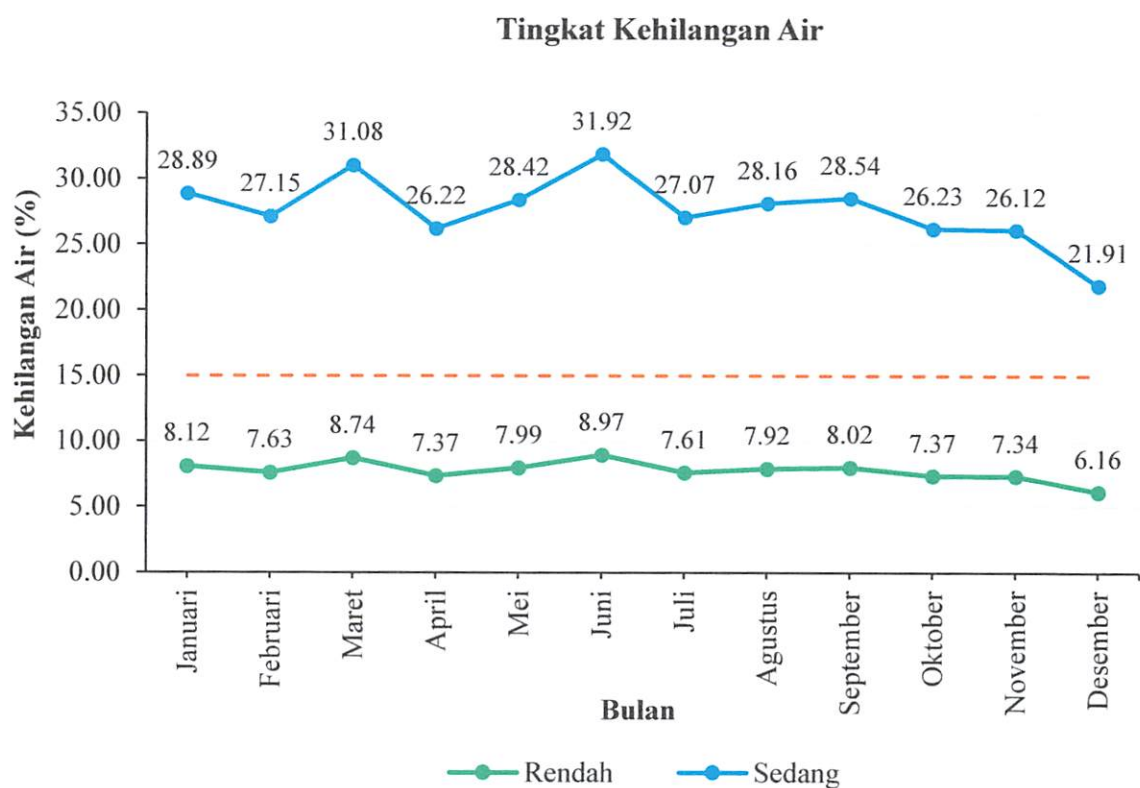
Data Teknis PDAM Unit Randublatung I
Tahun 2017

Grafik 4. 3 Data Teknis PDAM Unit Randublatung I

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan dapat dilakukan perhitungan yang menghasilkan jumlah kebocoran rendah sebesar 3.610,56 m³ atau 7,77%. Sedangkan jumlah kebocoran sedang yang dihasilkan sebesar 12.841,69 m³ atau 27,64%. Klasifikasi tingkat kebocoran yang dihasilkan tersebut sesuai dengan Permen Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 yaitu apabila tingkat kebocoran kurang dari 15%, maka lokasi tersebut termasuk kebocoran rendah. Apabila tingkat kebocorannya 15-43%, maka lokasi tersebut termasuk kebocoran sedang.

Tabel 4. 11 Kehilangan Air Berdasarkan Klasifikasi Tingkat Kebocoran Air

No.	Bulan	Kehilangan Air (m ³)		Kehilangan Air (%)	
		Rendah	Sedang	Rendah	Sedang
1	Januari	3.964,485	14.100,515	8,12	28,89
2	Februari	3.292,948	11.712,052	7,63	27,15
3	Maret	3.999,379	14.224,621	8,74	31,08
4	April	3.450,737	12.273,263	7,37	26,22
5	Mei	3.943,417	14.025,583	7,99	28,42
6	Juni	4.194,037	14.916,963	8,97	31,92
7	Juli	3.888,114	13.828,886	7,61	27,07
8	Agustus	3.602,382	12.812,618	7,92	28,16
9	September	3.783,872	13.458,128	8,02	28,54
10	Oktober	3.398,945	12.089,055	7,37	26,23
11	November	3.385,778	12.042,222	7,34	26,12
12	Desember	2.422,582	86.16,418	6,16	21,91



Grafik 4. 4 Tingkat Kehilangan Air

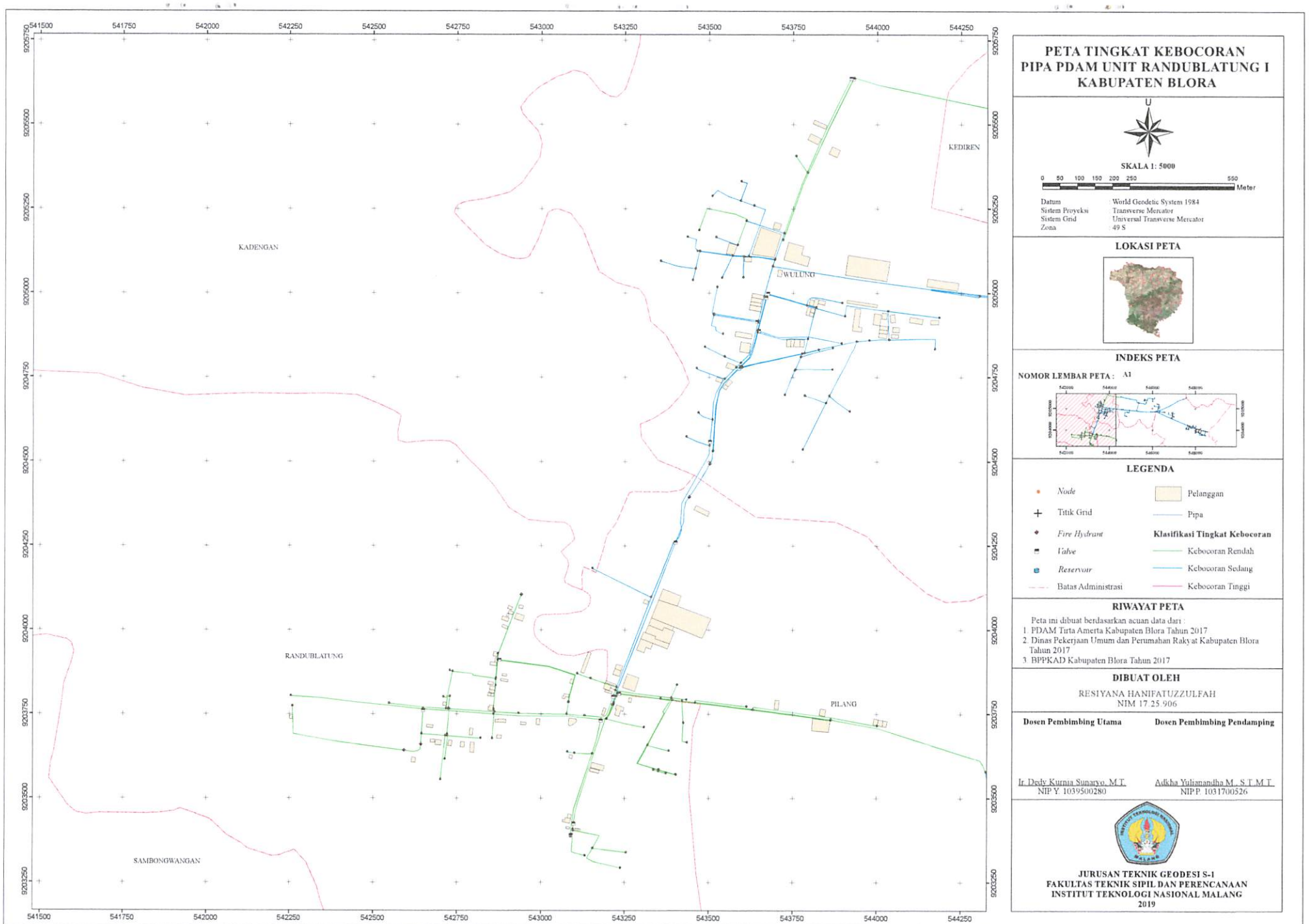
Kebocoran air juga dapat dilihat dari riwayat keluhan pelanggan yang disajikan dalam bentuk laporan tahunan. Pada lokasi penelitian kebocoran air dapat menyebabkan terjadinya pipa bocor, meteran air bocor, klem *saddle* bocor, dan klem *saddle* buntu. Adapun tingkat kebocoran air berdasarkan jumlah kejadian per tahun dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Tingkat Kebocoran Berdasarkan Data Keluhan Pelanggan

Desa/ Kelurahan	Dampak Kebocoran Air Per Tahun			Tingkat Kebocoran
	Pipa Pecah	Pipa Bocor atau Meteran Air Bocor	Klem <i>saddle</i> bocor atau buntu	
Sumberejo	0	45	15	Sedang
Kediren	0	36	11	Sedang
Wulung	0	38	12	Sedang
Pilang	0	13	5	Rendah
Randublatung	0	29	7	Rendah

Berdasarkan tabel 4.12 tersebut dapat diketahui bahwa daerah yang mengalami kebocoran sedang terjadi di Desa Sumberejo, Kediren, dan Wulung. Sedangkan kebocoran rendah terjadi di Desa Pilang dan Randublatung. Pada lokasi penelitian PDAM Unit Randublatung I tidak terdapat kondisi pipa pecah, karena nilai *pressure* dan *velocity* yang dihasilkan dari pengolahan data tidak melebihi standar maksimal yang telah ditetapkan melalui Permen Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007. Daerah yang mengalami kondisi pipa bocor atau meteran air bocor tertinggi terjadi di Desa Sumberejo sebanyak 45 kali per tahun dan terendah terjadi di Desa Pilang sebanyak 13 kali per tahun. Sedangkan kebocoran air tertinggi yang menyebabkan klem *saddle* bocor atau buntu terjadi di Desa Sumberejo sebanyak 15 kali per tahun dan terendah terjadi di Desa Pilang sebanyak 5 kali per tahun.

Kondisi tingkat kebocoran tersebut dipresentasikan secara visual menggunakan *software ArcGIS* dengan memberikan simbologi warna, sehingga peta yang dihasilkan lebih informatif. Selain itu, jaringan distribusi pipa juga ditambahkan data spasial pelanggan. Data pelanggan tersebut berisi informasi terkait nama pelanggan, alamat pelanggan, dan golongan sambungan.



Gambar 4. 6 Peta Tingkat Kebocoran Pipa PDAM Unit Randublatung I

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata kebutuhan air atau *base demand* di PDAM Unit Randublatung I sebesar 0,006 liter/detik yang digunakan sebagai beban pada setiap *node* jaringan pipa. Nilai tersebut dipengaruhi oleh pemakaian air rata-rata dan jumlah pelanggan yang mengkonsumsi air tersebut.
2. Nilai *flow factor* pemakaian air tertinggi yang terjadi pada jam ke-10 sebesar 1,05 liter/detik, sedangkan saat pemakaian air yang terjadi pada jam ke-21 sebesar 0,94 liter/detik. Hal ini menunjukkan bahwa pada pemakaian air tertinggi merupakan kondisi jam puncak, sedangkan pemakaian air terendah merupakan kondisi aliran minimum.
3. Pada saat jam puncak (jam ke-10), nilai *pressure* tertinggi berada pada *node* N8 sebesar 52,41 meter dan *velocity* tertinggi pada pipa P51 sebesar 0,18 m/s. Sedangkan saat aliran minimum (jam ke-21), nilai *pressure* tertinggi berada pada *node* N8 sebesar 52,43 meter dan *velocity* tertinggi pada pipa P51 sebesar 0,16 m/s.
4. Tingkat kehilangan air rendah sebesar 3.610,56 m³, atau 7,77%, sedangkan tingkat kehilangan air sedang sebesar 12.841,69 m³ atau 27,64%. Hal ini dapat diklasifikasikan bahwa tingkat kebocoran air yang dialami PDAM Unit Randublatung I adalah rendah dan sedang.
5. Pipa yang dikategorikan sebagai kebocoran rendah sebanyak 89 pipa. Pipa ini sebagian besar berlokasi di Desa Sumberejo. Sedangkan pipa yang dikategorikan sebagai kebocoran sedang sebanyak 221 pipa. Pipa ini sebagian besar berlokasi di Desa Randublatung.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tersebut, dapat diberikan beberapa saran antara lain :

1. Penentuan kebocoran air sebaiknya juga mempertimbangkan parameter lain, seperti faktor luar sebagai pemicu kebocoran tersebut agar data yang dihasilkan lebih valid dengan kondisi eksisting.
2. Pihak PDAM sebaiknya menambah sumber air baku agar dapat mengalirkan air ke seluruh wilayah pelayanan.
3. Penelitian sebaiknya melakukan survei secara langsung ke pelanggan yang sering mengalami kebocoran air.
4. Penentuan *sample* kebocoran air sebaiknya mempertimbangkan jarak dengan sumber air baku.

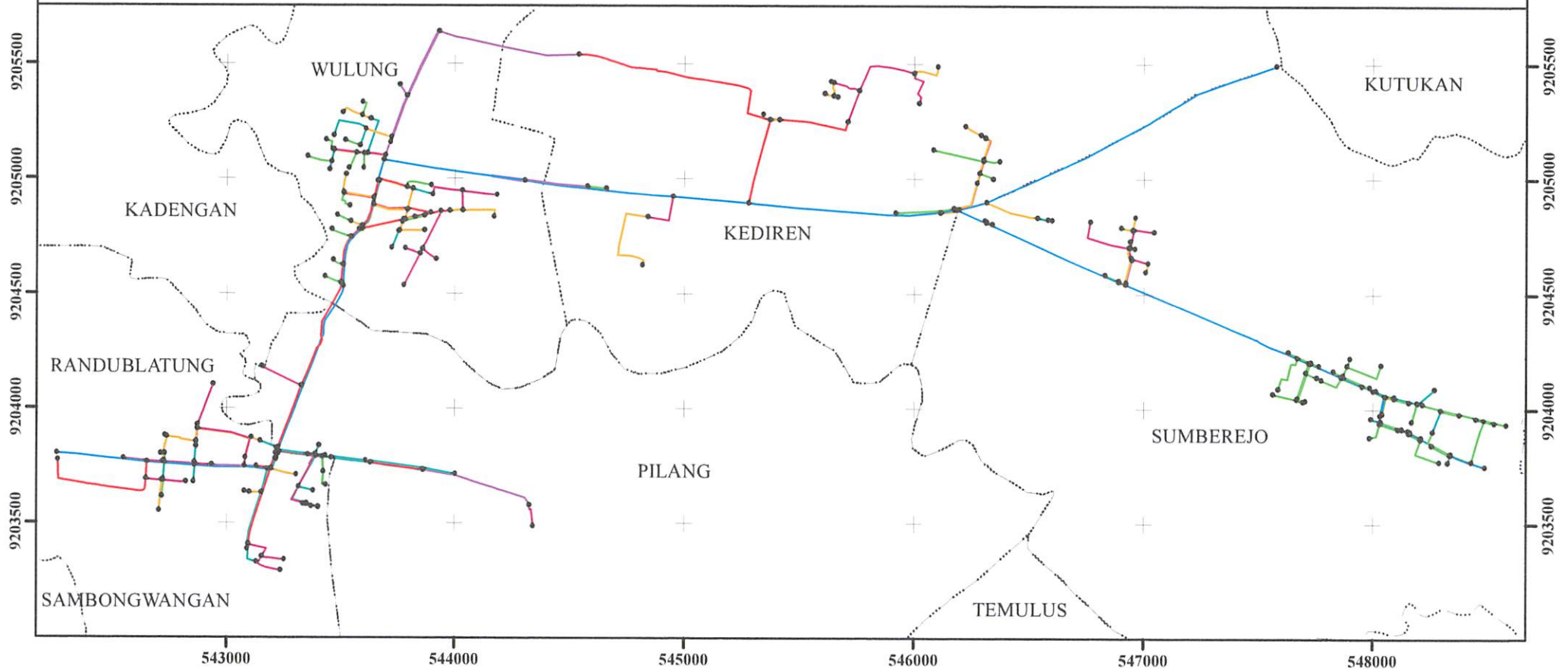
DAFTAR PUSTAKA

- A., Rr. Yossia Herlin. 2013. *Pemanfaatan SIG untuk Monitoring Kebocoran Jaringan Pipa PDAM di Kabupaten Demak*. Skripsi. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Astuti, Apriliani Wiji. 2017. *Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Analisis Jangkauan ke Fasilitas Layanan Kesehatan di Kota Malang*. Skripsi. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Basuki, Slamet. 2011. *Ilmu Ukur Tanah [Edisi Revisi]*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- BIG. 2009. *Survei dan Pemetaan Nusantara*. Jakarta : Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional.
- Farley, Malcolm dkk. 2008. *Buku Pegangan tentang Air Tak Berekening (NRW) untuk Manajer. Panduan untuk Memahami Kehilangan Air*.
- Indarto. 2013. *Sistem Informasi Geografis*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Joko, Tri. 2010. *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. *Peta Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Blora Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017*. <http://loketpeta.pu.go.id/peta/preview/2532>. Diakses pada Minggu, 22 September 2018 pukul 14:16.
- Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 690-069 Tahun 1992. *Pola Petunjuk Teknis Pengelolaan PDAM*.
- Kusrini. 2006. *Strategi Perancangan dan Pengelolaan Basis Data*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Kodoatie, Robert J. dan Roestam Sjarief. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu (Edisi Revisi)*. Yogyakarta : CV. Andi Offset.
- Lewis, AR. 2000. *User Manual EPANET 2.0 Versi Bahasa Indonesia*. Ekamitra Engineering.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 2 Tahun 2007. *Organ dan Kepegawaian Perusahaan Daerah Air Minum*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007. *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*.

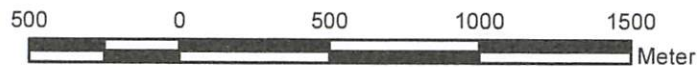
- Prahasta, Eddy. 2002. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Informatika Bandung.
- Priangga, Aditya Alden dan Yanto Budisusanto. 2015. *Pengembangan Sistem Informasi Geografis Berbasis Mobile Android untuk Studi Kebocoran Jaringan Pipa PDAM (Studi Kasus : Sub Zona 109. Kota Surabaya)*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Putrabahar, Ade. 2010. *Materi: Teori dan Konsep Sistem Penyaluran Air Minum*. Surabaya. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Puntodewo, dkk. 2003. *Sistem Informasi Geografi untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Bogor: CIFOR.
- Raharjo, Beni dan Muhammad Ikhsan. 2015. *Belajar ArcGIS Desktop 10*. Banjarbaru: Geosiana Press.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 7509 Tahun 2011. *Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- Utami, Ruli dan Erma Suryani. 2016. *Perencanaan Strategis untuk Menekan Tingkat Kehilangan Air PDAM Surabaya dengan Sistem Dinamik*. **Jurnal IPTEK** 20 : 1.
- Wisnarini, Th Dwiati dkk. 2014. *Metode Klasifikasi Spasial sebagai Pendukung Informasi Kelas pada Data Indikator Banjir*. **Jurnal Teknologi Informasi Dinamik** 19. 2 : 120-136.

