



**PEMETAAN SUMBER AIR DAN DESAIN JARINGAN PERPIPAAN  
DISTRIBUSI AIR BERSIH**

*(Studi Kasus di Dusun Galingan, Desa Sopet, Kecamatan Jangkar, Kabupaten  
Situbondo)*

**SKRIPSI**

Oleh

**Muhammad Enrico Naufaliano**

**NIM 151710201099**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PEMETAAN SUMBER AIR DAN DESAIN JARINGAN PERPIPAAN  
DISTRIBUSI AIR BERSIH**

*(Studi Kasus di Dusun Galingan, Desa Sopet, Kecamatan Jangkar, Kabupaten  
Situbondo)*

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi syarat melakukan penelitian untuk tugas akhir  
Program Jurusan Teknik Pertanian

Oleh

**Muhammad Enrico Naufaliano**

**NIM 151710201099**

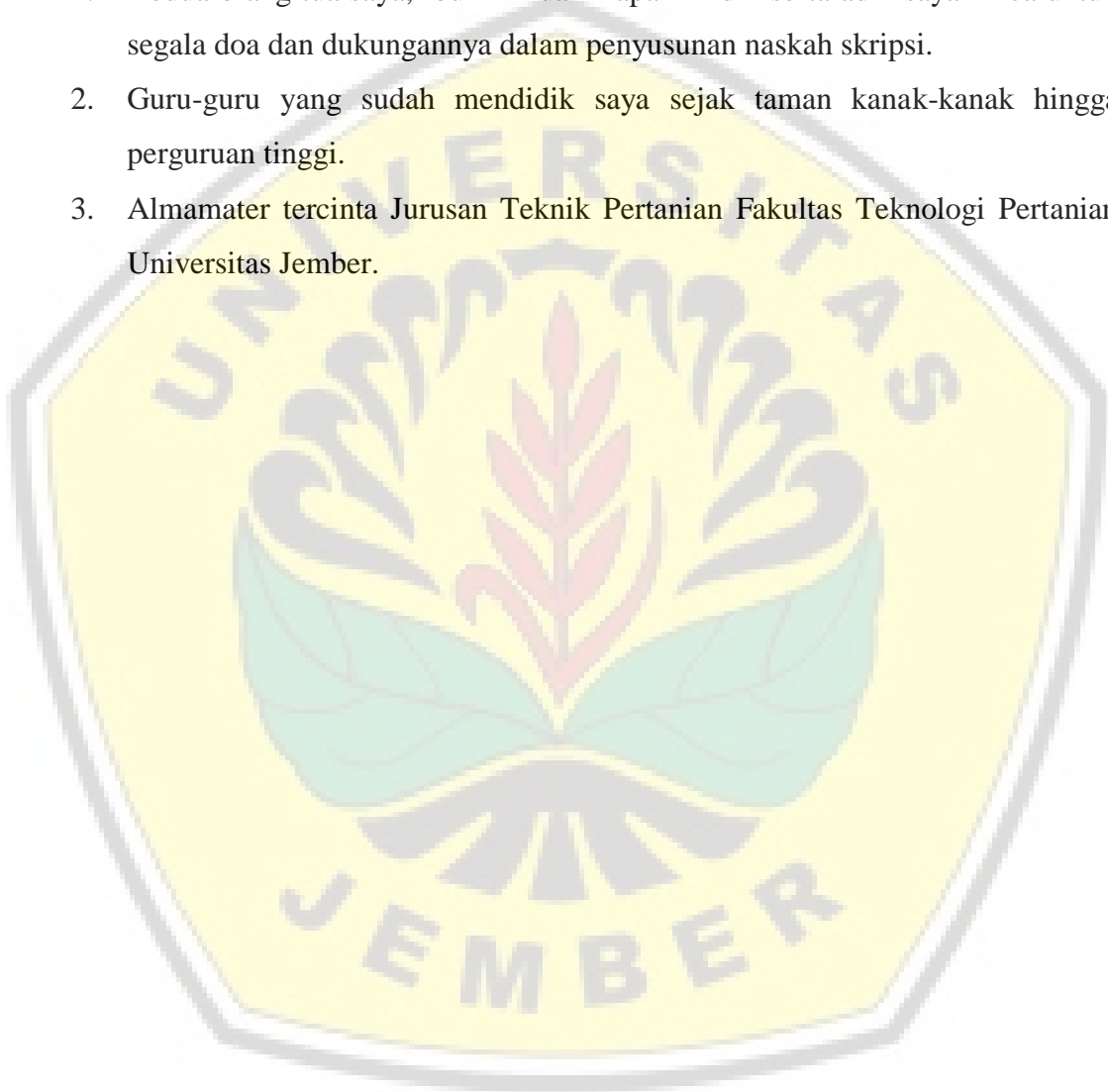
**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya yang tidak terkira kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ibu Erni dan Bapak Endin serta adik saya Erica untuk segala doa dan dukungannya dalam penyusunan naskah skripsi.
2. Guru-guru yang sudah mendidik saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
3. Almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



## MOTTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada

Tuhanmulah engkau berharap.\*)

(terjemahan Surah *Al – Insyirah*, 6 - 8)



---

\*)Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus Sunnah.

**PERNYATAAN**

Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Enrico Naufaliano

NIM : 151710201099

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemetaan Sumber Air dan Desain Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus di Dusun Galingan, Desa Sopet, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2020

Yang menyatakan,

Muhammad Enrico Naufaliano

NIM 151710201099

**SKRIPSI**

**PEMETAAN SUMBER AIR DAN DESAIN JARINGAN PERPIPAAN  
DISTRIBUSI AIR BERSIH**

*(Studi Kasus di Dusun Galingan, Desa Sopet, Kecamatan Jangkar, Kabupaten  
Situbondo)*



Oleh

**Muhammad Enrico Naufalio**

**NIM 151710201099**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pemetaan Sumber Air dan Desain Jaringan Perpipaan Air Bersih (*Studi Kasus di Dusun Galingan, Desa Sopot, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo*)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :  
Tanggal :  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

NIP.1970010 199512 1001

NIP.19721130 199903 2001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Elida Novita, S.T.P. M.T.

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D

NIP. 197311301999032001

NIP. 198410082008121002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng.

NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**PEMETAAN SUMBER AIR DAN DESAIN JARINGAN PERPIPAAN AIR BERSIH (Studi Kasus di Desa Sopet, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo);** Muhammad Enrico Naufalio; 151710201099; 2020; 40 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Jaringan distribusi air sangat dibutuhkan untuk memasok dan mendistribusikan air dari sumber ke rumah tangga, khususnya bagi masyarakat yang tinggal di Galingan. Galingan merupakan salah satu dusun di Sopet. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan sumber daya air dan jaringan distribusi air yang ada, (2) merancang jaringan distribusi air baru untuk Dusun Galingan, dan (3) mengevaluasi kelayakan desain jaringan distribusi air. Penelitian dilakukan di Desa Sopet. Sopet merupakan salah satu desa di Kecamatan Jangkar yang sering menghadapi permasalahan penyediaan dan distribusi air. Data yang digunakan untuk penelitian ini meliputi peta Google Earth, data titik GPS dari lokasi penelitian, sumber air, data debit, dan data populasi. Prosedur tersebut meliputi (1) inventarisasi data dan survei lapangan, (2) pemetaan jaringan distribusi air, (3) perhitungan penyediaan dan permintaan air, (4) desain dan evaluasi jaringan distribusi air baru. Dalam hal ini, EPANET digunakan untuk merancang dan mengevaluasi jaringan distribusi air. Q-GIS digunakan sebagai platform untuk pemetaan dan visualisasi. Data debit dari titik sumber daya air dan standar persyaratan air kebutuhan masyarakat untuk menghitung penyediaan dan permintaan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total permintaan air untuk dusun Galingan hanya 1.3614 liter/detik dan pasokan dari sumber daya air = 5,5 liter/detik, oleh karena itu air tersebut cukup tersedia untuk memenuhi permintaan air. Selanjutnya, evaluasi desain baru jaringan distribusi air menggunakan EPANET (tekanan dan kecepatan air) menunjukkan bahwa: (1) Epanet dan desain bekerja dengan baik, (2) Tekanan dan kecepatan aliran dalam simulasi Epanet telah memenuhi standar. Semua titik (persimpangan) menghasilkan rentang tekanan antara 17,87 hingga 79,28 psi dan rentang kecepatan aliran air antara 0,21 hingga 3,00 liter/detik.



## SUMMARY

**MAPPING OF WATER RESOURCES AND WATER DISTRIBUTION NETWORK DESIGN (Case Study in Sopet, Situbondo Regency);** Muhammad Enrico Naufaliano; 151710201099; 2020; 40 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

The water distribution network is urgently required to supply and to distribute water from the source to the populations house-holds, specifically for peoples who lived in Galingan. Galingan is one of the sub-village in Sopet. This study aims to: (1) maps water resources and existing water distribution network, (2) design new water distribution network for sub-village of Galingan, and (3) evaluating the feasibility of water distribution network design. The study conducted at Sopet. Sopet is one the village in Jangkar district that frequently faced to water allocation and distribution problem. The input data used for this study include Google Earth maps, GPS location data of objects, water source, discharges data, and population data. The procedure includes (1) data inventory and field survey, (2) mapping of water distribution network, (3) water supply and demand analysis, (4) design and evaluation of new-water distribution network. In this case, the EPANET use for design and evaluation of a water distribution network. The Q-GIS use as a platform for mapping and visualisation. The discharge data from the water resource point and standard water requirements for the community use to calculate water supply and demand. The results show that total water demand for the sub-village Galingan is only 1.3614 ls and the supply from the water resource = 5.5 ls, therefore the water is sufficiently available to meet the water demand. Furthermore, the evaluation of the new design of water distribution network using EPANET (based pressure and water velocity) show that : (1) Epanet and the design work correctly, (2) Pressure and flow velocity in the Epanet simulation have met the standard. All points (junctions) produce pressure range between 17.87 to 79.28 psi and water flow velocity range between 0.21 to 3.00 ls.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pemetaan Ddan Desain Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus di Desa Sopot, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Indarto, S. TP., DEA. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Elida Novita, S.T.P. M.T., selaku ketua penguji sekaligus yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
4. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D selaku anggota penguji yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.T.P., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;

8. Keluarga saya, Ibu Erni Sugiharti dan Bapak Endin Tafrioro serta adik saya Erica Safrina K yang selalu memberikan semangat dan doa setiap waktu;
9. Teman-teman TEP-A 2015 dan teman seangkatan 2015 atas motivasinya untuk selalu semangat dalam menyelesaikan skripsi;
10. TIM GIS 2015 yang telah berbagi pikiran tentang skripsi ini;
11. Teman-teman UKKM AGRITECHSHIP tempat bertemu keluarga baru dan berproses belajar *soft skill*;
12. Kontrakan Soleh yang memberikan motivasi untuk selalu semangat dan bahagia;
13. Danis Aprilia Neilasari yang telah mendampingi dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan skripsi;
14. Muhammad Yunnus W.U yang telah memberikan doa dan dukungan;
15. Feri Febrian A yang telah membantu memberikan masukan serta menemani dalam proses mengerjakan skripsi;
16. Pak Darsono, Pak Is dan Warga Desa Sopet yang telah membantu mendampingi dalam menyelesaikan penelitian;
17. Ismi Eka R yang telah memberi motivasi serta semangat;
18. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