LAMPIRAN 1
DATA SPASIAL JARINGAN PIPA

PETA JARINGAN PIPA PDAM UNIT RANDUBLATUNG I KABUPATEN BLORA



Skala 1:25000



Datum : WGS 1984 Zone 49 S
 Sistem Proyeksi : Transverse Mercator
 Sistem Grid : Universal Transverse Mercator

LEGENDA

- | | |
|--------------------------|---------------|
| ----- Batas Administrasi | • Node |
| — Pipa 0,5 inch | — Pipa 2 inch |
| — Pipa 0,75 inch | — Pipa 3 inch |
| — Pipa 1 inch | — Pipa 4 inch |
| — Pipa 1,5 inch | — Pipa 6 inch |

DIBUAT OLEH

Resiyana Hanifatuzzulfa
 NIM 1725906



Jurusan Teknik Geodesi S-1
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Institut Teknologi Nasional Malang
 2019

LAMPIRAN 2
DATA ATRIBUT JARINGAN PIPA

LAMPIRAN 2
DATA ATRIBUT JARINGAN PIPA

A. Pipa

OBJECTID	Layer	ID_Pipa	Shape Length	OBJECTID	Layer	ID_Pipa	Shape Length
1	Pipa 2	P42	138.065	54	Pipa 2	P276	6.489
2	Pipa 2	P297	100.161	55	Pipa 6	P52	62.756
3	Pipa 1.5	P43	104.853	57	Pipa 0.5	P51	1.412
4	Pipa 2	P298	124.676	58	Pipa 4	P48	512.082
5	Pipa 2	P41	2.714	59	Pipa 4	P296	389.816
6	Pipa 2	P310	98.223	60	Pipa 6	P179	59.554
7	Pipa 1.5	P32	24.633	61	Pipa 4	P177	2.667
9	Pipa 1.5	P164	14.306	62	Pipa 2	P191	170.581
11	Pipa 1.5	P163	5.117	63	Pipa 4	P175	6.433
14	Pipa 1.5	P34	52.596	64	Pipa 0.75	P176	54.294
15	Pipa 1.5	P182	254.794	65	Pipa 1.5	P171	173.731
17	Pipa 1	P181	53.101	66	Pipa 1.5	P169	161.450
18	Pipa 1.5	P44	21.050	68	Pipa 2	P184	36.352
19	Pipa 1.5	P165	125.651	69	Pipa 0.5	P306	65.185
20	Pipa 1.5	P33	65.865	70	Pipa 1.5	P168	68.180
21	Pipa 0.5	P193	77.336	74	Pipa 1.5	P166	152.797
22	Pipa 2	P302	100.411	76	Pipa 2	P31	367.763
24	Pipa 1	P196	131.852	77	Pipa 1.5	P167	164.007
25	Pipa 2	P248	4.844	79	Pipa 4	P307	63.950
26	Pipa 1.5	P247	4.234	80	Pipa 1.5	P161	45.187
28	Pipa 2	P305	70.940	81	Pipa 0.5	P56	33.375
29	Pipa 0.5	P35	68.785	82	Pipa 0.75	P300	36.658
30	Pipa 3	P309	499.502	83	Pipa 4	P174	21.086
31	Pipa 1.5	P180	104.911	84	Pipa 1	P299	112.200
32	Pipa 1	P40	114.205	85	Pipa 0.5	P301	23.876
33	Pipa 3	P183	52.928	87	Pipa 6	P178	816.481
34	Pipa 0.75	P188	78.734	88	Pipa 4	P235	8.863
35	Pipa 6	P189	321.957	89	Pipa 6	P194	396.417
37	Pipa 3	P242	143.775	90	Pipa 4	P236	127.783
39	Pipa 2	P243	72.719	92	Pipa 0.5	P55	8.518
41	Pipa 2	P190	134.102	95	Pipa 0.5	P53	96.974
42	Pipa 1.5	P192	75.800	96	Pipa 4	P173	8.583
43	Pipa 6	P195	209.942	98	Pipa 4	P162	130.436
44	Pipa 1.5	P172	233.764	100	Pipa 1.5	P159	167.283
45	Pipa 2	P47	14.088	101	Pipa 4	P234	17.062
46	Pipa 1.5	P170	381.729	103	Pipa 4	P158	9.478
47	Pipa 4	P308	446.737	104	Pipa 1.5	P303	70.357
48	Pipa 4	P304	73.708	107	Pipa 1.5	P160	41.833
53	Pipa 2	P275	2.848	108	Pipa 0.5	P57	91.278

OBJECTID	Layer	ID_Pipa	Shape Length	OBJECTID	Layer	ID_Pipa	Shape Length
112	Pipa 1	P241	2.483	161	Pipa 0.5	P252	84.858
113	Pipa 1.5	P156	81.467	162	Pipa 0.75	P5	93.541
114	Pipa 0.5	P10	174.221	163	Pipa 4	P157	286.599
115	Pipa 1	P39	42.922	164	Pipa 2	P45	206.097
116	Pipa 0.5	P273	6.047	165	Pipa 0.5	P65	113.720
117	Pipa 6	P59	243.075	166	Pipa 0.5	P67	98.391
119	Pipa 1	P187	135.168	167	Pipa 6	P280	207.037
120	Pipa 0.5	P272	3.117	168	Pipa 0.5	P66	2.798
121	Pipa 1	P186	8.616	169	Pipa 6	P64	2.466
122	Pipa 0.5	P58	56.897	170	Pipa 0.5	P74	5.476
123	Pipa 0.5	P9	54.621	171	Pipa 0.5	P71	1.052
124	Pipa 0.5	P54	156.573	172	Pipa 0.5	P73	126.843
125	Pipa 2	P238	75.719	173	Pipa 0.5	P200	195.839
126	Pipa 1	P246	318.716	174	Pipa 0.5	P15	49.816
127	Pipa 2	P239	1.158	175	Pipa 0.5	P77	119.708
128	Pipa 2	P185	321.753	177	Pipa 0.5	P72	45.218
130	Pipa 0.5	P60	2.606	178	Pipa 2	P38	194.534
131	Pipa 0.5	P11	28.091	179	Pipa 0.5	P70	46.009
132	Pipa 1	P46	74.079	180	Pipa 0.5	P69	194.804
133	Pipa 0.5	P283	85.447	181	Pipa 6	P198	145.471
134	Pipa 0.5	P62	84.100	183	Pipa 6	P199	2.748
135	Pipa 0.5	P63	6.488	184	Pipa 0.5	P202	43.861
136	Pipa 6	P61	98.732	185	Pipa 6	P201	4.927
137	Pipa 0.5	P12	97.534	186	Pipa 0.5	P205	167.603
140	Pipa 0.5	P50	189.891	187	Pipa 6	P204	1.225
141	Pipa 0.5	P49	48.439	188	Pipa 0.5	P197	5.626
142	Pipa 0.5	P3	35.846	189	Pipa 0.5	P76	36.882
143	Pipa 0.75	P13	45.742	190	Pipa 0.5	P68	34.582
144	Pipa 0.75	P1	101.753	191	Pipa 0.5	P79	190.918
145	Pipa 0.5	P2	82.238	192	Pipa 6	P203	53.636
146	Pipa 0.5	P4	375.751	193	Pipa 0.5	P75	109.150
147	Pipa 0.75	P277	21.100	194	Pipa 4	P155	493.169
148	Pipa 0.5	P249	86.659	198	Pipa 6	P80	816.278
149	Pipa 0.75	P278	3.548	200	Pipa 2	P88	8.173
150	Pipa 0.5	P78	30.981	201	Pipa 6	P19	32.709
151	Pipa 0.5	P6	66.141	202	Pipa 1	P81	2.799
152	Pipa 0.75	P251	102.131	205	Pipa 0.5	P154	74.533
153	Pipa 1	P250	6.120	206	Pipa 0.5	P82	65.009
154	Pipa 0.5	P282	77.706	207	Pipa 4	P295	77.612
155	Pipa 1	P281	35.597	208	Pipa 1	P17	40.437
156	Pipa 0.75	P8	88.678	209	Pipa 0.5	P37	47.851
157	Pipa 6	P14	118.390	210	Pipa 3	P207	102.034
158	Pipa 1	P7	5.691	211	Pipa 2	P208	9.163
159	Pipa 0.5	P16	105.453	212	Pipa 2	P90	77.459
160	Pipa 0.5	P279	53.766	213	Pipa 2	P26	153.335

OBJECTID	Layer	ID_Pipa	Shape Length	OBJECTID	Layer	ID_Pipa	Shape Length
214	Pipa 2	P137	23.252	266	Pipa 6	P98	12.951
215	Pipa 2	P135	76.030	267	Pipa 6	P94	140.391
216	Pipa 2	P138	67.143	268	Pipa 6	P95	9.968
217	Pipa 2	P92	44.798	269	Pipa 1	P228	94.242
218	Pipa 2	P91	22.372	270	Pipa 4	P142	255.048
219	Pipa 1	P85	188.069	271	Pipa 0.5	P105	252.891
220	Pipa 1	P83	28.541	272	Pipa 1	P106	6.855
221	Pipa 4	P294	129.387	273	Pipa 1	P27	120.156
222	Pipa 0.75	P143	77.711	274	Pipa 1	P230	152.473
223	Pipa 1	P144	3.036	275	Pipa 1	P139	237.206
224	Pipa 1	P30	110.836	277	Pipa 6	P140	120.736
225	Pipa 0.5	P153	91.368	279	Pipa 6	P284	897.306
226	Pipa 2	P286	78.612	280	Pipa 6	P97	124.716
227	Pipa 1	P285	7.106	281	Pipa 1	P216	232.171
228	Pipa 4	P152	48.505	282	Pipa 4	P237	134.608
229	Pipa 1	P151	11.121	284	Pipa 4	P245	3.964
232	Pipa 1	P147	4.876	285	Pipa 2	P226	198.298
233	Pipa 1	P36	279.854	286	Pipa 6	P225	330.877
237	Pipa 2	P287	91.130	287	Pipa 0.5	P290	81.165
238	Pipa 1	P93	49.973	288	Pipa 4	P289	133.693
239	Pipa 4	P150	19.013	289	Pipa 0.5	P291	3.695
240	Pipa 6	P89	628.330	290	Pipa 1	P292	133.787
241	Pipa 1	P233	41.708	291	Pipa 2	P271	85.385
242	Pipa 1	P149	51.245	292	Pipa 2	P133	154.005
243	Pipa 2	P84	253.123	294	Pipa 1.5	P131	89.647
244	Pipa 0.5	P86	5.457	295	Pipa 1.5	P130	27.960
245	Pipa 0.5	P87	25.007	296	Pipa 2	P132	156.868
246	Pipa 0.5	P20	8.135	297	Pipa 0.5	P129	122.665
247	Pipa 1	P146	184.385	298	Pipa 4	P128	162.100
248	Pipa 1	P231	10.028	299	Pipa 0.5	P24	80.345
249	Pipa 1	P145	6.796	302	Pipa 3	P101	161.359
250	Pipa 4	P28	353.440	304	Pipa 6	P141	103.227
251	Pipa 1	P229	43.866	305	Pipa 4	P244	74.261
252	Pipa 1	P206	20.633	307	Pipa 6	P127	6.477
253	Pipa 1.5	P215	46.754	308	Pipa 6	P227	648.480
254	Pipa 1	P29	43.613	311	Pipa 3	P118	571.713
255	Pipa 1	P18	55.662	312	Pipa 6	P224	622.616
256	Pipa 0.5	P232	98.896	314	Pipa 1	P25	85.409
257	Pipa 0.5	P148	66.400	315	Pipa 2	P211	217.321
258	Pipa 1	P108	412.992	316	Pipa 0.5	P100	66.388
260	Pipa 2	P136	181.388	317	Pipa 1	P107	219.452
261	Pipa 4	P134	39.098	319	Pipa 0.75	P267	35.643
262	Pipa 1	P269	57.749	320	Pipa 1	P213	56.419
264	Pipa 1	P270	168.849	321	Pipa 6	P223	93.778
265	Pipa 1	P99	65.600	324	Pipa 0.5	P102	71.108

OBJECTID	Layer	ID_Pipa	Shape Length	OBJECTID	Layer	ID_Pipa	Shape Length
325	Pipa 1	P212	5.177	354	Pipa 4	P217	1.788
327	Pipa 0.5	P268	106.134	355	Pipa 4	P218	367.638
328	Pipa 3	P258	20.202	356	Pipa 1	P117	43.808
329	Pipa 3	P124	1.501	360	Pipa 1	P288	50.034
330	Pipa 0.5	P125	63.000	361	Pipa 4	P220	973.954
331	Pipa 1	P126	94.080	362	Pipa 1	P259	42.335
332	Pipa 2	P221	79.168	364	Pipa 1	P261	99.302
333	Pipa 0.5	P263	72.766	365	Pipa 0.5	P260	72.700
334	Pipa 1	P262	33.064	366	Pipa 3	P120	193.246
335	Pipa 0.75	P266	52.994	367	Pipa 1	P114	18.354
336	Pipa 1	P265	99.298	368	Pipa 1	P115	37.708
337	Pipa 2	P222	147.549	369	Pipa 2	P116	145.398
338	Pipa 1	P264	5.737	370	Pipa 3	P119	58.293
339	Pipa 0.5	P214	222.097	371	Pipa 1	P113	60.942
340	Pipa 0.5	P22	68.266	372	Pipa 2	P111	119.878
341	Pipa 0.5	P23	64.592	373	Pipa 2	P112	12.088
342	Pipa 3	P257	81.977	374	Pipa 2	P21	173.215
343	Pipa 1	P103	110.275	375	Pipa 1	P109	139.909
344	Pipa 1	P209	1.280	376	Pipa 6	P96	1397.829
346	Pipa 2	P210	23.031	377	Pipa 2	P110	313.289
347	Pipa 1.5	P256	182.045	379	Pipa 3	P254	526.410
348	Pipa 1	P122	118.859	380	Pipa 3	P253	620.867
349	Pipa 0.75	P121	76.230	381	Pipa 3	P255	319.778
351	Pipa 1	P104	100.176	382	Pipa 6	P274	91.938
352	Pipa 0.75	P123	197.467	383	Pipa 6	P293	276.835
353	Pipa 4	P219	373.478				

B. Node

OBJECTID	ID_Node	Elevasi	OBJECTID	ID_Node	Elevasi
1	N11	34.38	41	N19	37.5
2	N8	36.89	42	N41	37.5
3	N6	37.5	43	N37	37.5
4	N7	37.5	44	N43	37.5
5	N1	37.5	45	N248	37.5
6	N240	37.5	46	N245	37.5
7	N5	37.5	47	N249	37.5
8	N9	37.12	48	N40	37.5
9	N28	37.1	49	N38	37.5
10	N10	37.5	50	N246	37.5
11	N241	37.5	51	N247	37.5
12	N242	37.5	52	N42	37.5
13	N27	37.5	53	N251	37.5
14	N24	37.5	54	N45	37.5
15	N35	37.5	55	N250	37.5
16	N244	37.5	56	N44	37.5
17	N34	37.5	57	N47	37.5
18	N26	37.5	58	N50	37.5
19	N25	37.5	59	N49	37.5
20	N31	37.5	60	N46	37.5
21	N29	37.5	61	N51	37.5
22	N30	37.5	62	N52	37.5
23	N32	37.5	63	N53	37.5
24	N33	37.5	64	N54	37.5
25	N36	37.5	65	N56	37.5
26	N4	37.5	66	N252	37.5
27	N3	37.5	67	N48	37.5
28	N2	37.5	68	N55	37.5
29	N290	37.5	69	N70	40.11
30	N15	37.5	70	N254	40.13
31	N13	37.5	71	N71	40.11
32	N14	37.5	72	N69	40.11
33	N17	37.5	73	N68	40.18
34	N16	37.5	74	N57	40.68
35	N291	37.5	75	N255	40.73
36	N18	37.5	76	N59	40.41
37	N22	37.5	77	N58	40.44
38	N21	37.5	78	N61	40.95
39	N20	37.5	79	N253	40.95
40	N23	37.5	80	N66	41.1

OBJECTID	ID_Node	Elevasi	OBJECTID	ID_Node	Elevasi
81	N67	41.32	127	N129	44.56
82	N63	41.38	128	N130	44.27
83	N64	41.38	129	N127	43.75
84	N62	41.36	130	N262	43.75
85	N298	40.66	131	N91	41.51
86	N65	41.68	132	N126	44.63
87	N75	41.77	133	N265	44.71
88	N72	41.8	134	N114	44.72
89	N74	41.7	135	N116	44.73
90	N73	40.12	136	N293	44.58
91	N256	41.95	137	N117	44.17
92	N88	41.98	138	N115	44.76
93	N261	41.97	139	N113	45.05
94	N79	41.85	140	N109	44.53
95	N81	42.48	141	N112	43.75
96	N257	42.41	142	N111	43.94
97	N89	41.55	143	N110	44.23
98	N90	41.36	144	N118	44.32
99	N76	43.02	145	N120	44.24
100	N83	43.35	146	N119	44.08
101	N259	43.75	147	N121	43.75
102	N85	43.73	148	N294	44.07
103	N86	43.75	149	N123	43.75
104	N82	43.08	150	N122	43.75
105	N84	43.73	151	N266	43.75
106	N87	43.75	152	N295	43.75
107	N77	43.75	153	N296	43.75
108	N102	43.75	154	N125	43.75
109	N103	43.75	155	N124	43.75
110	N104	43.75	156	N135	43.75
111	N101	43.75	157	N133	44.28
112	N97	43.75	158	N132	44.31
113	N98	43.75	159	N136	44.02
114	N99	43.75	160	N289	44.01
115	N263	43.75	161	N134	43.75
116	N100	43.75	162	N137	43.75
117	N96	43.75	163	N138	43.75
118	N93	43.75	164	N158	43.75
119	N92	43.21	165	N271	43.75
120	N105	46.6	166	N157	43.75
121	N106	44.98	167	N273	43.75
122	N292	47.24	168	N160	43.75
123	N108	45.83	169	N159	43.75
124	N107	45.77	170	N151	43.75
126	N128	44.75	171	N152	43.75

OBJECTID	ID_Node	Elevasi	OBJECTID	ID_Node	Elevasi
172	N189	43.75	217	N186	44.55
173	N269	43.94	218	N185	45.32
174	N153	43.93	219	N301	45.3
175	N154	44.35	220	N302	43.82
176	N267	44.76	221	N188	44.64
177	N131	44.73	222	N187	47.53
178	N140	44.77	223	N181	48.47
179	N268	44.72	224	N182	49.25
180	N139	44.27	225	N170	47.77
181	N141	44.6	226	N176	49.89
182	N143	44.63	227	N177	49.93
183	N297	44.27	228	N178	50
184	N142	44.51	229	N172	50
185	N144	44.12	230	N173	50
186	N145	44.28	231	N174	50
187	N156	44.28	232	N179	50
188	N162	44.17	233	N171	50
189	N161	44.17	234	N201	49.23
190	N165	44.13	235	N200	49.15
191	N164	44.21	236	N169	48.5
192	N166	43.97	237	N202	48.5
193	N167	43.95	238	N209	48.5
194	N168	43.75	239	N278	48.23
195	N146	43.75	240	N214	48.22
196	N147	43.75	241	N175	48.12
197	N149	43.75	242	N279	49.2
198	N148	43.75	243	N210	50
199	N150	43.75	244	N211	50
200	N191	43.75	245	N212	50
201	N192	43.75	246	N213	50.11
202	N272	43.75	247	N203	50
203	N193	43.75	248	N206	50.08
204	N190	43.75	249	N207	50.16
205	N195	43.75	250	N205	50
206	N194	43.75	251	N208	50.35
207	N274	47.88	252	N280	49.46
208	N196	47.7	253	N281	48.94
209	N197	47.65	254	N219	48.72
210	N275	48	255	N217	48.7
211	N276	47.57	256	N223	48.44
212	N198	46.92	257	N218	45.54
213	N199	47.41	258	N222	49.46
214	N184	47.41	259	N220	49.49
215	N183	46.23	260	N283	49.2
216	N277	46.4	261	N221	49.08

OBJECTID	ID_Node	Elevasi
262	N229	50
263	N282	49.7
264	N300	50
265	N224	50
266	N225	50
267	N228	50
268	N230	50
269	N284	50
270	N226	50
271	N232	48.95
272	N233	47.93
273	N236	49.11
274	N234	49.96
275	N235	50
276	N287	50
277	N238	50
278	N231	50
279	N239	50
280	N237	50
281	N94	43.75
282	N264	43.75
283	N95	43.75
284	N12	37.5
285	N39	37.5
286	N60	40.96
287	N78	43.75
288	N270	43.96
289	N180	47.66
290	N204	50
291	N216	48.95
292	N285	50
293	N286	50
294	N258	43.75
295	N288	41.36
296	N260	43.75
297	N215	49.46
298	N227	50
299	N163	44.17
300	N80	41.97
301	N299	43.75
302	N243	37.5

LAMPIRAN 3
DAFTAR PELANGGAN

LAMPIRAN 3
DAFTAR PELANGGAN

OBJ	Nomor Pelanggan	Gol	Nama	Alamat
1	701060539	NK	NOVA SALON	BERAN - RANDUBLATUNG I
2	701061931	NK	PKU MUHAMMADIYAH	JL BERAN RT 08/02 RANDUBLATUNG I
3	701060519	SK	YAYASAN MUHAMADIYAH	JL. BERAN - RANDUBLATUNG I
4	701030247	R2	BAKRI	BERAN RT 07/II - RANDUBLATUNG I
5	701060823	R2	WIJI	BERAN - RANDUBLATUNG I
6	701061006	R2	SUTA'AT HADI PRAYITNO	JL.KAWEDANAN NO.10 RT5/II - RANDUBLATUNG I
7	701061932	R2	KHUSNUL KHOTIMAH,SPD.	JL BERAN RT 07/02 RANDUBLATUNG I
8	701061762	R2	AGUNG DJUHARTONO	JL. JAGALAN RT 05/02 RANDUBLATUNG I
10	701061743	R2	CHODORI	RANDUBLATUNG RT 05/02 RANDUBLATUNG I
11	701061747	R2	SUJAMIN	RANDUBLATUNG RT 05/02 RANDUBLATUNG I
12	701061741	R2	ACH. QOMARUDIN	RANDUBLATUNG RT 05/02 RANDUBLATUNG I
13	701061183	R2	H. JOTO	RAYA RANDU - RANDUBLATUNG I
14	701061761	R2	SUMAMIEK	JL. JAGALAN RT 05/02 RANDUBLATUNG I
15	701061929	R2	AHMAD BAIHAQI	JAGALAN RT 01/01 RANDUBLATUNG I
16	701060885	IP	KANTOR LURAH RANDU	RAYA RANDU - RANDUBLATUNG I
17	701061674	SK	TK PAUD RANDU	JL.KAWEDANAN - RANDUBLATUNG I
18	701061672	R2	SUNTARA S,SI	PULO PILANG RT 03/III - RANDUBLATUNG I
19	701050415	SK	POLIKLINIK PANCASILA	RAYA - RANDUBLATUNG I
20	701061648	R2	WINNEKA SAPUTRA	JL. RAYA NO. 28 RDB RANDUBLATUNG I
21	701061673	R2	EVA QODRIYAH	PULO PILANG RT 03/III - RANDUBLATUNG I
22	701040396	NK	WALUYO	JAGALAN RT 02/II - RANDUBLATUNG I
23	701061002	SK	SD N II PILANG	JL MENDEN - RANDUBLATUNG I
24	701062029	SK	SDN 1 RANDUBLATUNG	JL SAMBONGWANGAN RANDUBLATUNG I
26	701061816	R2	LAFI NAIM (B)	JL. MENDEN PILANG RT. 02/03 RANDUBLATUNG I

27	701030234	NK	WIJANTO	DIPONEGORO RT 03/I - RANDUBLATUNG I
28	701030285	R2	AGUS KARYONO	RIDWAN RT 01/I - RANDUBLATUNG I
29	701060549	IP	KANTOR PEGADAIAN	DIPONEGORO - RANDUBLATUNG I
31	701050424	IP	DPUK SIE RANDUBLATUNG	RAYA - RANDUBLATUNG I
32	701061469	R2	T A M B I	NGADIROJO RT 07/01 - RANDUBLATUNG I
34	701061874	SK	MUSHOLA MIFFTAHUL JANNAH	JL MENDEN RT 03/02 RANDUBLATUNG I
35	701061582	R2	SUBAKIR	NGADIROJO RT 07/01 - RANDUBLATUNG I
36	701061232	IP	RD.POS	DS.PILANG RANDU.B - RANDUBLATUNG I
37	701061338	R2	TINAH	NGADIROJO RT07/01 - RANDUBLATUNG I
38	701061904	R2	HAMDANI	DK NGADIROJO RT 07/01 RANDUBLATUNG I
39	701061462	R2	SIHID SUSENO	NGADIROJO RT 07/01 - RANDUBLATUNG I
40	701060533	R2	AGUNG PURNOMO	DOKARAN - RANDUBLATUNG I
41	701061530	R2	RR MAHASISWATI NURUL	JL RIDWAN RT 03 / 01 RANDUBLATUNG I
42	701060987	R2	S U P E N I	JL. RIDWAN - RANDUBLATUNG I
46	701030283	R2	AMIR	RIDWAN RT 01/I - RANDUBLATUNG I
47	701060819	R2	HALIM MAWARDI	DIPONEGORO - RANDUBLATUNG I
48	701061454	R2	RASID	NGADIROJO RT 07/01 - RANDUBLATUNG I
49	701020118	SK	SD PILANG I	DIPONEGORO RT 04/I - RANDUBLATUNG I
51	701061255	R2	EDI PURWANTO	GANG RIDWAN RANDUBLATUNG- RANDUBLATUNG I
53	701061391	R2	NGASRINI	NGADIROJO RT 09/01 - RANDUBLATUNG I
54	701061662	SK	SMK MUHAMMADIYAH	JL. DIPONEGORO 13 RT. 02/01 RANDUBLATUNG I
55	701061900	R2	YETTI WAHYU UTAMI	GG RIDWAN RT 05/01 RANDUBLATUNG I
56	701061446	R2	SUBANDI	NGADIROJO RT 07/01 - RANDUBLATUNG I
57	701060515	NK	PT INDOMARCO PRISMATAMA	JL. RAYA - RANDUBLATUNG I
58	701061472	R2	SUMIJAH	NGADIROJO RT 09/I - RANDUBLATUNG I
59	701030265	R2	JUREMI	DOKARAN RT 02/I - RANDUBLATUNG I
60	701060531	R2	DJOKO MONO	GG RIDWAN - RANDUBLATUNG I

62	701061935	R2	NINA TRI SUSILOWATI	GG RIDWAN RT 01/01 RANDUBLATUNG I
65	701061104	R2	HJ.NUNUK SRI WAHYUNI	DIPONEGORO - RANDUBLATUNG I
66	701060575	NK	BRI UNIT	JL. DIPONEGORO - RANDUBLATUNG I
68	701030279	R2	ACHMAD SAHARI	RIDWAN RT 01/I - RANDUBLATUNG I
69	701061969	SK	SMK MUHAMMADIYAH	JL DOKARAN RT 02/01 RANDUBLATUNG I
70	701030278	R2	SAWINI	RIDWAN RT 01/I - RANDUBLATUNG I
73	701060617	R2	KURI/MASKURI	LR. RIDWAN - RANDUBLATUNG I
76	701060643	R2	TAMSIRAH	DK NGADIROJO RT 07/01 - RANDUBLATUNG I
77	701060679	R2	NGARIJAN	DK NGADIROJO RT 07/01 - RANDUBLATUNG I
78	701061439	R2	S U K A R	NGADIROJO RT 08/I - RANDUBLATUNG I
82	701061313	R2	D E M E S	NGADIROJO RT 08/01 - RANDUBLATUNG I
83	701061366	R2	SUKOCO	NGADIROJO RT07/01 - RANDUBLATUNG I
84	701061440	R2	NURJANAH	NGADIROJO RT 07/01 - RANDUBLATUNG I
85	701060544	IP	KANDATEL	DIPONEGORO - RANDUBLATUNG I
86	701061473	R2	PRAWITO	NGADIROJO RT 08/01 - RANDUBLATUNG I
87	701061525	R2	JOKO / JARPI	NGADIROJO RT08/01 RANDUBLATUNG I
88	701061024	SK	MUSHOLA AL- HIDAYAH	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
89	701061523	R2	KARJI	NGADIROJO RT 08/01 RANDUBLATUNG I
90	701061774	R2	TRO WARDI	DK NGADIROJO RT 08/01 RANDUBLATUNG I
91	701060997	SK	SMA KATOLIK	JL DIPONEGORO - RANDUBLATUNG I
92	701061522	R2	PASRI	NGADIROJO RT 08/01 RANDUBLATUNG I
93	701061344	R2	KARWATI	NGADIROJO RT08/01 - RANDUBLATUNG I
95	701060916	R2	RUDJITO	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
96	701061312	R2	SUMARI	NGADIROJO RT 08/01 - RANDUBLATUNG I
97	701040346	SK	MUSHOLA ANNUR	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
99	701060914	SK	SMK KATOLIK	DIPONEGORO - RANDUBLATUNG I
100	701061551	R2	TATIET RONTATI	JL. RIDWAN RT. 04/01 RANDUBLATUNG I
101	701061492	R2	MUNAJI	NGADIROJO RT 09/01 RANDUBLATUNG I
102	701060919	R2	PARMIJAN GENDRO	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I

103	701061924	R2	SUBINU	DK NGADIROJO RT 08/01 RANDUBLATUNG I
104	701030215	SK	SMP KATOLIK	DIPONEGORO RT 02/I - RANDUBLATUNG I
105	701061494	SK	TK MUSLIMAT NU	SUMBEREJO RANDUBLATUNG I
106	701060962	SK	SD SUMBEREJO I	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
107	701061568	R2	M.SYAMSUL BAKRI	RIDWAN RANDUBLATUNG RT 04/I - RANDUBLATUNG I
108	701061963	R2	KUSNAN	SUMBEREJO RT 07/01 RANDUBLATUNG I
110	701061538	R2	KUSNAN	SUMBEREJO RT 07 / 01 RANDUBLATUNG I
111	701061573	R2	NUR SAHID	RIDWAN RANDUBLATUNG RT 04/I - RANDUBLATUNG I
112	701061824	R2	YAHMAN	GG. RIDWAN RT. 03/01 RANDUBLATUNG I
113	701061062	R2	RADJI CARIK	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
114	701061596	R2	SUPADI	JL.RIDWAN RT 04/I - RANDUBLATUNG I
115	701061844	R2	EKA ANDANG KUSUMA	GG RIDWAN RT 04/01 RANDUBLATUNG I
117	701061558	R2	HANAFI	JL. RIDWAN RT. 03/01 RANDUBLATUNG I
118	701020184	R2	KUSNAN KALIS	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
120	701061253	SK	MASJID JAMI ABDUROHMAN	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
121	701030209	SK	SMP NEGERI	DIPONEGORO RT 01/I - RANDUBLATUNG I
122	701062028	NK	PD BPR BKK KAS RANDU	JL RAYA RANDU 7A RANDUBLATUNG I
123	701060906	R2	NGADIRAN	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
124	701030208	SK	SMP RIMBA TARUNA	DIPONEGORO RT 01/I - RANDUBLATUNG I
125	701061060	R2	MUJI,SPD	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
126	701061920	R2	ANIS PUJI LESTARI,SE	SUMBEREJO RT 02/01 RANDUBLATUNG I
127	701060907	R2	SUKARDJO	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
128	701040301	SK	MUSHOLA AROHMAN	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
130	701050450	SK	MUSHOLA AL HUDA	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
131	701061004	SK	SD SUMBERREJO II	SUMBERREJO - RANDUBLATUNG I
133	701030216	IP	KANTOR P & K	DIPONEGORO RT 02/I - RANDUBLATUNG I
134	701061883	R2	NGADI	DK NGLEGO 04/03 RANDUBLATUNG I
137	701061911	R2	SUPARDI	DK NGLEGO RT 04/03 RANDUBLATUNG I
138	701061897	R2	MASRI	DK NGLEGO 03/03 RANDUBLATUNG I

139	701061910	R2	PADIMIN	DK NGLIGO RT 03/03 RANDUBLATUNG I
140	701061901	R2	MADKUR	DK NGLIGO RT 03/03 RANDUBLATUNG I
141	701062015	R2	SARWATI	DK NGLIGO RT 03/03 RANDUBLATUNG I
142	701061905	R2	SUWADI	DK NGLIGO RT 04/03 RANDUBLATUNG I
143	701061913	R2	SULATIP	DK NGLIGO RT 04/03 RANDUBLATUNG I
144	701061882	R2	SUKEMI	DK NGLIGO 03/03 RANDUBLATUNG I
145	701061881	R2	MARIDJAN	DK NGLIGO 04/03 RANDUBLATUNG I
146	701010065	NK	KUSTAM II	RONGGOLAWA RT 03/I - RANDUBLATUNG I
147	701061894	R2	LASTOMO	DK NGLIGO 03/03 RANDUBLATUNG I
148	701061922	R2	JUMARI	DK NGLIGO RT 04/03 RANDUBLATUNG I
149	701061893	R2	SUPRIHATI	DK NGLIGO 03/03 RANDUBLATUNG I
150	701061731	R2	MUJI	NGLEGO RT 04/03 RANDUBLATUNG I
151	701010064	R2	KUSTAM I	RONGGOLAWA RT 03/I - RANDUBLATUNG I
152	701061891	R2	PARDIYAH	DK NGLIGO 03/03 RANDUBLATUNG I
153	701061895	R2	SUTINI	DK NGLIGO 03/03 RANDUBLATUNG I
154	701010090	NK	SUHUD	RONGGOLAWA RT 03/II - RANDUBLATUNG I
155	701061918	R2	TAMPI	DK NGLIGO RT 04/03 RANDUBLATUNG I
156	701061488	R2	WARI	NGLEGO SUMBEREJO RT04/03 RANDUBLATUNG I
157	701061892	R2	YATI	DK NGLIGO 04/03 RANDUBLATUNG I
158	701061642	R2	SITI SUMIYATI	DK. JAPE RT. 02/03 RANDUBLATUNG I
159	701060850	R2	SARNO	DK NGLIGO RT 04/03 - RANDUBLATUNG I
160	701061888	R2	SARIMAN	DK NGLIGO 03/03 RANDUBLATUNG I
161	701061220	R2	SULISTYORINI	DK. JAPE RT 02/03 RANDUBLATUNG I
162	701061168	R2	DYNAL N	NGLEGO RT 04/III RANDUBLATUNG I
163	701061887	R2	TRIMO	DK NGLIGO 03/03 RANDUBLATUNG I
164	701061490	R2	TUR KAMID	NGLEGO SUMBEREJO RT 04/03 RANDUBLATUNG I
165	701061629	R2	WARSI	DK. JAPE - RANDUBLATUNG I

166	701061169	R2	SUWARNO	NGLEGO RT 04/III RANDUBLATUNG I
167	701050495	NK	BANK DANAMON	RONGGOLAWA - RANDUBLATUNG I
168	701061641	R2	SUWARNO	DS. JAPE RT. 01/06 RANDUBLATUNG I
169	701061231	R2	SAWIJI	DK.JAPE - RANDUBLATUNG I
171	701061219	R2	SALI	NGLEGO RT 03/03 RANDUBLATUNG I
172	701061885	R2	SULASTRI	DK NGLEGO 03/03 RANDUBLATUNG I
173	701061890	R2	YADI	DK NGLEGO 03/03 RANDUBLATUNG I
174	701060787	R2	LEGIYO/TAMINI	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
176	701061886	R2	NARDI	DK NGLEGO 03/03 RANDUBLATUNG I
177	701061544	R2	NGATINI	NGLEGO RT 04/03 RANDUBLATUNG I
178	701061884	R2	SUMI	DK NGLEGO 03/03 RANDUBLATUNG I
179	701061278	R2	TAMINI	SUMBEREJO RT 05/01 - RANDUBLATUNG I
181	701062020	R2	SUPRIYONO	NGLEGO RT 03/03 RANDUBLATUNG I
183	701010081	NK	BRI 1 WULUNG	RONGGOLAWA RT 04/I - RANDUBLATUNG I
185	701020183	R2	SADIMIN	MANGGA - RANDUBLATUNG I
186	701060836	R2	JOYODIN	LR. MANGGA RANDU - RANDUBLATUNG I
187	701020200	R2	AGUS	JL. MANGGA - RANDUBLATUNG I
188	701040316	R2	SUPRIYADI	JL. MANGGA - RANDUBLATUNG I
191	701060868	IP	RD. PERHUTANI IX	STASIUN - RANDUBLATUNG I
192	701060867	IP	RD. PERHUTANI VIII	STASIUN - RANDUBLATUNG I
193	701010078	NK	PUTRA AGUNG MOTOR	RONGGOLAWA RT 04/I - RANDUBLATUNG I
194	701060866	IP	RD. PERHUTANI VII	STASIUN - RANDUBLATUNG I
195	701060864	IP	RD. PERHUTANI V	STASIUN - RANDUBLATUNG I
196	701060865	IP	RD. PERHUTANI VI	STASIUN - RANDUBLATUNG I
197	701060859	IP	RD. PERHUTANI II	STASIUN - RANDUBLATUNG I
198	701060871	IP	PESANGGRAHAN	STASIUN - RANDUBLATUNG I
199	701060860	IP	RD. PERHUTANI III	STASIUN - RANDUBLATUNG I
200	701060863	IP	WANA GRAHA	STASIUN - RANDUBLATUNG I
201	701060862	IP	RD. PERHUTANI IV	STASIUN - RANDUBLATUNG I
202	701062019	R2	SAKI	GG SUMODIPURO RT 04/01 RANDUBLATUNG I
205	701040382	IP	KANTOR STASIUN KAI	JL. STASIUN - RANDUBLATUNG I
206	701062018	R2	SITI ULIFAH	GG SUMODIPURO RT 04/01 RANDUBLATUNG I
207	701061777	R2	KASNO	GG SUMODIPURO RT 04/01 RANDUBLATUNG I

208	701050453	R2	SUPARNO	BLORA - RANDUBLATUNG I
209	701050497	NK	BRI I	RONGGOLawe RT 02/III - RANDUBLATUNG I
210	701060861	SK	TK RIMBANI	STASIUN - RANDUBLATUNG I
211	701060560	R2	AGUNG SUGIYANTO	JL. STASIUN - RANDUBLATUNG I
212	701030296	R2	LEGIMAN	JL. STASIUN - RANDUBLATUNG I
213	701040313	R2	JALALUDIN	JL. STASIUN - RANDUBLATUNG I
214	701040355	NK	BAGUS IMAM PURNAWANTO	DIPONEGORO - RANDUBLATUNG I
215	701060999	SK	MASJID FATIMAH AZ ZAHRA	RONGGOLawe - RANDUBLATUNG I
216	701061003	IP	SUB TERMINAL RANDU	RANDUBLATUNG - RANDUBLATUNG I
217	701061142	IP	TPK RANDU	RAYA RANDU - RANDUBLATUNG I
218	701010010	NK	H SALEKOEN	CEPU RT 01/I - RANDUBLATUNG I
219	701070018	HU	PASAR WULUNG	PASAR - RANDUBLATUNG I
220	701061465	R2	K A R J O	PLOSO WETAN RT 02/04 - RANDUBLATUNG I
221	701061457	R2	SUPARMAN	PLOSO WETAN RT 02/04 - RANDUBLATUNG I
222	701061489	R2	DARTO	PLOSO WETAN RT 02/04 RANDUBLATUNG I
223	701060683	R2	DUL ROCHIM	BRANJANGAN - RANDUBLATUNG I
224	701060816	IP	KPH RANDUBLATUNG	CEPU - RANDUBLATUNG I
225	701040372	SK	SD WULUNG I	JL. PASAR WULUNG - RANDUBLATUNG I
226	701060574	IP	PGG/KPH	JL. CEPU - RANDUBLATUNG I
227	701040366	R2	SUNYOTO	SUMBEREJO - RANDUBLATUNG I
228	701060505	R2	HENDRO/FX SUMARDI	BLORA RT 03/III - RANDUBLATUNG I
230	701061513	IP	BALAI DESA KEDIREN	PLOSO KULON RANDUBLATUNG I
231	701060968	SK	SD PLOSO	DK. KEDUNG JAMBU - RANDUBLATUNG I
232	701061666	R2	Z.AGUS ANDRIYANTO	JL.BLORA-WULUNG RT 01/01 - RANDUBLATUNG I
234	701061191	IP	KANT.KEL.WULUNG	JL.BLORA - RANDUBLATUNG I
236	701061182	SK	SDN II WULUNG	Jl. RAYA BLORA - RANDUBLATUNG I
239	701061664	R2	SRI WINARNO	JL.BERAN-ASRAMA POLSEK - RANDUBLATUNG I
240	701030255	R2	SUDARTO/ASPOL	BERAN RT 08/II - RANDUBLATUNG I
241	701061790	R2	MUNADI	JL BERAN, ASRAMA POLSEK RANDUBLATUNG I
242	701061673	R2	EVA QODRIYAH	PULO PILANG RT 03/III - RANDUBLATUNG I