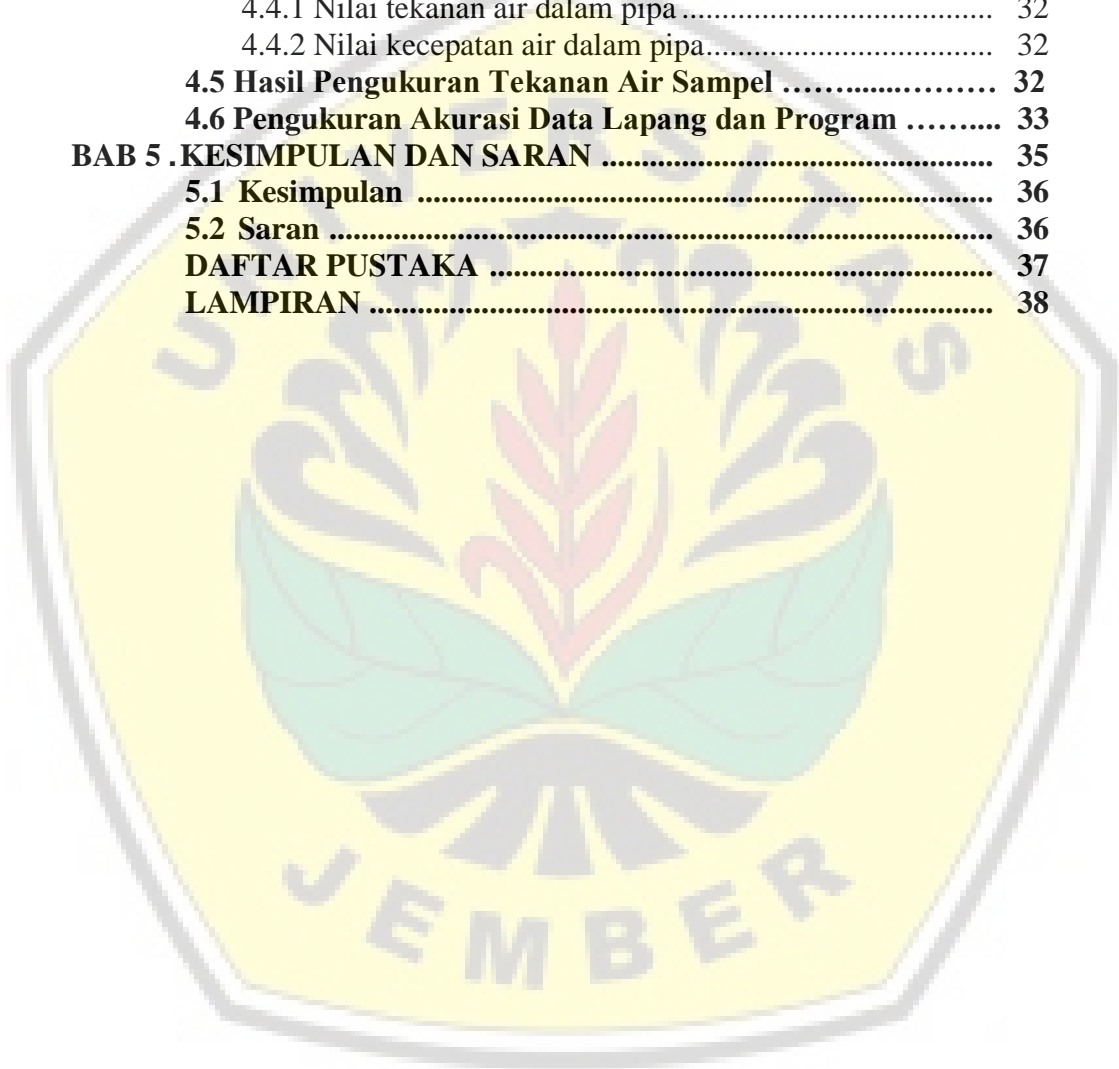
Jember, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

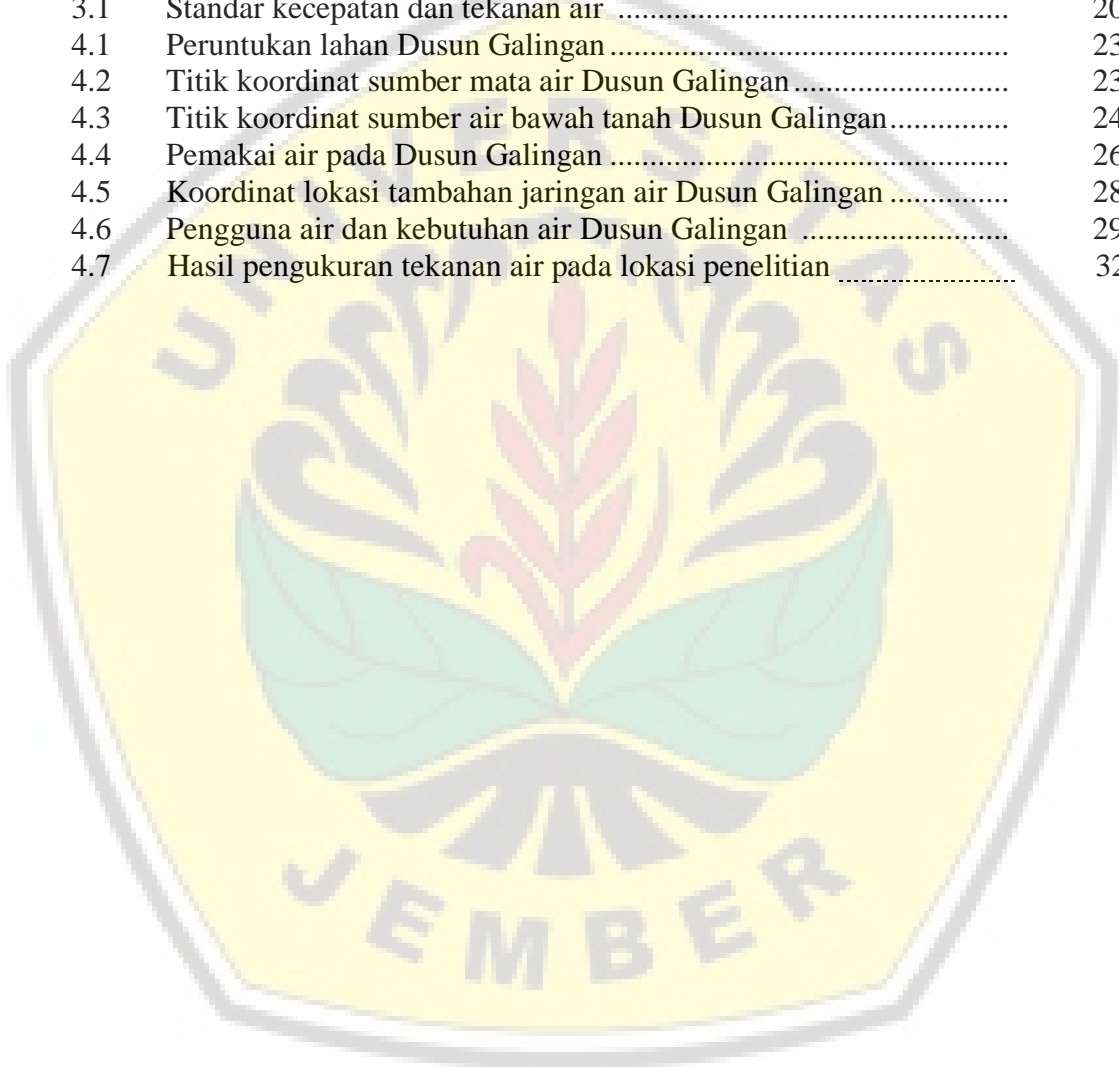
|  | Halaman     |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                               | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                         | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN MOTTO</b> .....                               | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....                          | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....                        | <b>vi</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                          | <b>vii</b>  |
| <b>RINGKASAN</b> .....                                   | <b>viii</b> |
| <b>SUMMARY</b> .....                                     | <b>ix</b>   |
| <b>PRAKATA</b> .....                                     | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                  | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                               | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                             | <b>xvi</b>  |
| <b>BAB 1 .PENDAHULUAN</b> .....                          | <b>1</b>    |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....                          | <b>2</b>    |
| <b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....                         | <b>2</b>    |
| <b>1.3 Batasan Masalah</b> .....                         | <b>2</b>    |
| <b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....                       | <b>2</b>    |
| <b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....                      | <b>2</b>    |
| <b>BAB 2 .TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                     | <b>4</b>    |
| <b>2.1 Mata A</b> .....                                  | <b>4</b>    |
| <b>2.2 Air Tanah</b> .....                               | <b>4</b>    |
| <b>2.3 Persyaratan Air Bersih</b> .....                  | <b>4</b>    |
| <b>2.4 Kebutuhan Air Domestik</b> .....                  | <b>7</b>    |
| <b>2.5 Kebutuhan Air Non Domestik</b> .....              | <b>7</b>    |
| <b>2.6 Jaringan Distribusi Air Perpipaan</b> .....       | <b>8</b>    |
| <b>2.7 Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih</b> ..... | <b>10</b>   |
| <b>BAB 3 .METODE PENELITIAN</b> .....                    | <b>11</b>   |