LAMPIRAN 4
NILAI *PRESSURE* (TEKANAN AIR)

LAMPIRAN 4
NILAI *PRESSURE* (TEKANAN AIR)

Tabel 1 Tekanan Air saat Jam Puncak

ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)
N1	51,89	N35	51,83	N69	49,12
N2	51,62	N36	51,84	N70	49,12
N3	51,61	N37	51,8	N71	49,12
N4	51,61	N38	51,8	N72	47,39
N5	51,88	N39	51,81	N73	47,34
N6	51,8	N40	51,8	N74	47,49
N7	51,8	N41	51,79	N75	47,42
N8	52,41	N42	51,78	N76	46,17
N9	52,06	N43	51,77	N77	45,43
N10	51,68	N44	51,8	N78	45,43
N11	51,71	N45	51,79	N79	47,34
N12	51,73	N46	51,79	N80	47,22
N13	51,73	N47	51,8	N81	46,69
N14	51,73	N48	51,8	N82	46,09
N15	51,73	N49	51,78	N83	45,82
N16	51,8	N50	51,78	N84	45,41
N17	51,8	N51	51,78	N85	45,44
N18	51,79	N52	51,73	N86	45,42
N19	51,82	N53	51,73	N87	45,43
N20	51,82	N54	51,72	N88	47,21
N21	51,83	N55	51,8	N89	47,62
N22	51,82	N56	51,78	N90	47,81
N23	51,83	N57	48,55	N91	47,62
N24	51,86	N58	48,79	N92	45,93
N25	51,85	N59	48,82	N93	45,39
N26	51,85	N60	48,27	N94	45,39
N27	51,86	N61	48,28	N95	45,39
N28	52,25	N62	47,87	N96	45,39
N29	51,85	N63	47,85	N97	45,38
N30	51,85	N64	47,85	N98	45,38
N31	51,85	N65	47,55	N99	45,38
N32	51,83	N66	48,12	N100	45,38
N33	51,83	N67	47,9	N101	45,38
N34	51,83	N68	49,05	N102	45,38

ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)
N103	45,38	N142	44,28	N182	39,82
N104	45,38	N143	44,16	N183	41,65
N105	42,53	N144	44,66	N184	41,65
N106	44,13	N145	44,48	N185	43,74
N107	43,33	N146	45,01	N186	44,51
N108	43,27	N147	45,01	N187	41,56
N109	43,26	N148	45,01	N188	44,45
N110	44,85	N149	45,01	N189	45,28
N111	45,14	N150	45,01	N190	45,28
N112	45,33	N151	45,34	N191	45,34
N113	44,05	N152	45,29	N192	45,34
N114	44,38	N153	44,96	N193	45,33
N115	44,34	N154	44,5	N194	45,34
N116	44,36	N156	44,48	N195	45,34
N117	44,92	N157	45,34	N196	41,44
N118	44,78	N158	45,33	N197	41,44
N119	44,96	N159	45,34	N198	42,16
N120	44,8	N160	45,33	N199	41,67
N121	45,27	N161	44,68	N200	39,87
N122	45,25	N162	44,68	N201	39,79
N123	45,25	N163	44,68	N202	40,59
N124	45,24	N164	44,64	N203	39,02
N125	45,24	N165	44,72	N204	39,02
N126	45,35	N166	44,88	N205	39,02
N127	45,38	N167	44,9	N206	38,94
N128	44,37	N168	45,1	N207	38,86
N129	44,56	N169	40,59	N208	38,67
N130	44,84	N170	41,32	N209	40,59
N131	44,37	N171	39,09	N210	39,08
N132	44,79	N172	39,05	N211	39,08
N133	44,82	N173	39,05	N212	39,08
N134	45,34	N174	39,05	N213	38,97
N135	45,34	N175	40,97	N214	40,59
N136	45,07	N176	39,17	N215	39,63
N137	45,34	N177	39,13	N216	40,13
N138	45,34	N178	39,05	N217	40,36
N139	44,83	N179	39,05	N218	40,38
N140	44,03	N180	41,4	N219	40,38
N141	44,19	N181	40,6	N220	39,62

ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)
N221	40	N260	45,43	N299	45,34
N222	40,36	N261	47,21	N300	39,08
N223	40,64	N262	45,38	N301	43,79
N224	39,08	N263	45,38	N302	45,27
N225	39,08	N264	45,39		
N226	39,08	N265	44,39		
N227	39,09	N266	45,35		
N228	39,08	N267	44,05		
N229	39,09	N268	44,08		
N230	39,09	N269	45,16		
N231	39,08	N270	44,88		
N232	40,13	N271	45,34		
N233	41,16	N272	45,34		
N234	39,13	N273	45,34		
N235	39,09	N274	41,21		
N236	39,98	N275	41,09		
N237	39,08	N276	41,51		
N238	39,08	N277	42,66		
N239	39,08	N278	40,86		
N240	51,88	N279	39,89		
N241	51,68	N280	39,63		
N242	51,68	N281	40,15		
N243	51,86	N282	39,38		
N244	51,84	N283	39,88		
N245	51,8	N284	39,08		
N246	51,81	N285	39,08		
N247	51,81	N286	39,08		
N248	51,78	N287	39,08		
N249	51,8	N288	47,81		
N250	51,79	N289	45,08		
N251	51,79	N290	51,72		
N252	51,79	N291	51,8		
N253	48,27	N292	41,87		
N254	49,1	N293	44,51		
N255	48,5	N294	44,96		
N256	47,24	N295	45,25		
N257	46,78	N296	45,24		
N258	45,44	N297	44,51		
N259	45,44	N298	48,57		

Tabel 2 Tekanan Air saat Aliran Minimum

ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)
N1	51,91	N31	51,87	N61	48,32
N2	51,67	N32	51,85	N62	47,91
N3	51,66	N33	51,85	N63	47,89
N4	51,66	N34	51,85	N64	47,89
N5	51,89	N35	51,85	N65	47,59
N6	51,83	N36	51,86	N66	48,16
N7	51,82	N37	51,83	N67	47,94
N8	52,43	N38	51,83	N68	49,09
N9	52,1	N39	51,84	N69	49,16
N10	51,72	N40	51,82	N70	49,16
N11	51,74	N41	51,82	N71	49,16
N12	51,76	N42	51,81	N72	47,43
N13	51,76	N43	51,8	N73	47,38
N14	51,76	N44	51,82	N74	47,53
N15	51,77	N45	51,82	N75	47,47
N16	51,83	N46	51,82	N76	46,21
N17	51,82	N47	51,82	N77	45,48
N18	51,82	N48	51,82	N78	45,48
N19	51,84	N49	51,81	N79	47,38
N20	51,85	N50	51,81	N80	47,26
N21	51,85	N51	51,81	N81	46,74
N22	51,85	N52	51,76	N82	46,13
N23	51,85	N53	51,76	N83	45,87
N24	51,88	N54	51,76	N84	45,46
N25	51,87	N55	51,82	N85	45,49
N26	51,87	N56	51,81	N86	45,46
N27	51,88	N57	48,59	N87	45,47
N28	52,27	N58	48,83	N88	47,25
N29	51,87	N59	48,86	N89	47,67
N30	51,87	N60	48,31	N90	47,85

ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)
N91	47,67	N126	45,4	N162	44,94
N92	45,98	N127	45,43	N163	44,94
N93	45,44	N128	44,42	N164	44,89
N94	45,43	N129	44,61	N165	44,98
N95	45,43	N130	44,89	N166	45,13
N96	45,43	N131	44,42	N167	45,15
N97	45,43	N132	44,84	N168	45,35
N98	45,43	N133	44,87	N169	40,64
N99	45,43	N134	45,4	N170	41,37
N100	45,43	N135	45,4	N171	39,14
N101	45,43	N136	45,13	N172	39,11
N102	45,43	N137	45,4	N173	39,11
N103	45,43	N138	45,4	N174	39,11
N104	45,43	N139	44,88	N175	41,02
N105	42,58	N140	44,34	N176	39,23
N106	44,18	N141	44,52	N177	39,19
N107	43,39	N142	44,61	N178	39,11
N108	43,33	N143	44,49	N179	39,11
N109	43,31	N144	45	N180	41,46
N110	44,91	N145	44,87	N181	40,66
N111	45,19	N146	45,4	N182	39,88
N112	45,39	N147	45,4	N183	41,71
N113	44,1	N148	45,4	N184	41,71
N114	44,43	N149	45,4	N185	43,8
N115	44,39	N150	45,4	N186	44,57
N116	44,41	N151	45,4	N187	41,61
N117	44,98	N152	45,39	N188	44,5
N118	44,83	N153	45,19	N189	45,39
N119	45,02	N154	44,76	N190	45,38
N120	44,86	N156	44,87	N191	45,4
N121	45,34	N157	45,4	N192	45,39
N122	45,32	N158	45,39	N193	45,39
N123	45,32	N159	45,4	N194	45,39
N124	45,31	N160	45,39	N195	45,39
N125	45,3	N161	44,94	N196	41,49

ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)	ID_Node	Pressure (m)
N197	41,49	N233	41,21	N269	45,21
N198	42,22	N234	39,18	N270	45,13
N199	41,73	N235	39,14	N271	45,4
N200	39,94	N236	40,03	N272	45,4
N201	39,86	N237	39,14	N273	45,4
N202	40,64	N238	39,14	N274	41,26
N203	39,09	N239	39,14	N275	41,14
N204	39,09	N240	51,9	N276	41,57
N205	39,09	N241	51,73	N277	42,72
N206	39,01	N242	51,72	N278	40,91
N207	38,93	N243	51,88	N279	39,94
N208	38,74	N244	51,86	N280	39,68
N209	40,64	N245	51,82	N281	40,2
N210	39,14	N246	51,83	N282	39,44
N211	39,14	N247	51,83	N283	39,94
N212	39,14	N248	51,81	N284	39,14
N213	39,03	N249	51,83	N285	39,14
N214	40,64	N250	51,82	N286	39,14
N215	39,68	N251	51,82	N287	39,14
N216	40,19	N252	51,82	N288	47,85
N217	40,42	N253	48,31	N289	45,14
N218	40,44	N254	49,14	N290	51,76
N219	40,44	N255	48,54	N291	51,82
N220	39,68	N256	47,28	N292	41,92
N221	40,06	N257	46,82	N293	44,57
N222	40,42	N258	45,48	N294	45,02
N223	40,7	N259	45,49	N295	45,32
N224	39,14	N260	45,47	N296	45,31
N225	39,14	N261	47,26	N297	44,85
N226	39,14	N262	45,43	N298	48,61
N227	39,14	N263	45,43	N299	45,4
N228	39,14	N264	45,44	N300	39,14
N229	39,14	N265	44,44	N301	43,84
N230	39,14	N266	45,4	N302	45,32
N231	39,14	N267	44,36		
N232	40,19	N268	44,4		

LAMPIRAN 5
NILAI *VELOCITY* (KECEPATAN ALIRAN)

LAMPIRAN 5
NILAI VELOCITY (KECEPATAN ALIRAN)

Tabel 1 Nilai Kecepatan Aliran saat Jam Puncak

ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)
P1	0,02	P31	0	P61	0,08
P2	0,02	P32	0	P62	0,02
P3	0,02	P33	0	P63	0,05
P4	0,02	P34	0	P64	0,07
P5	0,01	P35	0,01	P65	0,02
P6	0,02	P36	0,01	P66	0,05
P7	0,09	P37	0,02	P67	0,02
P8	0,01	P38	0	P68	0,02
P9	0,02	P39	0,01	P69	0,02
P10	0,02	P40	0,01	P70	0,05
P11	0,02	P41	0,01	P71	0,08
P12	0,03	P42	0	P72	0,02
P13	0,01	P43	0	P73	0,02
P14	0,08	P44	0,02	P74	0,11
P15	0,02	P45	0	P75	0,02
P16	0,02	P46	0,01	P76	0,02
P17	0,01	P47	0,01	P77	0
P18	0,01	P48	0	P78	0,02
P19	0,06	P49	0,02	P79	0,02
P20	0,02	P50	0,05	P80	0,07
P21	0	P51	0,18	P81	0,04
P22	0,02	P52	0,09	P82	0,02
P23	0,02	P53	0,11	P83	0,01
P24	0,02	P54	0,05	P84	0
P25	0,01	P55	0,05	P85	0,02
P26	0	P56	0,02	P86	0,05
P27	0,04	P57	0,02	P87	0,02
P28	0,01	P58	0,02	P88	0,03
P29	0,01	P59	0,08	P89	0,06
P30	0,01	P60	0,06	P90	0

ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)
P91	0,02	P130	0	P169	0
P92	0,02	P131	0,01	P170	0
P93	0,01	P132	0,01	P171	0,01
P94	0,06	P133	0	P172	0
P95	0	P134	0,01	P173	0,01
P96	0	P135	0	P174	0,02
P97	0	P136	0,01	P175	0,02
P98	0,05	P137	0,01	P176	0,09
P99	0,01	P138	0	P177	0,02
P100	0,02	P139	0,01	P178	0,02
P101	0,01	P140	0,02	P179	0,01
P102	0,02	P141	0,02	P180	0,01
P103	0,03	P142	0	P181	0,02
P104	0,01	P143	0,01	P182	0
P105	0,02	P144	0,02	P183	0,01
P106	0,03	P145	0,02	P184	0,01
P107	0,02	P146	0,04	P185	0,01
P108	0,01	P147	0,05	P186	0,01
P109	0,01	P148	0,02	P187	0,01
P110	0,01	P149	0,02	P188	0,01
P111	0,01	P150	0,02	P189	0,01
P112	0	P151	0,1	P190	0,01
P113	0,02	P152	0,02	P191	0
P114	0,01	P153	0,02	P192	0,01
P115	0,01	P154	0,02	P193	0,02
P116	0,02	P155	0,01	P194	0
P117	0,01	P156	0,01	P195	0
P118	0	P157	0,01	P196	0,01
P119	0	P158	0,01	P197	0,05
P120	0,02	P159	0,01	P198	0,07
P121	0,02	P160	0	P199	0,07
P122	0,03	P161	0	P200	0,02
P123	0,01	P162	0	P201	0,07
P124	0,01	P163	0,01	P202	0,05
P125	0,02	P164	0	P203	0,07
P126	0,08	P165	0,02	P204	0,07
P127	0,02	P166	0,02	P205	0,05
P128	0	P167	0,04	P206	0,01
P129	0,02	P168	0,02	P207	0,01

ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)
P208	0,02	P247	0,02	P286	0,01
P209	0,04	P248	0,01	P287	0
P210	0	P249	0,02	P288	0,01
P211	0,02	P250	0,06	P289	0
P212	0,01	P251	0,07	P290	0,02
P213	0	P252	0,02	P291	0,02
P214	0,02	P253	0,03	P292	0
P215	0,01	P254	0	P293	0,02
P216	0,02	P255	0,02	P294	0,01
P217	0,02	P256	0,01	P295	0,01
P218	0,01	P257	0,02	P296	0
P219	0,02	P258	0	P297	0
P220	0,02	P259	0,02	P298	0,01
P221	0,01	P260	0,02	P299	0,01
P222	0	P261	0,01	P300	0,02
P223	0,04	P262	0,06	P301	0,02
P224	0,04	P263	0,02	P302	0
P225	0,04	P264	0,02	P303	0,02
P226	0	P265	0,05	P304	0,01
P227	0,04	P266	0,03	P305	0,02
P228	0,02	P267	0,01	P306	0,03
P229	0,03	P268	0,02	P307	0
P230	0,02	P269	0,07	P308	0
P231	0,05	P270	0,01	P309	0
P232	0,02	P271	0,02	P310	0
P233	0,03	P272	0,03		
P234	0,01	P273	0,05		
P235	0	P274	0,08		
P236	0,01	P275	0,01		
P237	0,03	P276	0,01		
P238	0	P277	0,02		
P239	0	P278	0,05		
P240	0,01	P279	0,02		
P241	0,02	P280	0,07		
P242	0,01	P281	0,08		
P243	0,01	P282	0,02		
P244	0,03	P283	0,02		
P245	0,03	P284	0,05		
P246	0,01	P285	0,02		

Tabel 2 Nilai Kecepatan Aliran saat Aliran Minimum

ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)
P1	0,02	P31	0	P61	0,07
P2	0,01	P32	0	P62	0,01
P3	0,01	P33	0	P63	0,04
P4	0,01	P34	0	P64	0,07
P5	0,01	P35	0,01	P65	0,01
P6	0,01	P36	0,01	P66	0,04
P7	0,08	P37	0,01	P67	0,01
P8	0,01	P38	0	P68	0,01
P9	0,01	P39	0,01	P69	0,01
P10	0,01	P40	0,01	P70	0,04
P11	0,01	P41	0,01	P71	0,07
P12	0,03	P42	0	P72	0,01
P13	0,01	P43	0	P73	0,01
P14	0,07	P44	0,01	P74	0,1
P15	0,01	P45	0	P75	0,01
P16	0,01	P46	0,01	P76	0,01
P17	0,01	P47	0,01	P77	0
P18	0,01	P48	0	P78	0,01
P19	0,06	P49	0,01	P79	0,01
P20	0,01	P50	0,04	P80	0,06
P21	0	P51	0,16	P81	0,04
P22	0,01	P52	0,08	P82	0,01
P23	0,01	P53	0,1	P83	0,01
P24	0,01	P54	0,04	P84	0
P25	0,01	P55	0,04	P85	0,02
P26	0	P56	0,01	P86	0,04
P27	0,03	P57	0,01	P87	0,01
P28	0,01	P58	0,01	P88	0,02
P29	0,01	P59	0,08	P89	0,06
P30	0,01	P60	0,06	P90	0

ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)
P91	0,01	P130	0	P169	0
P92	0,01	P131	0,01	P170	0
P93	0,01	P132	0,01	P171	0,01
P94	0,05	P133	0	P172	0
P95	0	P134	0,01	P173	0,01
P96	0	P135	0	P174	0,01
P97	0	P136	0,01	P175	0,02
P98	0,05	P137	0,01	P176	0,08
P99	0,01	P138	0	P177	0,02
P100	0,01	P139	0,01	P178	0,02
P101	0,01	P140	0,02	P179	0,01
P102	0,01	P141	0,02	P180	0,01
P103	0,02	P142	0	P181	0,01
P104	0,01	P143	0,01	P182	0
P105	0,01	P144	0,01	P183	0,01
P106	0,03	P145	0,01	P184	0,01
P107	0,02	P146	0,03	P185	0,01
P108	0,01	P147	0,05	P186	0,01
P109	0,01	P148	0,01	P187	0,01
P110	0,01	P149	0,01	P188	0,01
P111	0,01	P150	0,02	P189	0,01
P112	0	P151	0,09	P190	0,01
P113	0,02	P152	0,01	P191	0
P114	0,01	P153	0,01	P192	0,01
P115	0,01	P154	0,01	P193	0,01
P116	0,02	P155	0,01	P194	0
P117	0,01	P156	0,01	P195	0
P118	0	P157	0,01	P196	0,01
P119	0	P158	0,01	P197	0,04
P120	0,02	P159	0,01	P198	0,06
P121	0,02	P160	0	P199	0,06
P122	0,03	P161	0	P200	0,01
P123	0,01	P162	0	P201	0,06
P124	0,01	P163	0,01	P202	0,04
P125	0,01	P164	0	P203	0,06
P126	0,07	P165	0,02	P204	0,06
P127	0,02	P166	0,02	P205	0,04
P128	0	P167	0,04	P206	0,01
P129	0,01	P168	0,02	P207	0,01

ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)	ID_Pipa	Velocity (m/s)
P208	0,02	P247	0,02	P286	0,01
P209	0,04	P248	0,01	P287	0
P210	0	P249	0,01	P288	0,01
P211	0,01	P250	0,06	P289	0
P212	0,01	P251	0,06	P290	0,01
P213	0	P252	0,01	P291	0,02
P214	0,01	P253	0,02	P292	0
P215	0,01	P254	0	P293	0,02
P216	0,02	P255	0,02	P294	0,01
P217	0,02	P256	0,01	P295	0,01
P218	0,01	P257	0,02	P296	0
P219	0,02	P258	0	P297	0
P220	0,02	P259	0,02	P298	0,01
P221	0,01	P260	0,01	P299	0,01
P222	0	P261	0,01	P300	0,02
P223	0,04	P262	0,06	P301	0,01
P224	0,04	P263	0,01	P302	0
P225	0,04	P264	0,01	P303	0,02
P226	0	P265	0,04	P304	0,01
P227	0,04	P266	0,03	P305	0,02
P228	0,02	P267	0,01	P306	0,03
P229	0,03	P268	0,01	P307	0
P230	0,02	P269	0,06	P308	0
P231	0,04	P270	0,01	P309	0
P232	0,01	P271	0,01	P310	0
P233	0,03	P272	0,03		
P234	0,01	P273	0,04		
P235	0	P274	0,07		
P236	0,01	P275	0,01		
P237	0,02	P276	0,01		
P238	0	P277	0,02		
P239	0	P278	0,04		
P240	0,01	P279	0,01		
P241	0,02	P280	0,07		
P242	0,01	P281	0,07		
P243	0,01	P282	0,01		
P244	0,03	P283	0,01		
P245	0,03	P284	0,05		
P246	0,01	P285	0,02		

LAMPIRAN 6
KLASIFIKASI TINGKAT KEBOCORAN AIR

LAMPIRAN 6
KLASIFIKASI TINGKAT KEBOCORAN AIR

Tabel 1 Klasifikasi Tingkat Kebocoran Air saat Jam Puncak

ID	Layer	ID Pipa	Skor V	Velocity (l/s)	ID Node	Skor P	Pressure (m)	Skor Akhir	Klasifikasi
1	Pipa 2	P42	1	0	N206	3	38.94	4	Kebocoran Rendah
3	Pipa 2	P297	1	0	N206	3	38.94	4	Kebocoran Rendah
6	Pipa 1.5	P43	1	0	N204	3	39.02	4	Kebocoran Rendah
8	Pipa 2	P298	1	0.01	N204	3	39.02	4	Kebocoran Rendah
9	Pipa 2	P41	1	0.01	N203	3	39.02	4	Kebocoran Rendah
11	Pipa 2	P310	1	0	N302	4	45.27	5	Kebocoran Sedang
13	Pipa 1.5	P32	1	0	N173	3	39.05	4	Kebocoran Rendah
16	Pipa 1.5	P164	1	0	N173	3	39.05	4	Kebocoran Rendah
17	Pipa 1.5	P163	1	0.01	N178	3	39.05	4	Kebocoran Rendah
19	Pipa 1.5	P34	1	0	N178	3	39.05	4	Kebocoran Rendah
21	Pipa 1.5	P182	1	0	N210	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
23	Pipa 1	P181	1	0.02	N210	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
25	Pipa 1.5	P44	1	0.02	N211	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
27	Pipa 1.5	P165	1	0.02	N176	3	39.17	4	Kebocoran Rendah
29	Pipa 1.5	P33	1	0	N176	3	39.17	4	Kebocoran Rendah
31	Pipa 0.5	P193	1	0.02	N287	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
34	Pipa 2	P302	1	0	N286	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
35	Pipa 1	P196	1	0.01	N238	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
37	Pipa 2	P248	1	0.01	N238	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
40	Pipa 1.5	P247	1	0.02	N286	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
41	Pipa 2	P305	1	0.02	N235	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
43	Pipa 0.5	P35	1	0.01	N181	3	40.6	4	Kebocoran Rendah
45	Pipa 3	P309	1	0	N301	3	43.79	4	Kebocoran Rendah
47	Pipa 1.5	P180	1	0.01	N279	3	39.89	4	Kebocoran Rendah
50	Pipa 1	P40	1	0.01	N200	3	39.87	4	Kebocoran Rendah
52	Pipa 3	P183	1	0.01	N215	3	39.63	4	Kebocoran Rendah
53	Pipa 0.75	P188	1	0.01	N284	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
55	Pipa 6	P189	1	0.01	N279	3	39.89	4	Kebocoran Rendah
57	Pipa 3	P242	1	0.01	N280	3	39.63	4	Kebocoran Rendah
60	Pipa 2	P243	1	0.01	N227	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
62	Pipa 2	P190	1	0.01	N284	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
64	Pipa 1.5	P192	1	0.01	N287	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
65	Pipa 6	P195	1	0	N230	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
67	Pipa 1.5	P172	1	0	N277	3	42.66	4	Kebocoran Rendah

70	Pipa 2	P47	1	0.01	N230	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
71	Pipa 1.5	P170	1	0	N277	3	42.66	4	Kebocoran Rendah
74	Pipa 4	P308	1	0	N187	3	41.56	4	Kebocoran Rendah
75	Pipa 4	P304	1	0.01	N234	3	39.13	4	Kebocoran Rendah
78	Pipa 2	P275	1	0.01	N228	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
79	Pipa 2	P276	1	0.01	N225	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
81	Pipa 6	P52	1	0.09	N1	4	51.89	5	Kebocoran Sedang
83	Pipa 0.5	P51	1	0.18	N240	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
86	Pipa 4	P48	1	0	N235	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
87	Pipa 4	P296	1	0	N202	3	40.59	4	Kebocoran Rendah
89	Pipa 6	P179	1	0.01	N209	3	40.59	4	Kebocoran Rendah
92	Pipa 4	P177	1	0.02	N209	3	40.59	4	Kebocoran Rendah
94	Pipa 2	P191	1	0	N285	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
96	Pipa 4	P175	1	0.02	N202	3	40.59	4	Kebocoran Rendah
98	Pipa 0.75	P176	1	0.09	N169	3	40.59	4	Kebocoran Rendah
99	Pipa 1.5	P171	1	0.01	N184	3	41.65	4	Kebocoran Rendah
101	Pipa 1.5	P169	1	0	N184	3	41.65	4	Kebocoran Rendah
103	Pipa 2	P184	1	0.01	N280	3	39.63	4	Kebocoran Rendah
105	Pipa 0.5	P306	1	0.03	N187	3	41.56	4	Kebocoran Rendah
108	Pipa 1.5	P168	1	0.02	N180	3	41.4	4	Kebocoran Rendah
110	Pipa 1.5	P166	1	0.02	N180	3	41.4	4	Kebocoran Rendah
111	Pipa 2	P31	1	0	N170	3	41.32	4	Kebocoran Rendah
113	Pipa 1.5	P167	1	0.04	N175	3	40.97	4	Kebocoran Rendah
116	Pipa 4	P307	1	0	N170	3	41.32	4	Kebocoran Rendah
117	Pipa 1.5	P161	1	0	N276	3	41.51	4	Kebocoran Rendah
120	Pipa 0.5	P56	1	0.02	N242	4	51.68	5	Kebocoran Sedang
122	Pipa 0.75	P300	1	0.02	N225	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
123	Pipa 4	P174	1	0.02	N169	3	40.59	4	Kebocoran Rendah
126	Pipa 1	P299	1	0.01	N285	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
127	Pipa 0.5	P301	1	0.02	N300	3	39.08	4	Kebocoran Rendah
130	Pipa 6	P178	1	0.02	N299	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
131	Pipa 4	P235	1	0	N278	3	40.86	4	Kebocoran Rendah
134	Pipa 6	P194	1	0	N234	3	39.13	4	Kebocoran Rendah
135	Pipa 4	P236	1	0.01	N214	3	40.59	4	Kebocoran Rendah
137	Pipa 0.5	P55	1	0.05	N241	4	51.68	5	Kebocoran Sedang
139	Pipa 0.5	P53	1	0.11	N5	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
141	Pipa 4	P173	1	0.01	N278	3	40.86	4	Kebocoran Rendah
144	Pipa 4	P162	1	0	N175	3	40.97	4	Kebocoran Rendah
145	Pipa 1.5	P159	1	0.01	N275	3	41.09	4	Kebocoran Rendah
147	Pipa 4	P234	1	0.01	N275	3	41.09	4	Kebocoran Rendah
149	Pipa 4	P158	1	0.01	N274	3	41.21	4	Kebocoran Rendah

151	Pipa 1.5	P303	1	0.02	N229	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
153	Pipa 1.5	P160	1	0	N276	3	41.51	4	Kebocoran Rendah
156	Pipa 0.5	P57	1	0.02	N242	4	51.68	5	Kebocoran Sedang
158	Pipa 1.5	P240	1	0.01	N282	3	39.38	4	Kebocoran Rendah
160	Pipa 1	P241	1	0.02	N220	3	39.62	4	Kebocoran Rendah
161	Pipa 1.5	P156	1	0.01	N274	3	41.21	4	Kebocoran Rendah
164	Pipa 0.5	P10	1	0.02	N27	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
165	Pipa 1	P39	1	0.01	N196	3	41.44	4	Kebocoran Rendah
168	Pipa 0.5	P273	1	0.05	N243	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
169	Pipa 6	P59	1	0.08	N240	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
171	Pipa 1	P187	1	0.01	N222	3	40.36	4	Kebocoran Rendah
174	Pipa 0.5	P272	1	0.03	N243	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
175	Pipa 1	P186	1	0.01	N283	3	39.88	4	Kebocoran Rendah
177	Pipa 0.5	P58	1	0.02	N27	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
179	Pipa 0.5	P9	1	0.02	N24	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
181	Pipa 0.5	P54	1	0.05	N241	4	51.68	5	Kebocoran Sedang
184	Pipa 2	P238	1	0	N282	3	39.38	4	Kebocoran Rendah
185	Pipa 1	P246	1	0.01	N219	3	40.38	4	Kebocoran Rendah
188	Pipa 2	P239	1	0	N217	3	40.36	4	Kebocoran Rendah
189	Pipa 2	P185	1	0.01	N281	3	40.15	4	Kebocoran Rendah
191	Pipa 0.5	P60	1	0.06	N29	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
194	Pipa 0.5	P11	1	0.02	N30	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
196	Pipa 1	P46	1	0.01	N222	3	40.36	4	Kebocoran Rendah
198	Pipa 0.5	P283	1	0.02	N244	4	51.84	5	Kebocoran Sedang
199	Pipa 0.5	P62	1	0.02	N244	4	51.84	5	Kebocoran Sedang
202	Pipa 0.5	P63	1	0.05	N36	4	51.84	5	Kebocoran Sedang
203	Pipa 6	P61	1	0.08	N29	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
205	Pipa 0.5	P12	1	0.03	N30	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
208	Pipa 0.5	P50	1	0.05	N5	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
210	Pipa 0.5	P49	1	0.02	N6	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
211	Pipa 0.5	P3	1	0.02	N6	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
213	Pipa 0.75	P13	1	0.01	N32	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
216	Pipa 0.75	P1	1	0.02	N2	4	51.62	5	Kebocoran Sedang
218	Pipa 0.5	P2	1	0.02	N3	4	51.61	5	Kebocoran Sedang
220	Pipa 0.5	P4	1	0.02	N12	4	51.73	5	Kebocoran Sedang
221	Pipa 0.75	P277	1	0.02	N13	4	51.73	5	Kebocoran Sedang
224	Pipa 0.5	P249	1	0.02	N15	4	51.73	5	Kebocoran Sedang
225	Pipa 0.75	P278	1	0.05	N15	4	51.73	5	Kebocoran Sedang
228	Pipa 0.5	P78	1	0.02	N53	4	51.73	5	Kebocoran Sedang

230	Pipa 0.5	P6	1	0.02	N16	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
232	Pipa 0.75	P251	1	0.07	N291	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
233	Pipa 1	P250	1	0.06	N16	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
235	Pipa 0.5	P282	1	0.02	N20	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
238	Pipa 1	P281	1	0.08	N20	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
239	Pipa 0.75	P8	1	0.01	N21	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
241	Pipa 6	P14	1	0.08	N36	4	51.84	5	Kebocoran Sedang
243	Pipa 1	P7	1	0.09	N21	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
245	Pipa 0.5	P16	1	0.02	N53	4	51.73	5	Kebocoran Sedang
248	Pipa 0.5	P279	1	0.02	N21	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
250	Pipa 0.5	P252	1	0.02	N18	4	51.79	5	Kebocoran Sedang
251	Pipa 0.75	P5	1	0.01	N13	4	51.73	5	Kebocoran Sedang
253	Pipa 4	P157	1	0.01	N194	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
255	Pipa 2	P45	1	0	N217	3	40.36	4	Kebocoran Rendah
258	Pipa 0.5	P65	1	0.02	N246	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
260	Pipa 0.5	P67	1	0.02	N246	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
261	Pipa 6	P280	1	0.07	N21	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
264	Pipa 0.5	P66	1	0.05	N247	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
266	Pipa 6	P64	1	0.07	N39	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
268	Pipa 0.5	P74	1	0.11	N39	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
269	Pipa 0.5	P71	1	0.08	N245	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
272	Pipa 0.5	P73	1	0.02	N245	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
273	Pipa 0.5	P200	1	0.02	N47	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
276	Pipa 0.5	P15	1	0.02	N49	4	51.78	5	Kebocoran Sedang
277	Pipa 0.5	P77	1	0	N49	4	51.78	5	Kebocoran Sedang
279	Pipa 0.5	P72	1	0.02	N249	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
282	Pipa 2	P38	1	0	N194	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
284	Pipa 0.5	P70	1	0.05	N245	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
286	Pipa 0.5	P69	1	0.02	N248	4	51.78	5	Kebocoran Sedang
287	Pipa 6	P198	1	0.07	N247	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
289	Pipa 6	P199	1	0.07	N44	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
292	Pipa 0.5	P202	1	0.05	N48	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
293	Pipa 6	P201	1	0.07	N47	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
296	Pipa 0.5	P205	1	0.05	N55	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
297	Pipa 6	P204	1	0.07	N48	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
300	Pipa 0.5	P197	1	0.05	N44	4	51.8	5	Kebocoran Sedang
302	Pipa 0.5	P76	1	0.02	N250	4	51.79	5	Kebocoran Sedang
303	Pipa 0.5	P68	1	0.02	N248	4	51.78	5	Kebocoran Sedang
306	Pipa 0.5	P79	1	0.02	N252	4	51.79	5	Kebocoran Sedang
308	Pipa 6	P203	1	0.07	N55	4	51.8	5	Kebocoran Sedang

310	Pipa 0.5	P75	1	0.02	N250	4	51.79	5	Kebocoran Sedang
311	Pipa 4	P155	1	0.01	N272	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
313	Pipa 6	P80	1	0.07	N252	4	51.79	5	Kebocoran Sedang
315	Pipa 2	P88	1	0.03	N70	4	49.12	5	Kebocoran Sedang
317	Pipa 6	P19	1	0.06	N70	4	49.12	5	Kebocoran Sedang
319	Pipa 1	P81	1	0.04	N71	4	49.12	5	Kebocoran Sedang
321	Pipa 0.5	P154	1	0.02	N272	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
323	Pipa 0.5	P82	1	0.02	N69	4	49.12	5	Kebocoran Sedang
325	Pipa 4	P295	1	0.01	N191	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
328	Pipa 1	P17	1	0.01	N58	4	48.79	5	Kebocoran Sedang
329	Pipa 0.5	P37	1	0.02	N191	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
331	Pipa 3	P207	1	0.01	N254	4	49.1	5	Kebocoran Sedang
333	Pipa 2	P208	1	0.02	N57	4	48.55	5	Kebocoran Sedang
335	Pipa 2	P90	1	0	N255	4	48.5	5	Kebocoran Sedang
337	Pipa 2	P26	1	0	N149	4	45.01	5	Kebocoran Sedang
339	Pipa 2	P137	1	0.01	N147	4	45.01	5	Kebocoran Sedang
342	Pipa 2	P135	1	0	N147	4	45.01	5	Kebocoran Sedang
343	Pipa 2	P138	1	0	N149	4	45.01	5	Kebocoran Sedang
345	Pipa 2	P92	1	0.02	N255	4	48.5	5	Kebocoran Sedang
347	Pipa 2	P91	1	0.02	N61	4	48.28	5	Kebocoran Sedang
349	Pipa 1	P85	1	0.02	N69	4	49.12	5	Kebocoran Sedang
351	Pipa 1	P83	1	0.01	N253	4	48.27	5	Kebocoran Sedang
353	Pipa 4	P294	1	0.01	N273	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
356	Pipa 0.75	P143	1	0.01	N270	4	44.88	5	Kebocoran Sedang
357	Pipa 1	P144	1	0.02	N166	4	44.88	5	Kebocoran Sedang
359	Pipa 1	P30	1	0.01	N166	4	44.88	5	Kebocoran Sedang
361	Pipa 0.5	P153	1	0.02	N273	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
363	Pipa 2	P286	1	0.01	N61	4	48.28	5	Kebocoran Sedang
365	Pipa 1	P285	1	0.02	N63	4	47.85	5	Kebocoran Sedang
368	Pipa 4	P152	1	0.02	N159	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
369	Pipa 1	P151	1	0.1	N159	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
371	Pipa 1	P147	1	0.05	N152	4	45.29	5	Kebocoran Sedang
373	Pipa 1	P36	1	0.01	N189	4	45.28	5	Kebocoran Sedang
375	Pipa 2	P287	1	0	N63	4	47.85	5	Kebocoran Sedang
377	Pipa 1	P93	1	0.01	N64	4	47.85	5	Kebocoran Sedang
379	Pipa 4	P150	1	0.02	N157	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
381	Pipa 6	P89	1	0.06	N71	4	49.12	5	Kebocoran Sedang
383	Pipa 1	P233	1	0.03	N165	4	44.72	5	Kebocoran Sedang
386	Pipa 1	P149	1	0.02	N157	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
387	Pipa 2	P84	1	0	N253	4	48.27	5	Kebocoran Sedang
389	Pipa 0.5	P86	1	0.05	N75	4	47.42	5	Kebocoran Sedang