| <b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....             | <b>11</b>   |
| <b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....               | <b>12</b>   |
| <b>3.3 Prosedur Penelitian</b> .....                     | <b>12</b>   |
| 3.3.1 Survey lapang .....                                | <b>14</b>   |
| 3.3.2 Inventarisasi data .....                           | <b>14</b>   |
| 3.3.3 Pembuatan peta.....                                | <b>14</b>   |
| 3.3.4 Desain jaringan distribusi air.....                | <b>15</b>   |
| 3.3.5 Perhitungan kebutuhan air.....                     | <b>16</b>   |
| 3.3.6 Pengolahan data menggunakan simulasi Epanet.....   | <b>16</b>   |
| 3.3.7 Hasil running simulasi Epanet.....                 | <b>19</b>   |
| 3.3.8 Metode analisis data .....                         | <b>20</b>   |
| <b>BAB 4 .HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                 | <b>21</b>   |
| <b>4.1 Hasil Survey Lapangan</b> .....                   | <b>21</b>   |
| 4.1.1 Gambaran umum lokasi penelitian .....              | <b>21</b>   |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.1.2 Peruntukan lahan .....                                | 21        |
| 4.1.3 Sumber daya air .....                                 | 23        |
| 4.1.4 Pendistribusian air pada Dusun Galingan .....         | 26        |
| <b>4.2 Desain Pemetaan Jaringan Distribusi Air.....</b>     | <b>26</b> |
| <b>4.3 Perhitungan Kebutuhan Air .....</b>                  | <b>28</b> |
| 4.3.1 Jumlah pengguna air dan kebutuhan air .....           | 28        |
| 4.3.2 Perhitungan kebutuhan air total .....                 | 29        |
| <b>4.4 Simulasi Menggunakan EPANET .....</b>                | <b>30</b> |
| 4.4.1 Nilai tekanan air dalam pipa .....                    | 32        |
| 4.4.2 Nilai kecepatan air dalam pipa.....                   | 32        |
| <b>4.5 Hasil Pengukuran Tekanan Air Sampel .....</b>        | <b>32</b> |
| <b>4.6 Pengukuran Akurasi Data Lapang dan Program .....</b> | <b>33</b> |
| <b>BAB 5 . KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                   | <b>35</b> |
| <b>5.1 Kesimpulan .....</b>                                 | <b>36</b> |
| <b>5.2 Saran .....</b>                                      | <b>36</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                 | <b>37</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                       | <b>38</b> |



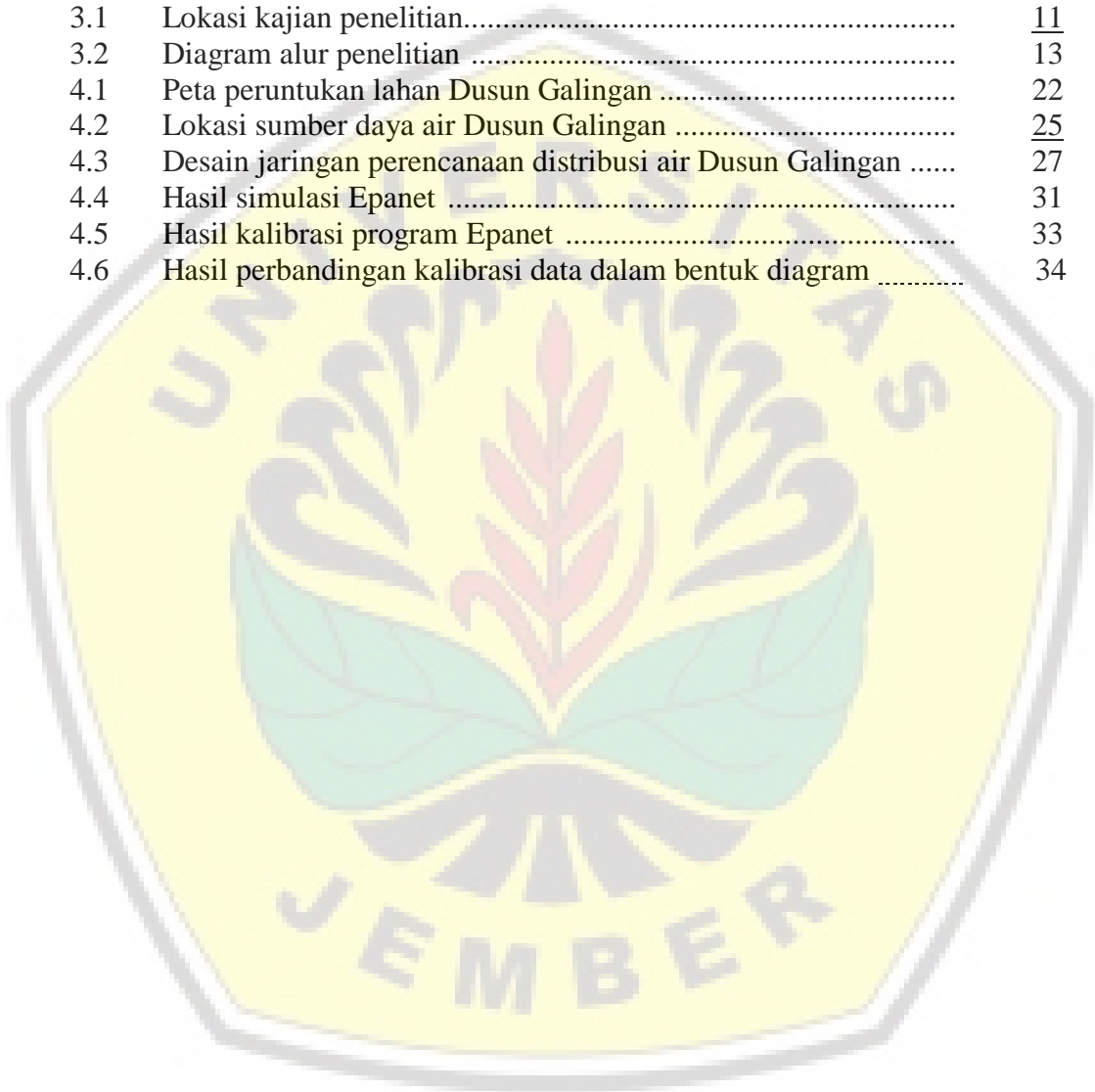
**BAB 1. DAFTAR TABEL**

|   | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Persyaratan air bersih .....                                | 5       |
| 2.1 Kriteria standart kebutuhan air domestik .....              | 7       |
| 2.2 Kebutuhan air non domestik kategori V (desa) .....          | 8       |
| 2.3 Kebutuhan air non domestik kategori I,II,III,IV (kota)..... | 8       |
| 3.1 Standar kecepatan dan tekanan air .....                     | 20      |
| 4.1 Peruntukan lahan Dusun Galingan .....                       | 23      |
| 4.2 Titik koordinat sumber mata air Dusun Galingan.....         | 23      |
| 4.3 Titik koordinat sumber air bawah tanah Dusun Galingan.....  | 24      |
| 4.4 Pemakai air pada Dusun Galingan .....                       | 26      |
| 4.5 Koordinat lokasi tambahan jaringan air Dusun Galingan ..... | 28      |
| 4.6 Pengguna air dan kebutuhan air Dusun Galingan .....         | 29      |
| 4.7 Hasil pengukuran tekanan air pada lokasi penelitian .....   | 32      |



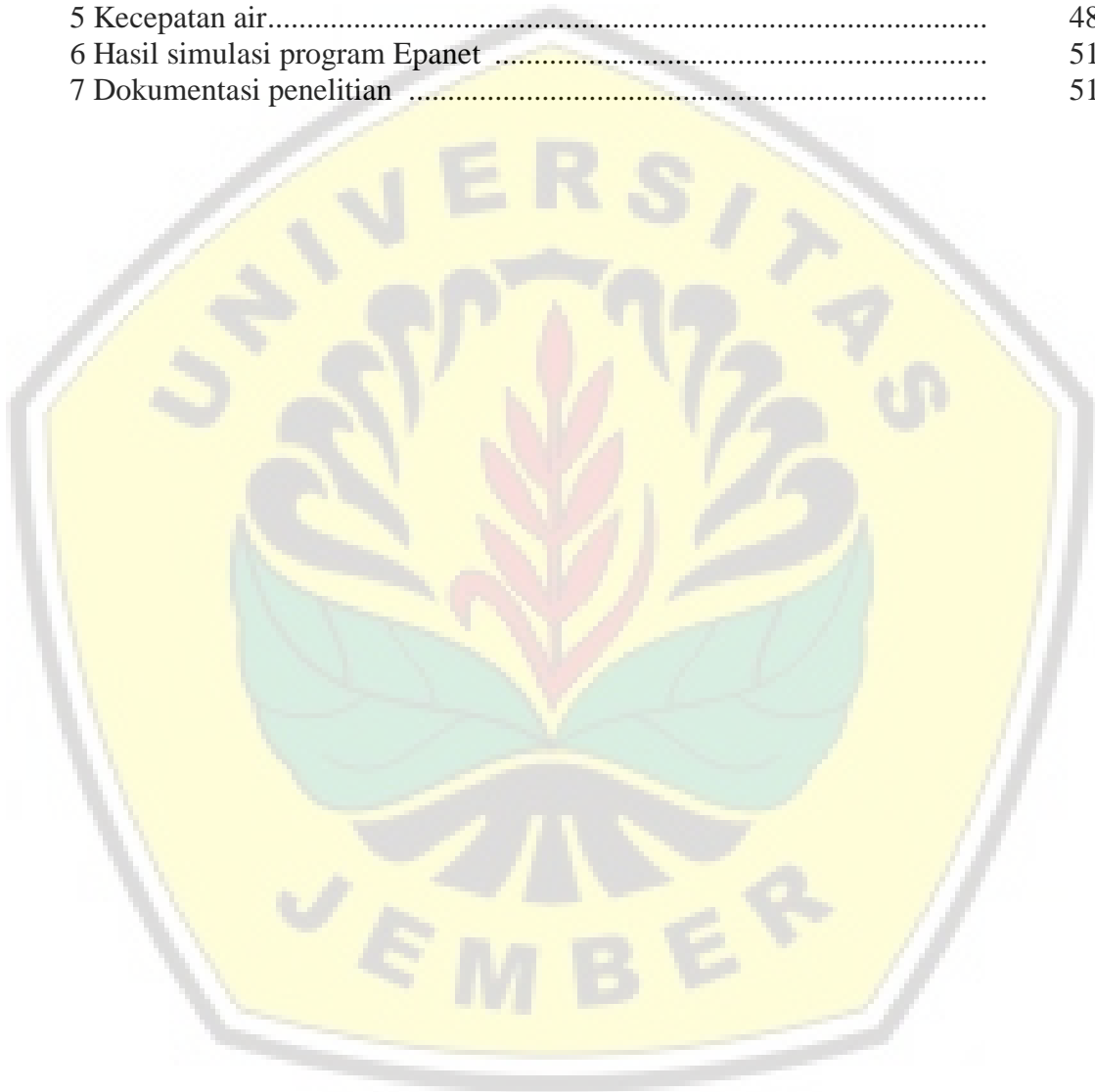
**BAB 2. DAFTAR GAMBAR**

|   | Halaman   |
|---|-----------|
| 2.1 Sistem pengaliran gravitasi .....                               | 9         |
| 2.2 Sistem pengaliran pemompaan .....                               | 9         |
| 2.3 Sistem pengaliran gabungan .....                                | 10        |
| 3.1 Lokasi kajian penelitian.....                                   | <u>11</u> |
| 3.2 Diagram alur penelitian .....                                   | 13        |
| 4.1 Peta peruntukan lahan Dusun Galingan .....                      | 22        |
| 4.2 Lokasi sumber daya air Dusun Galingan .....                     | <u>25</u> |
| 4.3 Desain jaringan perencanaan distribusi air Dusun Galingan ..... | 27        |
| 4.4 Hasil simulasi Epanet .....                                     | 31        |
| 4.5 Hasil kalibrasi program Epanet .....                            | 33        |
| 4.6 Hasil perbandingan kalibrasi data dalam bentuk diagram .....    | 34        |



**DAFTAR LAMPIRAN**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1 Lokasi penelitian .....             | 38 |
| 2 Pelanggan pemakai air .....         | 39 |
| 3 Kebutuhan air .....                 | 42 |
| 4 Tekanan air.....                    | 45 |
| 5 Kecepatan air.....                  | 48 |
| 6 Hasil simulasi program Epanet ..... | 51 |
| 7 Dokumentasi penelitian .....        | 51 |