391	Pipa 0.5	P87	1	0.02	N72	4	47.39	5	Kebocoran Sedang
393	Pipa 0.5	P20	1	0.02	N72	4	47.39	5	Kebocoran Sedang
395	Pipa 1	P146	1	0.04	N189	4	45.28	5	Kebocoran Sedang
397	Pipa 1	P231	1	0.05	N161	4	44.68	5	Kebocoran Sedang
399	Pipa 1	P145	1	0.02	N162	4	44.68	5	Kebocoran Sedang
401	Pipa 4	P28	1	0.01	N151	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
403	Pipa 1	P229	1	0.03	N154	4	44.5	5	Kebocoran Sedang
406	Pipa 1	P206	1	0.01	N288	4	47.81	5	Kebocoran Sedang
407	Pipa 1.5	P215	1	0.01	N89	4	47.62	5	Kebocoran Sedang
409	Pipa 1	P29	1	0.01	N162	4	44.68	5	Kebocoran Sedang
411	Pipa 1	P18	1	0.01	N64	4	47.85	5	Kebocoran Sedang
413	Pipa 0.5	P232	1	0.02	N165	4	44.72	5	Kebocoran Sedang
416	Pipa 0.5	P148	1	0.02	N271	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
417	Pipa 1	P108	1	0.01	N262	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
419	Pipa 2	P136	1	0.01	N156	4	44.48	5	Kebocoran Sedang
422	Pipa 4	P134	1	0.01	N156	4	44.48	5	Kebocoran Sedang
424	Pipa 1	P269	1	0.07	N145	4	44.48	5	Kebocoran Sedang
425	Pipa 1	P270	1	0.01	N297	4	44.51	5	Kebocoran Sedang
428	Pipa 1	P99	1	0.01	N80	4	47.22	5	Kebocoran Sedang
429	Pipa 6	P98	1	0.05	N256	4	47.24	5	Kebocoran Sedang
431	Pipa 6	P94	1	0.06	N75	4	47.42	5	Kebocoran Sedang
433	Pipa 6	P95	1	0	N256	4	47.24	5	Kebocoran Sedang
436	Pipa 1	P228	1	0.02	N268	4	44.08	5	Kebocoran Sedang
437	Pipa 4	P142	1	0	N269	4	45.16	5	Kebocoran Sedang
439	Pipa 0.5	P105	1	0.02	N261	4	47.21	5	Kebocoran Sedang
442	Pipa 1	P106	1	0.03	N80	4	47.22	5	Kebocoran Sedang
443	Pipa 1	P27	1	0.04	N152	4	45.29	5	Kebocoran Sedang
445	Pipa 1	P230	1	0.02	N153	4	44.96	5	Kebocoran Sedang
447	Pipa 1	P139	1	0.01	N153	4	44.96	5	Kebocoran Sedang
450	Pipa 6	P140	1	0.02	N269	4	45.16	5	Kebocoran Sedang
452	Pipa 6	P284	1	0.05	N80	4	47.22	5	Kebocoran Sedang
453	Pipa 6	P97	1	0	N88	4	47.21	5	Kebocoran Sedang
455	Pipa 1	P216	1	0.02	N257	4	46.78	5	Kebocoran Sedang
457	Pipa 4	P237	1	0.03	N289	4	45.08	5	Kebocoran Sedang
459	Pipa 4	P245	1	0.03	N136	4	45.07	5	Kebocoran Sedang
461	Pipa 2	P226	1	0	N127	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
463	Pipa 6	P225	1	0.04	N92	4	45.93	5	Kebocoran Sedang
465	Pipa 0.5	P290	1	0.02	N137	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
467	Pipa 4	P289	1	0	N289	4	45.08	5	Kebocoran Sedang
470	Pipa 0.5	P291	1	0.02	N137	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
471	Pipa 1	P292	1	0	N136	4	45.07	5	Kebocoran Sedang
474	Pipa 2	P271	1	0.02	N297	4	44.51	5	Kebocoran Sedang

475	Pipa 2	P133	1	0	N143	4	44.16	5	Kebocoran Sedang
478	Pipa 1.5	P131	1	0.01	N141	4	44.19	5	Kebocoran Sedang
480	Pipa 1.5	P130	1	0	N268	4	44.08	5	Kebocoran Sedang
482	Pipa 2	P132	1	0.01	N143	4	44.16	5	Kebocoran Sedang
483	Pipa 0.5	P129	1	0.02	N267	4	44.05	5	Kebocoran Sedang
485	Pipa 4	P128	1	0	N132	4	44.79	5	Kebocoran Sedang
487	Pipa 0.5	P24	1	0.02	N129	4	44.56	5	Kebocoran Sedang
489	Pipa 3	P101	1	0.01	N88	4	47.21	5	Kebocoran Sedang
491	Pipa 6	P141	1	0.02	N132	4	44.79	5	Kebocoran Sedang
493	Pipa 4	P244	1	0.03	N133	4	44.82	5	Kebocoran Sedang
495	Pipa 6	P127	1	0.02	N133	4	44.82	5	Kebocoran Sedang
498	Pipa 6	P227	1	0.04	N127	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
499	Pipa 3	P118	1	0	N128	4	44.37	5	Kebocoran Sedang
501	Pipa 6	P224	1	0.04	N128	4	44.37	5	Kebocoran Sedang
504	Pipa 1	P25	1	0.01	N134	4	45.34	5	Kebocoran Sedang
505	Pipa 2	P211	1	0.02	N76	4	46.17	5	Kebocoran Sedang
507	Pipa 0.5	P100	1	0.02	N83	4	45.82	5	Kebocoran Sedang
509	Pipa 1	P107	1	0.02	N261	4	47.21	5	Kebocoran Sedang
511	Pipa 0.75	P267	1	0.01	N296	4	45.24	5	Kebocoran Sedang
513	Pipa 1	P213	1	0	N83	4	45.82	5	Kebocoran Sedang
515	Pipa 6	P223	1	0.04	N126	4	45.35	5	Kebocoran Sedang
517	Pipa 0.5	P102	1	0.02	N259	4	45.44	5	Kebocoran Sedang
519	Pipa 1	P212	1	0.01	N259	4	45.44	5	Kebocoran Sedang
521	Pipa 0.5	P268	1	0.02	N296	4	45.24	5	Kebocoran Sedang
523	Pipa 3	P258	1	0	N126	4	45.35	5	Kebocoran Sedang
526	Pipa 3	P124	1	0.01	N114	4	44.38	5	Kebocoran Sedang
527	Pipa 0.5	P125	1	0.02	N120	4	44.8	5	Kebocoran Sedang
529	Pipa 1	P126	1	0.08	N265	4	44.39	5	Kebocoran Sedang
531	Pipa 2	P221	1	0.01	N114	4	44.38	5	Kebocoran Sedang
534	Pipa 0.5	P263	1	0.02	N294	4	44.96	5	Kebocoran Sedang
535	Pipa 1	P262	1	0.06	N120	4	44.8	5	Kebocoran Sedang
537	Pipa 0.75	P266	1	0.03	N295	4	45.25	5	Kebocoran Sedang
539	Pipa 1	P265	1	0.05	N294	4	44.96	5	Kebocoran Sedang
541	Pipa 2	P222	1	0	N118	4	44.78	5	Kebocoran Sedang
544	Pipa 1	P264	1	0.02	N295	4	45.25	5	Kebocoran Sedang
545	Pipa 0.5	P214	1	0.02	N85	4	45.44	5	Kebocoran Sedang
548	Pipa 0.5	P22	1	0.02	N110	4	44.85	5	Kebocoran Sedang
550	Pipa 0.5	P23	1	0.02	N122	4	45.25	5	Kebocoran Sedang
552	Pipa 3	P257	1	0.02	N113	4	44.05	5	Kebocoran Sedang
554	Pipa 1	P103	1	0.03	N260	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
555	Pipa 1	P209	1	0.04	N78	4	45.43	5	Kebocoran Sedang

558	Pipa 2	P210	1	0	N78	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
560	Pipa 1.5	P256	1	0.01	N118	4	44.78	5	Kebocoran Sedang
561	Pipa 1	P122	1	0.03	N113	4	44.05	5	Kebocoran Sedang
563	Pipa 0.75	P121	1	0.02	N109	3	43.26	4	Kebocoran Rendah
566	Pipa 1	P104	1	0.01	N260	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
567	Pipa 0.75	P123	1	0.01	N109	3	43.26	4	Kebocoran Rendah
570	Pipa 4	P219	1	0.02	N92	4	45.93	5	Kebocoran Sedang
571	Pipa 4	P217	1	0.02	N93	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
574	Pipa 4	P218	1	0.01	N93	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
575	Pipa 1	P117	1	0.01	N264	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
578	Pipa 1	P288	1	0.01	N264	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
580	Pipa 4	P220	1	0.02	N264	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
582	Pipa 1	P259	1	0.02	N115	4	44.34	5	Kebocoran Sedang
583	Pipa 1	P261	1	0.01	N293	4	44.51	5	Kebocoran Sedang
586	Pipa 0.5	P260	1	0.02	N293	4	44.51	5	Kebocoran Sedang
587	Pipa 3	P120	1	0.02	N108	3	43.27	4	Kebocoran Rendah
590	Pipa 1	P114	1	0.01	N263	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
591	Pipa 1	P115	1	0.01	N263	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
594	Pipa 2	P116	1	0.02	N96	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
596	Pipa 3	P119	1	0	N107	3	43.33	4	Kebocoran Rendah
597	Pipa 1	P113	1	0.02	N98	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
599	Pipa 2	P111	1	0.01	N101	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
602	Pipa 2	P112	1	0	N98	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
603	Pipa 2	P21	1	0	N103	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
606	Pipa 1	P109	1	0.01	N103	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
607	Pipa 6	P96	1	0	N257	4	46.78	5	Kebocoran Sedang
610	Pipa 2	P110	1	0.01	N101	4	45.38	5	Kebocoran Sedang
612	Pipa 3	P254	1	0	N292	3	41.87	4	Kebocoran Rendah
613	Pipa 3	P253	1	0.03	N105	3	42.53	4	Kebocoran Rendah
615	Pipa 3	P255	1	0.02	N292	3	41.87	4	Kebocoran Rendah
618	Pipa 6	P274	1	0.08	N243	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
619	Pipa 6	P293	1	0.02	N151	4	45.34	5	Kebocoran Sedang

Tabel 2 Klasifikasi Tingkat Kebocoran Air saat Aliran Minimum

ID	Layer	ID Pipa	Skor V	Velocity (l/s)	ID Node	Skor P	Pressure (m)	Skor Akhir	Klasifikasi
1	Pipa 2	P42	1	0	N206	3	39.01	4	Kebocoran Rendah
3	Pipa 2	P297	1	0	N206	3	39.01	4	Kebocoran Rendah
6	Pipa 1.5	P43	1	0	N204	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
8	Pipa 2	P298	1	0.01	N204	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
9	Pipa 2	P41	1	0.01	N203	3	39.09	4	Kebocoran Rendah
11	Pipa 2	P310	1	0	N302	4	45.32	5	Kebocoran Sedang
13	Pipa 1.5	P32	1	0	N173	3	39.11	4	Kebocoran Rendah
16	Pipa 1.5	P164	1	0	N173	3	39.11	4	Kebocoran Rendah
17	Pipa 1.5	P163	1	0.01	N178	3	39.11	4	Kebocoran Rendah
19	Pipa 1.5	P34	1	0	N178	3	39.11	4	Kebocoran Rendah
21	Pipa 1.5	P182	1	0	N210	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
23	Pipa 1	P181	1	0.01	N210	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
25	Pipa 1.5	P44	1	0.01	N211	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
27	Pipa 1.5	P165	1	0.02	N176	3	39.23	4	Kebocoran Rendah
29	Pipa 1.5	P33	1	0	N176	3	39.23	4	Kebocoran Rendah
31	Pipa 0.5	P193	1	0.01	N287	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
34	Pipa 2	P302	1	0	N286	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
35	Pipa 1	P196	1	0.01	N238	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
37	Pipa 2	P248	1	0.01	N238	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
40	Pipa 1.5	P247	1	0.02	N286	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
41	Pipa 2	P305	1	0.02	N235	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
43	Pipa 0.5	P35	1	0.01	N181	3	40.66	4	Kebocoran Rendah
45	Pipa 3	P309	1	0	N301	3	43.84	4	Kebocoran Rendah
47	Pipa 1.5	P180	1	0.01	N279	3	39.94	4	Kebocoran Rendah
50	Pipa 1	P40	1	0.01	N200	3	39.94	4	Kebocoran Rendah
52	Pipa 3	P183	1	0.01	N215	3	39.68	4	Kebocoran Rendah
53	Pipa 0.75	P188	1	0.01	N284	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
55	Pipa 6	P189	1	0.01	N279	3	39.94	4	Kebocoran Rendah
57	Pipa 3	P242	1	0.01	N280	3	39.68	4	Kebocoran Rendah
60	Pipa 2	P243	1	0.01	N227	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
62	Pipa 2	P190	1	0.01	N284	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
64	Pipa 1.5	P192	1	0.01	N287	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
65	Pipa 6	P195	1	0	N230	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
67	Pipa 1.5	P172	1	0	N277	3	42.72	4	Kebocoran Rendah
70	Pipa 2	P47	1	0.01	N230	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
71	Pipa 1.5	P170	1	0	N277	3	42.72	4	Kebocoran Rendah
74	Pipa 4	P308	1	0	N187	3	41.61	4	Kebocoran Rendah
75	Pipa 4	P304	1	0.01	N234	3	39.18	4	Kebocoran Rendah
78	Pipa 2	P275	1	0.01	N228	3	39.14	4	Kebocoran Rendah

79	Pipa 2	P276	1	0.01	N225	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
81	Pipa 6	P52	1	0.08	N1	4	51.91	5	Kebocoran Sedang
83	Pipa 0.5	P51	1	0.16	N240	4	51.9	5	Kebocoran Sedang
86	Pipa 4	P48	1	0	N235	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
87	Pipa 4	P296	1	0	N202	3	40.64	4	Kebocoran Rendah
89	Pipa 6	P179	1	0.01	N209	3	40.64	4	Kebocoran Rendah
92	Pipa 4	P177	1	0.02	N209	3	40.64	4	Kebocoran Rendah
94	Pipa 2	P191	1	0	N285	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
96	Pipa 4	P175	1	0.02	N202	3	40.64	4	Kebocoran Rendah
98	Pipa 0.75	P176	1	0.08	N169	3	40.64	4	Kebocoran Rendah
99	Pipa 1.5	P171	1	0.01	N184	3	41.71	4	Kebocoran Rendah
101	Pipa 1.5	P169	1	0	N184	3	41.71	4	Kebocoran Rendah
103	Pipa 2	P184	1	0.01	N280	3	39.68	4	Kebocoran Rendah
105	Pipa 0.5	P306	1	0.03	N187	3	41.61	4	Kebocoran Rendah
108	Pipa 1.5	P168	1	0.02	N180	3	41.46	4	Kebocoran Rendah
110	Pipa 1.5	P166	1	0.02	N180	3	41.46	4	Kebocoran Rendah
111	Pipa 2	P31	1	0	N170	3	41.37	4	Kebocoran Rendah
113	Pipa 1.5	P167	1	0.04	N175	3	41.02	4	Kebocoran Rendah
116	Pipa 4	P307	1	0	N170	3	41.37	4	Kebocoran Rendah
117	Pipa 1.5	P161	1	0	N276	3	41.57	4	Kebocoran Rendah
120	Pipa 0.5	P56	1	0.01	N242	4	51.72	5	Kebocoran Sedang
122	Pipa 0.75	P300	1	0.02	N225	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
123	Pipa 4	P174	1	0.01	N169	3	40.64	4	Kebocoran Rendah
126	Pipa 1	P299	1	0.01	N285	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
127	Pipa 0.5	P301	1	0.01	N300	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
130	Pipa 6	P178	1	0.02	N299	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
131	Pipa 4	P235	1	0	N278	3	40.91	4	Kebocoran Rendah
134	Pipa 6	P194	1	0	N234	3	39.18	4	Kebocoran Rendah
135	Pipa 4	P236	1	0.01	N214	3	40.64	4	Kebocoran Rendah
137	Pipa 0.5	P55	1	0.04	N241	4	51.73	5	Kebocoran Sedang
139	Pipa 0.5	P53	1	0.1	N5	4	51.89	5	Kebocoran Sedang
141	Pipa 4	P173	1	0.01	N278	3	40.91	4	Kebocoran Rendah
144	Pipa 4	P162	1	0	N175	3	41.02	4	Kebocoran Rendah
145	Pipa 1.5	P159	1	0.01	N275	3	41.14	4	Kebocoran Rendah
147	Pipa 4	P234	1	0.01	N275	3	41.14	4	Kebocoran Rendah
149	Pipa 4	P158	1	0.01	N274	3	41.26	4	Kebocoran Rendah
151	Pipa 1.5	P303	1	0.02	N229	3	39.14	4	Kebocoran Rendah
153	Pipa 1.5	P160	1	0	N276	3	41.57	4	Kebocoran Rendah
156	Pipa 0.5	P57	1	0.01	N242	4	51.72	5	Kebocoran Sedang
158	Pipa 1.5	P240	1	0.01	N282	3	39.44	4	Kebocoran Rendah
160	Pipa 1	P241	1	0.02	N220	3	39.68	4	Kebocoran Rendah

161	Pipa 1.5	P156	1	0.01	N274	3	41.26	4	Kebocoran Rendah
164	Pipa 0.5	P10	1	0.01	N27	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
165	Pipa 1	P39	1	0.01	N196	3	41.49	4	Kebocoran Rendah
168	Pipa 0.5	P273	1	0.04	N243	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
169	Pipa 6	P59	1	0.08	N240	4	51.9	5	Kebocoran Sedang
171	Pipa 1	P187	1	0.01	N222	3	40.42	4	Kebocoran Rendah
174	Pipa 0.5	P272	1	0.03	N243	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
175	Pipa 1	P186	1	0.01	N283	3	39.94	4	Kebocoran Rendah
177	Pipa 0.5	P58	1	0.01	N27	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
179	Pipa 0.5	P9	1	0.01	N24	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
181	Pipa 0.5	P54	1	0.04	N241	4	51.73	5	Kebocoran Sedang
184	Pipa 2	P238	1	0	N282	3	39.44	4	Kebocoran Rendah
185	Pipa 1	P246	1	0.01	N219	3	40.44	4	Kebocoran Rendah
188	Pipa 2	P239	1	0	N217	3	40.42	4	Kebocoran Rendah
189	Pipa 2	P185	1	0.01	N281	3	40.2	4	Kebocoran Rendah
191	Pipa 0.5	P60	1	0.06	N29	4	51.87	5	Kebocoran Sedang
194	Pipa 0.5	P11	1	0.01	N30	4	51.87	5	Kebocoran Sedang
196	Pipa 1	P46	1	0.01	N222	3	40.42	4	Kebocoran Rendah
198	Pipa 0.5	P283	1	0.01	N244	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
199	Pipa 0.5	P62	1	0.01	N244	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
202	Pipa 0.5	P63	1	0.04	N36	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
203	Pipa 6	P61	1	0.07	N29	4	51.87	5	Kebocoran Sedang
205	Pipa 0.5	P12	1	0.03	N30	4	51.87	5	Kebocoran Sedang
208	Pipa 0.5	P50	1	0.04	N5	4	51.89	5	Kebocoran Sedang
210	Pipa 0.5	P49	1	0.01	N6	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
211	Pipa 0.5	P3	1	0.01	N6	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
213	Pipa 0.75	P13	1	0.01	N32	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
216	Pipa 0.75	P1	1	0.02	N2	4	51.67	5	Kebocoran Sedang
218	Pipa 0.5	P2	1	0.01	N3	4	51.66	5	Kebocoran Sedang
220	Pipa 0.5	P4	1	0.01	N12	4	51.76	5	Kebocoran Sedang
221	Pipa 0.75	P277	1	0.02	N13	4	51.76	5	Kebocoran Sedang
224	Pipa 0.5	P249	1	0.01	N15	4	51.77	5	Kebocoran Sedang
225	Pipa 0.75	P278	1	0.04	N15	4	51.77	5	Kebocoran Sedang
228	Pipa 0.5	P78	1	0.01	N53	4	51.76	5	Kebocoran Sedang
230	Pipa 0.5	P6	1	0.01	N16	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
232	Pipa 0.75	P251	1	0.06	N291	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
233	Pipa 1	P250	1	0.06	N16	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
235	Pipa 0.5	P282	1	0.01	N20	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
238	Pipa 1	P281	1	0.07	N20	4	51.85	5	Kebocoran Sedang