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang sangat vital. Kegunaan air dalam kehidupan sangat beragam, baik untuk mandi, cuci dan minum. Kebutuhan air bersih pada masyarakat berbeda-beda untuk tiap tempat. Semakin banyak penduduk, semakin meningkat jumlah kebutuhan air. Hingga saat ini terdapat beberapa daerah yang memiliki permasalahan tentang persediaan air bersih yaitu masih terdapat rumah yang belum terdistribusi air bersih terutama pada daerah pedesaan. Salah satunya adalah Dusun Galingan yang merupakan salah satu dusun pada Desa Sopot, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Dusun Galingan memiliki luas wilayah 5,45 Km<sup>2</sup> dan memiliki jumlah penduduk 449 jiwa dengan kepadatan penduduk 69.87 orang/m<sup>2</sup>. Berdasarkan topografi Dusun Galingan termasuk ke dalam daerah dataran tinggi yang memiliki ketinggian berkisar 115 – 285 mdpl dengan kondisi wilayah berupa area perbukitan (Badan Pusat Statistik, 2019). Dusun Galingan memiliki dua jenis sumber air yang digunakan yaitu sumber mata air dan sumber air bawah tanah. Sumber mata air berasal dari Dusun Sukmailang. Sumber Mata Air Sukmailang memiliki debit air 5,5 liter/detik dan telah digunakan oleh Dusun Galingan selama 10 tahun. Selain mata air warga Dusun Galingan juga memiliki persediaan air bawah tanah. Sumber air bawah tanah terdapat dua kategori yaitu milik pribadi dan bantuan dari pemerintah. Sumber air bawah tanah digunakan untuk menambah ketersediaan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari penduduk. Kebutuhan air bersih yang dibutuhkan Dusun Galingan yaitu 0,7564 l/detik.

Permasalahan yang terjadi adalah terdapat rumah yang belum terlayani air bersih. Penyaluran air bersih yang berasal dari mata air sukmailang hanya mendistribusikan pada 138 rumah dan terdapat 44 rumah yang belum terdistribusi air bersih. Supaya kebutuhan air dapat terpenuhi maka diperlukan pemetaan sumber air untuk mengetahui lokasi sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai persediaan air pada Dusun Galingan dan mendesain jaringan distribusi sumber air yang dapat melayani seluruh rumah pada Dusun Galingan.

Perancangan jaringan distribusi penelitian ini menggunakan software Epanet yang merupakan aplikasi *open source* sehingga mudah untuk diakses. Epanet memiliki kemampuan menggambar simulasi jaringan perpipaan (Rossman, 2000: 1-2). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pemetaan dan perancangan distribusi air bersih di Dusun Galingan agar seluruh daerah layanan pada Dusun Galingan dapat terlayani.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil desain distribusi air perpipaan Dusun Galingan?
2. Bagaimana hasil perhitungan kebutuhan air Dusun Galingan melalui uji simulasi menggunakan *software* Epanet?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Wilayah kajian penelitian adalah Dusun Galingan, Desa Sopet, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
2. Data yang digunakan adalah data koordinat, debit, tekanan dan citra satelit *Google Earth* 2019
3. Rancangan simulasi jaringan distribusi air menggunakan *software* Epanet

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat desain rancangan jaringan distribusi air Dusun Galingan, Desa Sopet, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
2. Menghitung kebutuhan air Dusun Galingan menggunakan *software* Epanet.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi IPTEK, memberikan wawasan dan pengetahuan bagi peneliti mengenai perencanaan jaringan distribusi air menggunakan simulasi *software* epanet.

2. Bagi pemerintah, dapat dijadikan pertimbangan kebijakan dalam perancangan distribusi air bersih Dusun Galingan.
3. Bagi masyarakat, dapat dijadikan sebagai informasi jaringan distribusi air yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada Dusun Galingan.



## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Mata Air**

Mata air merupakan air yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Keluarnya air tersebut secara alami dan biasanya terletak di lereng-lereng gunung atau sepanjang tepi sungai. Sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sistem penyediaan air bersih, Dalam pengelolaan mata air seringkali dibuat bangunan Penangkap Mata Air (PMA) untuk melindungi mata air dari sumber pencemaran dan biasanya dilengkapi dengan bak penampung. Pada umumnya bangunan PMA dibangun dekat dengan lokasi keluarnya air dan berada pada ketinggian yang sesuai agar air dapat didistribusikan dengan baik (Sutrisno, 2004:19).

### **2.2 Air Tanah**

Air tanah adalah air hujan yang masuk ke dalam tanah dan meresap hingga lapisan bawahnya. Banyaknya air yang tertampung didalam tanah tergantung lapisan penangkap air dibawah tanah. Lapisan penangkap air tersebut disebut akuifer yang berupa pasir, kerikil atau batu gamping.

Seiring berjalannya waktu pori akuifer akan berada pada kondisi jenuh karena pengaruh gaya gravitasi. Bagian permukaan akuifer jenuh tersebut disebut muka air tanah atau permukaan freatik. Air akuifer tersebut umumnya bergerak perlahan menuju permukaan air bebas yang terdekat seperti danau, sungai atau laut (Wilson, 1993: 91)

### **2.3 Persyaratan Air Bersih**

Air bersih adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Peraturan Menteri Kesehatan, 1990). Persyaratan air bersih yang diperbolehkan sebagai air minum sehari-hari yaitu akan ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Persyaratan Air Bersih

| No.                       | Parameter                       | Satuan | Kadar maksimum | Keterangan   |
|---------------------------|---------------------------------|--------|----------------|--------------|
| <b>A. FISIKA</b>          |                                 |        |                |              |
| 1.                        | Bau                             | -      | -              | Tidak berbau |
| 2.                        | Jumlah zat padat terlarut (TDS) | Mg/L   | 1000           | -            |
| 3.                        | Kekeruhan                       | NTU    | 5              | -            |
| 4.                        | Rasa                            | -      | -              | Tidak berasa |
| 5.                        | Suhu                            | 0°C    | Suhu udara 3C  | -            |
| 6.                        | Warna                           | TCU    | 15             | -            |
| <b>B. KIMIA</b>           |                                 |        |                |              |
| <b>A. kimia anorganik</b> |                                 |        |                |              |
| 1.                        | Air raksa                       | mg/L   | 0,001          |              |
| 2.                        | Alumunium                       | mg/L   | 0,2            |              |
| 3.                        | Arsan                           | mg/L   | 0,05           |              |
| 4.                        | Bakium                          | mg/L   | 1,0            |              |
| 5.                        | Besi                            | mg/L   | 0,3            |              |
| 6.                        | Fluorida                        | mg/L   | 1,5            |              |
| 7.                        | Kadmium                         | mg/L   | 0,005          |              |
| 8.                        | Kesadahan (Caco3)               | mg/L   | 500            |              |
| 9.                        | Klorida                         | mg/L   | 250            |              |
| 10.                       | Kronium, Valensi 6              | mg/L   | 0,05           |              |
| 11.                       | Mangan                          | mg/L   | 0,1            |              |
| 12.                       | Natrium                         | mg/L   | 200            |              |
| 13.                       | Nitrat Sebagai N                | mg/L   | 10             |              |
| 14.                       | Nitrit Sebagai N                | mg/L   | 1,0            |              |
| 15.                       | Perak                           | mg/L   | 0,05           |              |
| 16.                       | Salenium                        | mg/L   | 0,01           |              |
| 17.                       | Seng                            | mg/L   | 5,0            |              |
| 18.                       | Sianida                         | mg/L   | 0,1            |              |
| 19.                       | Sulfat                          | mg/L   | 400            |              |
| 20.                       | Sulfide Sebagai H2S             | mg/L   | 0,05           |              |
| 21.                       | Tembaga                         | mg/L   | 1,0            |              |
| 22.                       | Timbal                          | mg/L   | 0,05           |              |
| <b>b. Kimia organik</b>   |                                 |        |                |              |

|     |                                   |      |         |
|-----|-----------------------------------|------|---------|
| 1.  | Aldrin dan dieldrin               | mg/L | 0,0007  |
| 2.  | benzena                           | mg/L | 0,01    |
| 3.  | Benzo (a) pyrene                  | mg/L | 0,00001 |
| 4.  | Chloroform (total isomer)         | mg/L | 0,0003  |
| 5.  | Chloroform                        | mg/L | 0,03    |
| 6.  | 2,4 D                             | mg/L | 0,10    |
| 7.  | DDT                               | mg/L | 0,03    |
| 8.  | detergen                          | mg/L | 0,05    |
| 9.  | 1,2 dichloroethene                | mg/L | 0,01    |
| 10. | 1.1 dichloroethene                | mg/L | 0,0003  |
| 11. | Heptachlor dan Heptachlor epoxide | mg/L | 0,003   |
| 12. | Hexachlorobenzena                 | mg/L | 0,00001 |
| 13. | Gamma-HCH (lindane)               | mg/L | 0,004   |
| 14. | Methoxychlor                      | mg/L | 0,03    |
| 15. | pentachloropenol                  | mg/L | 0,01    |
| 16. | Pestisida total                   | mg/L | 0,10    |
| 17. | 2.4.6-trichloropenol              | mg/L | 0,01    |
| 18. | Zat organic (KmnO4)               | mg/L | 10      |

#### c. Mikrobiologi

|    |                |        |   |  |
|----|----------------|--------|---|--|
| 1. | Koliform tinja | 100 ml | 0 |  |
| 2. | Total koliform | 100 ml | 0 | 95% dari sampel yang diperiksa selama setahun boleh ada 3 per 100 ml sample air, tetapi tidak berturut-turut |

#### d. Radio Aktivitas

|    |  |      |     |
|----|--|------|-----|
| 1. | Aktifitas alpha (Gross Alpha Activity) | Bg/L | 0,1 |
| 2. | Aktifitas beta (Gross Beta Activity)   | Bg/L | 1,0 |

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan

## 2.4 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan domestik dimaksudkan memberikan informasi standar untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga. Kebutuhan air domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk dan konsumsi. Jumlah penduduk yang akan dilayani menurut target tahapan perencanaan harus sesuai dengan rencana cakupan pelayanan. Begitu juga tingkat pemakaian air bersih diasumsikan tergantung pada kategori daerah dan jumlah penduduknya (Kodoatie dan Sjarief, 2008:174). Tabel 2.2 Kriteria standar kebutuhan air domestik menurut Peraturan Menteri Pekerja Umum tahun 2007.

Tabel 2.2 Kriteria Standar Kebutuhan Air Domestik

| No | Kategori Kota     | Jumlah Penduduk   | Penyediaan Air (L/org/hari) |    | Kehilangan | Faktor Jam Puncak |
|----|-------------------|-------------------|-----------------------------|----|------------|-------------------|
|    |                   |                   | SR                          | HU |            |                   |
| 1  | Kota Metropolitan | > 1.000.000       | 190                         | 30 | 20%        | 1,5               |
| 2  | Kota Besar        | 500.000-1.000.000 | 170                         | 30 | 20%        | 1,5               |
| 3  | Kota Sedang       | 100.000-500.000   | 130                         | 30 | 20%        | 1,5               |
| 4  | Kota Kecil        | 20.000-100.000    | 100                         | 30 | 20%        | 1,5               |
| 5  | Ibukota Kecamatan | < 20.000          | 80                          | 30 | 20%        | 1,5               |
| 6  | Desa              | 3.000-10.000      | 80                          | 30 | 20%        | 1,5               |

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2007.

## 2.5 Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan air non domestik meliputi pemanfaatan komersial, kebutuhan institusi dan kebutuhan industri. Kebutuhan institusi antara lain meliputi sekolah, rumah sakit, gedung pemerintah, tempat ibadah dan lain-lain. Kebutuhan air domestik bergantung pada perubahan tata guna lahan dan populasi (Kodoatie dan Sjarief, 2008:175). Menurut Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerja Umum (2007) kebutuhan air non domestik dibedakan menjadi 5 kategori berdasarkan jumlah populasi (penduduk).

- 1) Kategori I (kota Metropolitan), jumlah penduduk lebih dari 1 juta jiwa (>1.000.000)
- 2) Kategori II (kota besar), jumlah penduduk 500 ribu sampai dengan 1 juta jiwa (500.000-1.000.000)

- 3) Kategori III (kota sedang), jumlah penduduk 100 ribu sampai dengan 500 ribu (100.000-500.000)
- 4) Kategori IV (kota kecil), jumlah penduduk 20 ribu sampai dengan 100 ribu (20.000-100.000)
- 5) Kategori V (desa), jumlah penduduk kurang dari 20 ribu (<20.000)

Tabel 2.4 menunjukkan kriteria standar kebutuhan air non domestik untuk kota kategori I, II, III, IV dan Tabel 2.2 menunjukkan kriteria standar kebutuhan air non domestik untuk kategori V (desa).