239	Pipa 0.75	P8	1	0.01	N21	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
241	Pipa 6	P14	1	0.07	N36	4	51.86	5	Kebocoran Sedang
243	Pipa 1	P7	1	0.08	N21	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
245	Pipa 0.5	P16	1	0.01	N53	4	51.76	5	Kebocoran Sedang
248	Pipa 0.5	P279	1	0.01	N21	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
250	Pipa 0.5	P252	1	0.01	N18	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
251	Pipa 0.75	P5	1	0.01	N13	4	51.76	5	Kebocoran Sedang
253	Pipa 4	P157	1	0.01	N194	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
255	Pipa 2	P45	1	0	N217	3	40.42	4	Kebocoran Rendah
258	Pipa 0.5	P65	1	0.01	N246	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
260	Pipa 0.5	P67	1	0.01	N246	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
261	Pipa 6	P280	1	0.07	N21	4	51.85	5	Kebocoran Sedang
264	Pipa 0.5	P66	1	0.04	N247	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
266	Pipa 6	P64	1	0.07	N39	4	51.84	5	Kebocoran Sedang
268	Pipa 0.5	P74	1	0.1	N39	4	51.84	5	Kebocoran Sedang
269	Pipa 0.5	P71	1	0.07	N245	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
272	Pipa 0.5	P73	1	0.01	N245	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
273	Pipa 0.5	P200	1	0.01	N47	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
276	Pipa 0.5	P15	1	0.01	N49	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
277	Pipa 0.5	P77	1	0	N49	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
279	Pipa 0.5	P72	1	0.01	N249	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
282	Pipa 2	P38	1	0	N194	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
284	Pipa 0.5	P70	1	0.04	N245	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
286	Pipa 0.5	P69	1	0.01	N248	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
287	Pipa 6	P198	1	0.06	N247	4	51.83	5	Kebocoran Sedang
289	Pipa 6	P199	1	0.06	N44	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
292	Pipa 0.5	P202	1	0.04	N48	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
293	Pipa 6	P201	1	0.06	N47	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
296	Pipa 0.5	P205	1	0.04	N55	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
297	Pipa 6	P204	1	0.06	N48	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
300	Pipa 0.5	P197	1	0.04	N44	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
302	Pipa 0.5	P76	1	0.01	N250	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
303	Pipa 0.5	P68	1	0.01	N248	4	51.81	5	Kebocoran Sedang
306	Pipa 0.5	P79	1	0.01	N252	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
308	Pipa 6	P203	1	0.06	N55	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
310	Pipa 0.5	P75	1	0.01	N250	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
311	Pipa 4	P155	1	0.01	N272	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
313	Pipa 6	P80	1	0.06	N252	4	51.82	5	Kebocoran Sedang
315	Pipa 2	P88	1	0.02	N70	4	49.16	5	Kebocoran Sedang
317	Pipa 6	P19	1	0.06	N70	4	49.16	5	Kebocoran Sedang
319	Pipa 1	P81	1	0.04	N71	4	49.16	5	Kebocoran Sedang

321	Pipa 0.5	P154	1	0.01	N272	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
323	Pipa 0.5	P82	1	0.01	N69	4	49.16	5	Kebocoran Sedang
325	Pipa 4	P295	1	0.01	N191	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
328	Pipa 1	P17	1	0.01	N58	4	48.83	5	Kebocoran Sedang
329	Pipa 0.5	P37	1	0.01	N191	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
331	Pipa 3	P207	1	0.01	N254	4	49.14	5	Kebocoran Sedang
333	Pipa 2	P208	1	0.02	N57	4	48.59	5	Kebocoran Sedang
335	Pipa 2	P90	1	0	N255	4	48.54	5	Kebocoran Sedang
337	Pipa 2	P26	1	0	N149	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
339	Pipa 2	P137	1	0.01	N147	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
342	Pipa 2	P135	1	0	N147	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
343	Pipa 2	P138	1	0	N149	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
345	Pipa 2	P92	1	0.01	N255	4	48.54	5	Kebocoran Sedang
347	Pipa 2	P91	1	0.01	N61	4	48.32	5	Kebocoran Sedang
349	Pipa 1	P85	1	0.02	N69	4	49.16	5	Kebocoran Sedang
351	Pipa 1	P83	1	0.01	N253	4	48.31	5	Kebocoran Sedang
353	Pipa 4	P294	1	0.01	N273	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
356	Pipa 0.75	P143	1	0.01	N270	4	45.13	5	Kebocoran Sedang
357	Pipa 1	P144	1	0.01	N166	4	45.13	5	Kebocoran Sedang
359	Pipa 1	P30	1	0.01	N166	4	45.13	5	Kebocoran Sedang
361	Pipa 0.5	P153	1	0.01	N273	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
363	Pipa 2	P286	1	0.01	N61	4	48.32	5	Kebocoran Sedang
365	Pipa 1	P285	1	0.02	N63	4	47.89	5	Kebocoran Sedang
367	Pipa 4	P152	1	0.01	N273	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
369	Pipa 1	P151	1	0.09	N159	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
371	Pipa 1	P147	1	0.05	N152	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
373	Pipa 1	P36	1	0.01	N189	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
375	Pipa 2	P287	1	0	N63	4	47.89	5	Kebocoran Sedang
377	Pipa 1	P93	1	0.01	N64	4	47.89	5	Kebocoran Sedang
379	Pipa 4	P150	1	0.02	N157	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
381	Pipa 6	P89	1	0.06	N71	4	49.16	5	Kebocoran Sedang
383	Pipa 1	P233	1	0.03	N165	4	44.98	5	Kebocoran Sedang
386	Pipa 1	P149	1	0.01	N157	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
387	Pipa 2	P84	1	0	N253	4	48.31	5	Kebocoran Sedang
389	Pipa 0.5	P86	1	0.04	N75	4	47.47	5	Kebocoran Sedang
391	Pipa 0.5	P87	1	0.01	N72	4	47.43	5	Kebocoran Sedang
393	Pipa 0.5	P20	1	0.01	N72	4	47.43	5	Kebocoran Sedang
395	Pipa 1	P146	1	0.03	N189	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
397	Pipa 1	P231	1	0.04	N161	4	44.94	5	Kebocoran Sedang
399	Pipa 1	P145	1	0.01	N162	4	44.94	5	Kebocoran Sedang
401	Pipa 4	P28	1	0.01	N151	4	45.4	5	Kebocoran Sedang

403	Pipa 1	P229	1	0.03	N154	4	44.76	5	Kebocoran Sedang
406	Pipa 1	P206	1	0.01	N288	4	47.85	5	Kebocoran Sedang
407	Pipa 1.5	P215	1	0.01	N89	4	47.67	5	Kebocoran Sedang
409	Pipa 1	P29	1	0.01	N162	4	44.94	5	Kebocoran Sedang
411	Pipa 1	P18	1	0.01	N64	4	47.89	5	Kebocoran Sedang
413	Pipa 0.5	P232	1	0.01	N165	4	44.98	5	Kebocoran Sedang
416	Pipa 0.5	P148	1	0.01	N271	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
417	Pipa 1	P108	1	0.01	N262	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
419	Pipa 2	P136	1	0.01	N156	4	44.87	5	Kebocoran Sedang
422	Pipa 4	P134	1	0.01	N156	4	44.87	5	Kebocoran Sedang
424	Pipa 1	P269	1	0.06	N145	4	44.87	5	Kebocoran Sedang
425	Pipa 1	P270	1	0.01	N297	4	44.85	5	Kebocoran Sedang
428	Pipa 1	P99	1	0.01	N80	4	47.26	5	Kebocoran Sedang
429	Pipa 6	P98	1	0.05	N256	4	47.28	5	Kebocoran Sedang
431	Pipa 6	P94	1	0.05	N75	4	47.47	5	Kebocoran Sedang
433	Pipa 6	P95	1	0	N256	4	47.28	5	Kebocoran Sedang
436	Pipa 1	P228	1	0.02	N268	4	44.4	5	Kebocoran Sedang
437	Pipa 4	P142	1	0	N269	4	45.21	5	Kebocoran Sedang
439	Pipa 0.5	P105	1	0.01	N261	4	47.26	5	Kebocoran Sedang
442	Pipa 1	P106	1	0.03	N80	4	47.26	5	Kebocoran Sedang
443	Pipa 1	P27	1	0.03	N152	4	45.39	5	Kebocoran Sedang
445	Pipa 1	P230	1	0.02	N153	4	45.19	5	Kebocoran Sedang
447	Pipa 1	P139	1	0.01	N153	4	45.19	5	Kebocoran Sedang
450	Pipa 6	P140	1	0.02	N269	4	45.21	5	Kebocoran Sedang
452	Pipa 6	P284	1	0.05	N80	4	47.26	5	Kebocoran Sedang
453	Pipa 6	P97	1	0	N88	4	47.25	5	Kebocoran Sedang
455	Pipa 1	P216	1	0.02	N257	4	46.82	5	Kebocoran Sedang
457	Pipa 4	P237	1	0.02	N289	4	45.14	5	Kebocoran Sedang
459	Pipa 4	P245	1	0.03	N136	4	45.13	5	Kebocoran Sedang
461	Pipa 2	P226	1	0	N127	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
463	Pipa 6	P225	1	0.04	N92	4	45.98	5	Kebocoran Sedang
465	Pipa 0.5	P290	1	0.01	N137	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
467	Pipa 4	P289	1	0	N289	4	45.14	5	Kebocoran Sedang
470	Pipa 0.5	P291	1	0.02	N137	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
471	Pipa 1	P292	1	0	N136	4	45.13	5	Kebocoran Sedang
474	Pipa 2	P271	1	0.01	N297	4	44.85	5	Kebocoran Sedang
475	Pipa 2	P133	1	0	N143	4	44.49	5	Kebocoran Sedang
478	Pipa 1.5	P131	1	0.01	N141	4	44.52	5	Kebocoran Sedang
480	Pipa 1.5	P130	1	0	N268	4	44.4	5	Kebocoran Sedang
482	Pipa 2	P132	1	0.01	N143	4	44.49	5	Kebocoran Sedang
483	Pipa 0.5	P129	1	0.01	N267	4	44.36	5	Kebocoran Sedang
485	Pipa 4	P128	1	0	N132	4	44.84	5	Kebocoran Sedang

487	Pipa 0.5	P24	1	0.01	N129	4	44.61	5	Kebocoran Sedang
489	Pipa 3	P101	1	0.01	N88	4	47.25	5	Kebocoran Sedang
491	Pipa 6	P141	1	0.02	N132	4	44.84	5	Kebocoran Sedang
493	Pipa 4	P244	1	0.03	N133	4	44.87	5	Kebocoran Sedang
495	Pipa 6	P127	1	0.02	N133	4	44.87	5	Kebocoran Sedang
498	Pipa 6	P227	1	0.04	N127	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
499	Pipa 3	P118	1	0	N128	4	44.42	5	Kebocoran Sedang
501	Pipa 6	P224	1	0.04	N128	4	44.42	5	Kebocoran Sedang
504	Pipa 1	P25	1	0.01	N134	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
505	Pipa 2	P211	1	0.01	N76	4	46.21	5	Kebocoran Sedang
507	Pipa 0.5	P100	1	0.01	N83	4	45.87	5	Kebocoran Sedang
509	Pipa 1	P107	1	0.02	N261	4	47.26	5	Kebocoran Sedang
511	Pipa 0.75	P267	1	0.01	N296	4	45.31	5	Kebocoran Sedang
513	Pipa 1	P213	1	0	N83	4	45.87	5	Kebocoran Sedang
515	Pipa 6	P223	1	0.04	N126	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
517	Pipa 0.5	P102	1	0.01	N259	4	45.49	5	Kebocoran Sedang
519	Pipa 1	P212	1	0.01	N259	4	45.49	5	Kebocoran Sedang
521	Pipa 0.5	P268	1	0.01	N296	4	45.31	5	Kebocoran Sedang
523	Pipa 3	P258	1	0	N126	4	45.4	5	Kebocoran Sedang
526	Pipa 3	P124	1	0.01	N114	4	44.43	5	Kebocoran Sedang
527	Pipa 0.5	P125	1	0.01	N120	4	44.86	5	Kebocoran Sedang
529	Pipa 1	P126	1	0.07	N265	4	44.44	5	Kebocoran Sedang
531	Pipa 2	P221	1	0.01	N114	4	44.43	5	Kebocoran Sedang
534	Pipa 0.5	P263	1	0.01	N294	4	45.02	5	Kebocoran Sedang
535	Pipa 1	P262	1	0.06	N120	4	44.86	5	Kebocoran Sedang
537	Pipa 0.75	P266	1	0.03	N295	4	45.32	5	Kebocoran Sedang
539	Pipa 1	P265	1	0.04	N294	4	45.02	5	Kebocoran Sedang
541	Pipa 2	P222	1	0	N118	4	44.83	5	Kebocoran Sedang
544	Pipa 1	P264	1	0.01	N295	4	45.32	5	Kebocoran Sedang
545	Pipa 0.5	P214	1	0.01	N85	4	45.49	5	Kebocoran Sedang
548	Pipa 0.5	P22	1	0.01	N110	4	44.91	5	Kebocoran Sedang
550	Pipa 0.5	P23	1	0.01	N122	4	45.32	5	Kebocoran Sedang
552	Pipa 3	P257	1	0.02	N113	4	44.1	5	Kebocoran Sedang
554	Pipa 1	P103	1	0.02	N260	4	45.47	5	Kebocoran Sedang
555	Pipa 1	P209	1	0.04	N78	4	45.48	5	Kebocoran Sedang
558	Pipa 2	P210	1	0	N78	4	45.48	5	Kebocoran Sedang
560	Pipa 1.5	P256	1	0.01	N118	4	44.83	5	Kebocoran Sedang
561	Pipa 1	P122	1	0.03	N113	4	44.1	5	Kebocoran Sedang
563	Pipa 0.75	P121	1	0.02	N109	3	43.31	4	Kebocoran Rendah
566	Pipa 1	P104	1	0.01	N260	4	45.47	5	Kebocoran Sedang

567	Pipa 0.75	P123	1	0.01	N109	3	43.31	4	Kebocoran Rendah
570	Pipa 4	P219	1	0.02	N92	4	45.98	5	Kebocoran Sedang
571	Pipa 4	P217	1	0.02	N93	4	45.44	5	Kebocoran Sedang
574	Pipa 4	P218	1	0.01	N93	4	45.44	5	Kebocoran Sedang
575	Pipa 1	P117	1	0.01	N264	4	45.44	5	Kebocoran Sedang
578	Pipa 1	P288	1	0.01	N264	4	45.44	5	Kebocoran Sedang
580	Pipa 4	P220	1	0.02	N264	4	44.39	5	Kebocoran Sedang
582	Pipa 1	P259	1	0.02	N115	4	44.57	5	Kebocoran Sedang
583	Pipa 1	P261	1	0.01	N293	4	44.57	5	Kebocoran Sedang
586	Pipa 0.5	P260	1	0.01	N293	4	44.57	5	Kebocoran Rendah
587	Pipa 3	P120	1	0.02	N108	3	43.33	4	Kebocoran Sedang
590	Pipa 1	P114	1	0.01	N263	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
591	Pipa 1	P115	1	0.01	N263	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
594	Pipa 2	P116	1	0.02	N96	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
596	Pipa 3	P119	1	0	N107	3	43.39	4	Kebocoran Rendah
597	Pipa 1	P113	1	0.02	N98	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
599	Pipa 2	P111	1	0.01	N101	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
602	Pipa 2	P112	1	0	N98	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
603	Pipa 2	P21	1	0	N103	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
606	Pipa 1	P109	1	0.01	N103	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
607	Pipa 6	P96	1	0	N257	4	46.82	5	Kebocoran Sedang
610	Pipa 2	P110	1	0.01	N101	4	45.43	5	Kebocoran Sedang
612	Pipa 3	P254	1	0	N292	3	41.92	4	Kebocoran Rendah
613	Pipa 3	P253	1	0.02	N105	3	42.58	4	Kebocoran Rendah
615	Pipa 3	P255	1	0.02	N105	3	41.92	4	Kebocoran Rendah
618	Pipa 6	P274	1	0.02	N292	3	41.92	4	Kebocoran Sedang
619	Pipa 6	P293	1	0.07	N243	4	51.88	5	Kebocoran Sedang
				0.02	N151	4	45.4	5	Kebocoran Sedang

LAMPIRAN 7
KELUHAN PELANGGAN

Kelurahan	Tanggal	Alamat	Jenis Gangguan
Sumberejo	11/1/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa 1 inch bocor
	28/1/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa 1 inch bocor
	18/2/2017	Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	21/2/2017	Sumberejo	Meteran air bocor
	21/2/2017	Sumberejo	Meteran air bocor
	8/3/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Klem <i>saddle</i> buntu
	9/3/2017	Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	6/4/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> bocor
	9/4/2017	Sumberejo	Pipa 1 inch bocor
	21/4/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	6/5/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	9/5/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> bocor
	9/5/2017	Sumberejo	Meteran air bocor
	16/5/2017	Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	16/5/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	21/5/2017	Sumberejo	Pipa 6 inch bocor
	22/5/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> bocor
	16/6/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	17/6/2017	Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	17/6/2017	Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	1/7/2017	Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	15/7/2017	Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	18/7/2017	Sumberejo	Pipa 0,75 inch bocor
	16/8/2017	SD Sumberejo, Sumberejo	Pipa bocor
	18/8/2017	Sumberejo	Pipa bocor
	18/8/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa bocor
	21/8/2017	Sumberejo	Pipa 6 inch bocor
	4/9/2017	Sumberejo	Pipa 6 inch bocor
	12/9/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	14/9/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	17/9/2017	Nglego, Sumberejo	Klem <i>saddle</i> buntu
	17/9/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	18/9/2017	Nglego, Sumberejo	Klem <i>saddle</i> buntu
	19/9/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> bocor
	19/9/2017	Nglego, Sumberejo	Klem <i>saddle</i> buntu

	29/9/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	30/9/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> buntu
	30/9/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	1/10/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	2/10/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	3/10/2017	Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	6/10/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	7/10/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa bocor
	13/10/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	18/10/2017	Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	18/10/2017	Sumberejo	Pipa 1 inch bocor
	31/10/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Klem <i>saddle</i> bocor
	2/11/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	4/11/2017	Sumberejo	Pipa 0,5 inch bocor
	4/11/2017	Sumberejo	Pipa 1 inch bocor
	7/11/2017	Nglego, Sumberejo	Pipa bocor
	10/11/2017	Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	15/11/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> bocor
	18/11/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> buntu
	18/11/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> buntu
	23/11/2017	Sumberejo	Pipa 2 inch bocor
	4/12/2017	Sumberejo	Pipa bocor
	4/12/2017	Kedung jambu, Sumberejo	Pipa bocor
	5/12/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> bocor
	14/12/2017	Sumberejo	Klem <i>saddle</i> buntu
Kediren	4/1/2017	Ploso wetan, Kediren	Klem <i>saddle</i> bocor
	7/1/2017	Ploso kulon, Kediren	Klem <i>saddle</i> bocor
	7/1/2017	Ploso kulon, Kediren	Pipa bocor 2 inch
	14/1/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 4 inch bocor
	18/1/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	24/1/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa bocor
	5/3/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	8/3/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa bocor
	9/3/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa bocor
	14/3/2017	Ploso, Kediren	Pipa bocor
	14/3/2017	Ploso, Kediren	Klem <i>saddle</i> bocor
	14/3/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	6/4/2017	Ploso, Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	9/4/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	14/4/2017	Ploso wetan, Kediren	Klem <i>saddle</i> bocor

	23/4/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	23/4/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	26/5/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	10/6/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	18/6/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	4/7/2017	Kediren	Pipa 2 inch bocor
	19/7/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	3/9/2017	Ploso, Kediren	Pipa 4 inch bocor
	13/9/2017	Ploso, Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	13/9/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	15/9/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	15/9/2017	Ploso, Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	16/9/2017	Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	20/9/2017	Kediren	Klem <i>saddle</i> buntu
	21/9/2017	Kediren	Klem <i>saddle</i> bocor
	22/9/2017	Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	22/9/2017	Kediren	Pipa 2 inch bocor
	25/9/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 0,75 inch bocor
	4/10/2017	Ploso kulon, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	11/10/2017	Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	10/10/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	16/10/2017	Ploso, Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	16/10/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	31/10/2017	Kediren	Klem <i>saddle</i> bocor
	4/11/2017	Ploso, Kediren	Pipa bocor
	5/11/2017	Kediren	Pipa 0,5 inch bocor
	9/11/2017	Kediren	Klem <i>saddle</i> buntu
	21/11/2017	Tengklik, Kediren	Klem <i>saddle</i> buntu
	23/11/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	26/11/2017	Ploso kulon, Kediren	Klem <i>saddle</i> bocor
	5/12/2017	Ploso, Kediren	Klem <i>saddle</i> bocor
	10/12/2017	Ploso, Kediren	Pipa 2 inch bocor
Wulung	12/1/2017	Jl Mangga, Wulung	Pipa 1 inch bocor
	15/1/2017	Pasar kobong, Wulung	Pipa 1 inch bocor
	19/1/2017	Jl Ronggolawe, Wulung	Pipa 1 inch bocor
	29/1/2017	Jl Nangka, Wulung	Klem <i>saddle</i> bocor
	6/2/2017	Gang Pancasila, Wulung	Klem <i>saddle</i> bocor
	7/2/2017	Jl Ronggolawe, Wulung	Pipa 0,5 inch bocor
	8/2/2017	Jl Ronggolawe, Wulung	Pipa 0,5 inch bocor
	13/2/2017	Indomaret Wulung, Wulung	Klem <i>saddle</i> buntu

	2/3/2017	Jl Mangga, Wulung	Klem <i>saddle</i> buntu
	5/3/2017	Wulung	Klem <i>saddle</i> buntu
	10/3/2017	Jl Sumodipuro, Wulung	Pipa 1 inch bocor
	13/3/2017	Wulung	Pipa 1 inch bocor
	20/3/2017	Jl Ronggolawe, Wulung	Pipa 0,5 inch bocor
	12/4/2017	Wulung	Pipa 1 inch bocor
	14/4/2017	Jl Sumodipuro, Wulung	Pipa 0,5 inch bocor
	13/5/2017	Jl Nangka, Wulung	Klem <i>saddle</i> buntu
	13/5/2017	Jl Branjangan, Wulung	Pipa 0,5 inch bocor
	20/5/2017	Wulung	Pipa 4 inch bocor
	23/5/2017	Wulung	Pipa 4 inch bocor
	21/5/2017	Jl Nangka, Wulung	Klem <i>saddle</i> buntu
	4/6/2017	Jl Sumodipuro, Wulung	Pipa 1 inch bocor
	4/6/2017	Wulung	Pipa 4 inch bocor
	9/6/2017	Jl Branjangan, Wulung	Pipa 1 inch bocor
	19/6/2017	Pancasila, Wulung	Pipa 2 inch bocor
	20/6/2017	Jl Mangga, Wulung	Pipa 2 inch bocor
	1/7/2017	Jl Branjangan, Wulung	Pipa 1 inch bocor
	2/7/2017	Pasar kobong, Wulung	Pipa 0,75 inch bocor
	3/7/2017	Wulung	Pipa 4 inch bocor
	5/7/2017	Jl Nangka, Wulung	Pipa 2 inch bocor
	9/7/2017	Wulung	Pipa 4 inch bocor
	11/7/2017	Wulung	Pipa 6 inch bocor
	7/8/2017	Pasar kobong, Wulung	Pipa 0,75 inch bocor
	8/8/2017	Jl Sumodipuro, Wulung	Pipa bocor
	22/8/2017	Wulung	Pipa 4 inch bocor
	14/9/2017	Wulung	Pipa 4 inch bocor
	26/9/2017	Wulung	Klem <i>saddle</i> buntu
	17/10/2017	Jl Stasiun, Wulung	Pipa 2 inch bocor
	23/10/2017	Jl Blora, Wulung	Pipa 4 inch bocor
	1/11/2017	Jl Stasiun, Wulung	Pipa 0,5 inch bocor
	1/11/2017	Jl Stasiun, Wulung	Klem <i>saddle</i> buntu
	5/11/2017	Wulung	Pipa 4 inch bocor
	8/11/2017	Jl Sumodipuro, Wulung	Pipa 1 inch bocor
	14/11/2017	Jl Mangga, Wulung	Pipa 2 inch bocor
	15/11/2017	Jl Blora, Wulung	Pipa 0,5 inch bocor
	16/11/2017	Wulung	Klem <i>saddle</i> buntu
	1/12/2017	Wulung	Klem <i>saddle</i> bocor
	10/12/2017	Jl Sumodipuro, Wulung	Klem <i>saddle</i> bocor
	16/12/2017	Wulung	Pipa 3 inch bocor

	17/12/2017	Wulung	Pipa 3 inch bocor
	22/12/2017	Wulung	Pipa 3 inch bocor
Pilang	15/1/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	Klem <i>saddle</i> bocor
	9/2/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	Pipa 4 inch bocor
	3/3/2017	Pilang	Pipa 2 inch bocor
	20/3/2017	Pilang	Pencucian pipa bocor
	18/4/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	Pipa 0,5 inch bocor
	21/5/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	Klem <i>saddle</i> buntu
	7/6/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	<i>Valve</i> 4 inch rusak
	24/8/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	Klem <i>saddle</i> buntu
	5/9/2017	Pilang	Pipa 6 inch bocor
	16/9/2017	Pilang	Pipa 0,5 inch bocor
	28/9/2017	Pilang	Pipa 2 inch bocor
	8/10/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	Pipa 4 inch bocor
	22/10/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	Pipa 4 inch bocor
	20/11/2017	Pulo, Pilang	Pipa 0,5 inch bocor
	3/12/2017	Pilang	Klem <i>saddle</i> bocor
	3/12/2017	Jl Pilang-Menden, Pilang	Pipa 0,5 inch bocor
	9/12/2017	Pilang	Klem <i>saddle</i> bocor
	14/12/2017	Pulo, Pilang	Pipa 0,5 inch bocor
Randublatung	10/1/2017	Jl RSU, Randublatung	Pipa 1 inch bocor
	10/1/2017	Jl Ridwan, Randublatung	Pipa 2 inch bocor
	11/1/2017	Beran, Randublatung	Pipa 1 inch bocor
	12/1/2017	Polsek Randublatung, Randublatung	Pipa 1,5 inch bocor
	13/1/2017	Jl RSU, Randublatung	Pipa 3 inch bocor
	20/1/2017	Jl RSU, Randublatung	Pipa 1 inch bocor
	30/1/2017	Beran, Randublatung	Klem <i>saddle</i> buntu
	3/2/2017	Beran, Randublatung	Pipa 4 inch bocor
	10/2/2017	Polsek Randublatung, Randublatung	Pipa 4 inch bocor
	23/3/2017	Beran, Randublatung	Pipa 1 inch bocor
	7/4/2017	Jl Diponegoro, Randublatung	Pipa 1 inch bocor
	4/5/2017	Beran, Randublatung	Klem <i>saddle</i> bocor
	4/5/2017	Jl Diponegoro, Randublatung	Pipa 1 inch bocor
	12/5/2017	Jl RSU, Randublatung	Klem <i>saddle</i> bocor
	12/5/2017	Jl Diponegoro, Randublatung	Pipa 1 inch bocor
	24/5/2017	Gang Guru, Randublatung	Pipa 4 inch bocor
	26/5/2017	Ploso wetan, Kediren	Pipa 2 inch bocor
	2/6/2017	Jl Raya Randublatung, Randublatung	Pipa 4 inch bocor
	3/6/2017	Beran, Randublatung	Pipa 4 inch bocor

	22/6/2017	Polsek Randublatung, Randublatung	Klem <i>saddle</i> bocor
	10/7/2017	Beran, Randublatung	Pipa 4 inch bocor
	13/7/2017	Jl Raya Randublatung, Randublatung	Pipa 0,75 inch bocor
	14/7/2017	Jl Raya Randublatung, Randublatung	Pipa 3 inch bocor
	23/8/2017	Gang Guru, Randublatung	Pipa 4 inch bocor
	25/8/2017	Polsek Randublatung, Randublatung	Pipa 4 inch bocor
	10/9/2017	Jl Diponegoro, Randublatung	Klem <i>saddle</i> bocor
	6/11/2017	Polsek Randublatung, Randublatung	Pipa bocor
	8/11/2017	Beran, Randublatung	Pipa 1 inch bocor
	26/11/2017	Gang Dokaran, Randublatung	Pipa 2 inch bocor
	2/12/2017	Jl RSU, Randublatung	Klem <i>saddle</i> bocor
	11/12/2017	Jl Raya Randublatung, Randublatung	Pipa 2 inch bocor
	12/12/2017	Karangpace, Beran, Randublatung	Pipa 2 inch bocor
	13/12/2017	Jl Raya Randublatung, Randublatung	Pipa 3 inch bocor
	15/12/2017	Pasar pahing, Randublatung	Klem <i>saddle</i> bocor
	18/12/2017	Beran, Randublatung	Pipa 4 inch bocor
	23/12/2017	Gang Guru, Randublatung	Pipa 4 inch bocor

LAMPIRAN 8
DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN

LAMPIRAN 8
DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Gambar 1 *Watermeter Induk*



Gambar 2 *Gate Valve*



Gambar 3 *Air Valve*




Gambar 4 *Meter Tekanan*



Gambar 5 Pencucian Pipa




Gambar 6 Meter Air Pelanggan


CV. RESTU BUNDA Semarang, 19 D
 Jl. Tanggul Mas Timur VIII No. 300 Semarang 50177 PDAM Kabupa
 Telp. (024) 351 2636 HP. 085 640 93 7780 Jalan Jend. A
 Email : restubundasing@gmail.com Biora

SURAT JALAN No. 059/XII/SJ/RB/2017
 Form Perjualan : A063/XII-17

Kami kirimkan barang-barang tersebut di bawah ini dengan kendaraan No.

BANYAK- NYA	SATUAN	NAMA BARANG
1	UNIT	Deepwell Pump VANSAN
		Type VSP SS 06060/12
		Capacity 20 l/s
		Head 74 m
		SN 161221314
1	UNIT	Submersible Motor Type VSM 06/30
		Submersible Motor Power 22KW/380V/50Hz
		Rotation 2860 Rpm
		SN 22172318806
		c/w Joint kit (1set) & Connector (1set)

Tanda Terima


Gambar 7 Spesifikasi Pompa



Gambar 8 *Marking* Koordinat Pelanggan

LAMPIRAN 9
DOKUMEN PENELITIAN



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENANAMAN MODAL
DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU

Jalan Mgr. Sugiyopranoto Nomor 1 Semarang Kode Pos 50131 Telepon : 024 – 3547091, 3547438,
3541487 Faksimile 024-3549560 Laman <http://dpmpmsp.jatengprov.go.id> Surat Elektronik
dpmpmsp@jatengprov.go.id

REKOMENDASI PENELITIAN

NOMOR : 070/8205/04.5/2018

Dasar : 1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 07 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian ;
2. Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 72 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah ;
3. Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 18 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Terpadu Satu Pintu di Provinsi Jawa Tengah.

Memperhatikan : Surat Kepala Badan Kesatuan Bangsa Dan Politik Provinsi Jawa Timur Nomor : 070/9231/209.4/2018 Tanggal : 8 Oktober 2018 Perihal : Rekomendasi Penelitian/Survey/Kegiatan

Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah, memberikan rekomendasi kepada :

1. Nama : RESIYANA HANIFATUZZULFAH
2. Alamat : DUSUN JOMPONG RT 05 RW 04 DESA SUMBER KECAMATAN KRADENAN KABUPATEN BLORA
3. Pekerjaan : MAHASISWA

Untuk : Melakukan Penelitian dengan rincian sebagai berikut :

- a. Judul Proposal : PENGGUNAAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PEMETAAN TEMATIK UNTUK MENDETEKSI KEBOCORAN PIPA PDAM DI KABUPATEN BLORA
- b. Tempat / Lokasi : KABUPATEN BLORA
- c. Bidang Penelitian : FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
- d. Waktu Penelitian : 10 Oktober 2018 sampai 31 Januari 2019
- e. Penanggung Jawab : IR. DEDI KURNIA SUNARYO, M.T.
- f. Status Penelitian : Baru
- g. Anggota Peneliti : -
- h. Nama Lembaga : INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

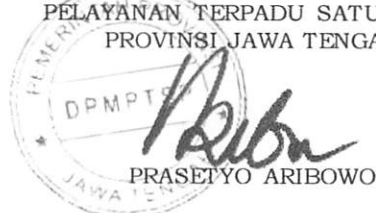
Ketentuan yang harus ditaati adalah :

- a. Sebelum melakukan kegiatan terlebih dahulu melaporkan kepada Pejabat setempat / Lembaga swasta yang akan di jadikan obyek lokasi;
- b. Pelaksanaan kegiatan dimaksud tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan pemerintahan;
- c. Setelah pelaksanaan kegiatan dimaksud selesai supaya menyerahkan hasilnya kepada Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah;
- d. Apabila masa berlaku Surat Rekomendasi ini sudah berakhir, sedang pelaksanaan kegiatan belum selesai, perpanjangan waktu harus diajukan kepada instansi pemohon dengan menyertakan hasil penelitian sebelumnya;
- e. Surat rekomendasi ini dapat diubah apabila di kemudian hari terdapat kekeliruan dan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Demikian rekomendasi ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Semarang, 09 Oktober 2018

KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN
PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
PROVINSI JAWA TENGAH





PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENANAMAN MODAL
DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU

Jalan Mgr. Sugiyopranoto Nomor 1 Semarang Kode Pos 50131 Telepon : 024 – 3547091, 3547438,
3541487 Faksimile 024-3549560 Laman <http://dpmpptsp.jatengprov.go.id> Surat Elektronik
dpmpptsp@jatengprov.go.id

Nomor : 070/9086/2018
Sifat : Biasa
Lampiran : 1 (Satu) Berkas
Perihal : Rekomendasi Penelitian


Semarang, 09 Oktober 2018

Kepada
Yth.
Bupati Blora U.p Kepala Kantor
Kesbangpol Kabupaten Blora

Dalam rangka memperlancar pelaksanaan kegiatan penelitian bersama ini terlampir disampaikan Penelitian Nomor 070/8205/04.5/2018 Tanggal 09 Oktober 2018 atas nama RESIYANA HANIFATUZZULFAH dengan judul proposal PENGGUNAAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PEMETAAN TEMATIK UNTUK MENDETEKSI KEBOCORAN PIPA PDAM DI KABUPATEN BLORA, untuk dapat ditindaklanjuti.

Demikian untuk menjadi maklum dan terimakasih.

KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN
PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
PROVINSI JAWA TENGAH


Dr. PRASETYO ARIBOWO, SH, Msoc, SC.
Pembina Utama Madya
NIP.19611115 198603 1 010

Tembusan :

1. Gubernur Jawa Tengah;
2. Kepala Badan Kesbangpol Provinsi Jawa Tengah;
3. Kepala Badan Kesatuan Bangsa Dan Politik Provinsi Jawa Timur;
4. RESIYANA HANIFATUZZULFAH



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK

JALAN PUTAT INDAH NO.1 TELP. (031) - 5677935, 5681297, 5675493
SURABAYA - (60189)

Surabaya, 8 Oktober 2018

Kepada

Nomor : 070/ 9231 / 209.4/ 2018
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Penhal : Penelitian/Survey/Research

Yth Gubernur Jawa Tengah
Cq Kepala Dinas Penanaman Modal dan PTSP
di
SEMARANG

Menunjuk surat : Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional
Malang

Nomor : ITN.190/25 skpipi/vi.ftsp/2018

Tanggal : 4 Oktober 2018

Bersama ini memberikan Rekomendasi kepada :

Nama : Resiyana Hanifatuzzulfa
Alamat : Dsn. Jompong RT 5 RW 4 Ds. Sumber, Kradenan Blora
Pekerjaan : Mahasiswa
Kebangsaan : Indonesia

bermaksud mengadakan penelitian/survey/research :

Judul : "Penggunaan Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan Tematik
untuk Mendeteksi Kebocoran Pipa PDAM di Kabupaten Blora"

Tujuan/bidang : Penelitian, skripsi / Teknik Sipil & Perencanaan

Dosen Pembimbing : Ir. Dedy Kurnia Sunaryo, MT

Peserta : -

Waktu : 3 bulan

Lokasi : Provinsi Jawa Tengah

Sehubungan dengan hal tersebut, diharapkan dukungan dan kerjasama pihak terkait untuk memberikan bantuan yang diperlukan. Adapun kepada peneliti agar memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Berkewajiban menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di daerah setempat;
2. Pelaksanaan penelitian/survey/research agar tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan keamanan dan ketertiban di daerah setempat;
3. Melaporkan hasil penelitian dan sejenisnya kepada Bakesbangpol Provinsi Jawa Timur.

Demikian untuk menjadi maklum.

a.n. KEPALA BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK



Tembusan :

Yth. 1. Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang di Malang;

2. Yang bersangkutan.

NIP. 19620116 198903 1 006



PEMERINTAH KABUPATEN BLORA
**BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH
(BAPPEDA)**

Jl. GOR No. 10 Telp. (0296)531827 Blora 58219

Website : bappeda.blorakab.go.id - email : bappeda@blorakab.go.id ; bappedablora@gmail.com

SURAT IJIN RISET/SURVEY

Nomor : 071 /217/X/2018

- I. **DASAR** : Peraturan Daerah Kabupaten Blora Nomor 11 Tahun 2016 tentang Pembentukan Organisasi Perangkat Daerah
- II. **MEMPERHATIKAN** : Surat dari Kantor Kesatuan Bangsa dan Politik Kabupaten Blora
Nomor : 070/185/X/2018
Tanggal : 11 Oktober 2018

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Blora bertindak atas nama Bupati Blora, menyatakan **TIDAK KEBERATAN** atas ijin Riset/Survey dalam wilayah Kabupaten Blora yang dilaksanakan oleh :

1. Nama : **RESIYANA HANIFATUZZULFAH.**
2. Pekerjaan : Mahasiswa
3. Alamat : Ds. Sumber RT 05 RW 04 Kec. Kradenanan Kab. Blora
4. Penanggung Jawab : **Ir. Dedi Kurnia Sunaryo, M.T**
5. Maksud / Tujuan : Penelitian dengan judul :
"Penggunaan Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan tematik untuk Mendeteksi Kebocoran Pipa PDAM di Kabupaten Blora."
6. Lokasi : PDAM, Bappeda, BPN Kabupaten Blora.
7. Peserta : -

dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a. Pelaksanaan Survey/Riset tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah.
- b. Sebelum melaksanakan Survey/Riset terlebih dahulu harus melapor kepada instansi terkait.
- c. Setelah Survey/Riset selesai supaya menyerahkan hasilnya ke BAPPEDA Kab. Blora.

III. Surat ijin Survey/Riset ini berlaku : **11 Oktober 2018 s.d 11 Januari 2018**

Dikeluarkan di : Blora
pada tanggal : 11 Oktober 2018

an. BUPATI BLORA
KEPALA BAPPEDA KAB. BLORA
Ub.

Sekretaris



IRFAN AGUSTIAN ISWANDARU, AP.,M.Si

Pembina Tingkat I

NIP. 19750804 199412 1 001

TEMBUSAN : Kepada Yth.

1. Bupati Blora sebagai Laporan;
2. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Blora;
3. Kepala BPPKAD Kab. Blora;
4. Kepala DINRUMKIMHUB Kab.Blora;
5. Kepala Kantor Kesbangpol Kabupaten Blora.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT BNI (PERSERO) MALANG
BAHUK NAGA MALANG

Kampus I Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417635 Fax (0341) 417634 Malang

Nomor ITN.10.190/25.SKRIPSI/VI FTSP/2018
Lampiran -
Perihal **Permohonan Data**

2 Oktober 2018

Kepada Yth : **Kepala Perusahaan Daerah Air Minum Kab. Blora**
Jl. Raya Rembang KM. 3.7
Blora

Di – Tempat

Dengan hormat,
Bersama ini kami mohon kebijaksanaan Bapak/Ibu agar mahasiswa kami dari Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Program Studi Teknik Geodesi (S1) Institut Teknologi Nasional Malang diijinkan **Untuk Memperoleh Data Penelitian Skripsi.**

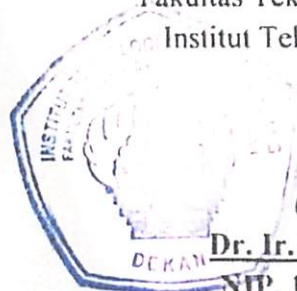
Perlu kami sampaikan bahwa data tersebut diatas akan digunakan oleh Mahasiswa/i kami sebagai data untuk penyusunan Laporan Skripsi dengan judul : **“ PENGGUNAAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PEMETAAN TEMATIK UNTUK MENDETEKSI KEBOCORAN PIPA PDAM DI KAB. BLORA “**

Adapun mahasiswa tersebut adalah :

Nama : **Resiyana Hanifatuzzulfa**
Nim : **1725906**

Demikian permohonan ini disampaikan, dan atas perhatian serta kerjasamanya kami sampaikan banyak terima kasih.

Dekan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang



Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT
NIP. 196702181993031002