Tabel 2.3 Kebutuhan air non domestik untuk kategori V ( desa )

| Sektor               | Nilai | Satuan            |
|----------------------|-------|-------------------|
| Sekolah              | 10    | liter/murid/hari  |
| Rumah Sakit          | 200   | liter/bed/hari    |
| Puskesmas            | 1200  | liter/unit/hari   |
| Masjid               | 3000  | liter/unit/hari   |
| Mushola              | 2000  | liter/unit/hari   |
| Pasar                | 12000 | liter/hektar/hari |
| Komersial / Industri | 10    | liter/hari        |

Sumber : Peraturan Menteri Pekerja Umum, 2007.

Tabel 2.4 Kebutuhan air non domestik untuk kota kategori I, II, III, IV

| Sektor             | Nilai     | Satuan                  |
|--------------------|-----------|-------------------------|
| Sekolah            | 10        | liter/murid/hari        |
| Rumah Sakit        | 200       | liter/bed/hari          |
| Puskesmas          | 2000      | liter/unit/hari         |
| Masjid             | 3000      | liter/unit/hari         |
| Kantor             | 10        | liter/pegawai/hari      |
| Pasar              | 12000     | liter/hektar/hari       |
| Hotel              | 150       | liter/bed/hari          |
| Rumah Makan        | 100       | liter/tempat duduk/hari |
| Komplek Militer    | 60        | liter/orang/hari        |
| Kawasan Industri   | 0,2 - 0,8 | liter/detik/hektar      |
| Kawasan Pariwisata | 0,1 - 0,3 | liter/detik/hektar      |

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2007.

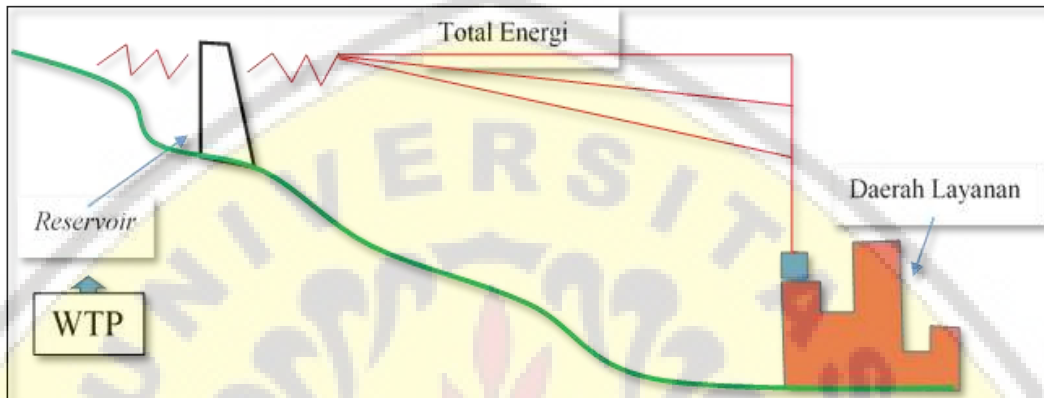
## 2.6 Jaringan Distribusi Air Perpipaan

Pipa adalah saluran tertutup yang berpenampang lingkaran dan mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh. Sistem pendistribusian air melalui pipa kepada konsumen bergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Terdapat berbagai metode atau cara mengalirkan distribusi air (Triatmodjo, 1996:25).

- a. Cara gravitasi



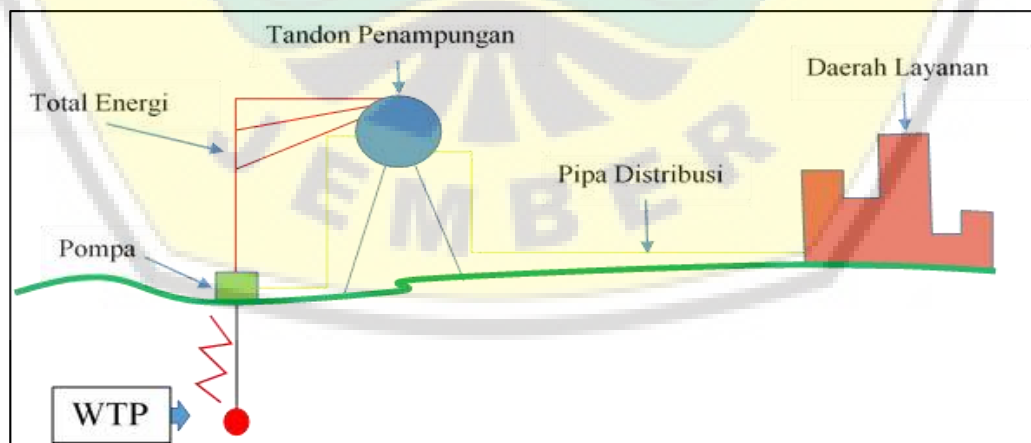
Metode gravitasi merupakan digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi (Peavy *et al.*, 1985).



Gambar 2.1 Sistem pengaliran gravitasi

b. Cara pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup (Peavy *et al.*, 1985).

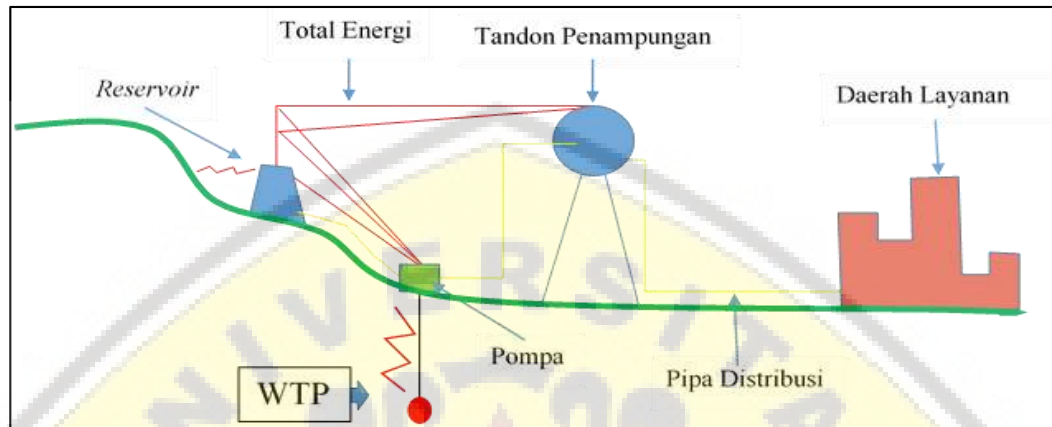


Gambar 2.2 Sistem pengaliran pemompaan

c. Cara gabungan

Pada cara gabungan, *reservoir* digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat,

misalnya saat terjadi kebakaran atau tidak adanya energi. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam *reservoir* distribusi (Peavy *et al.*, 1985).



Gambar 2.3 Sistem pengaliran gabungan

## 2.7 Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih

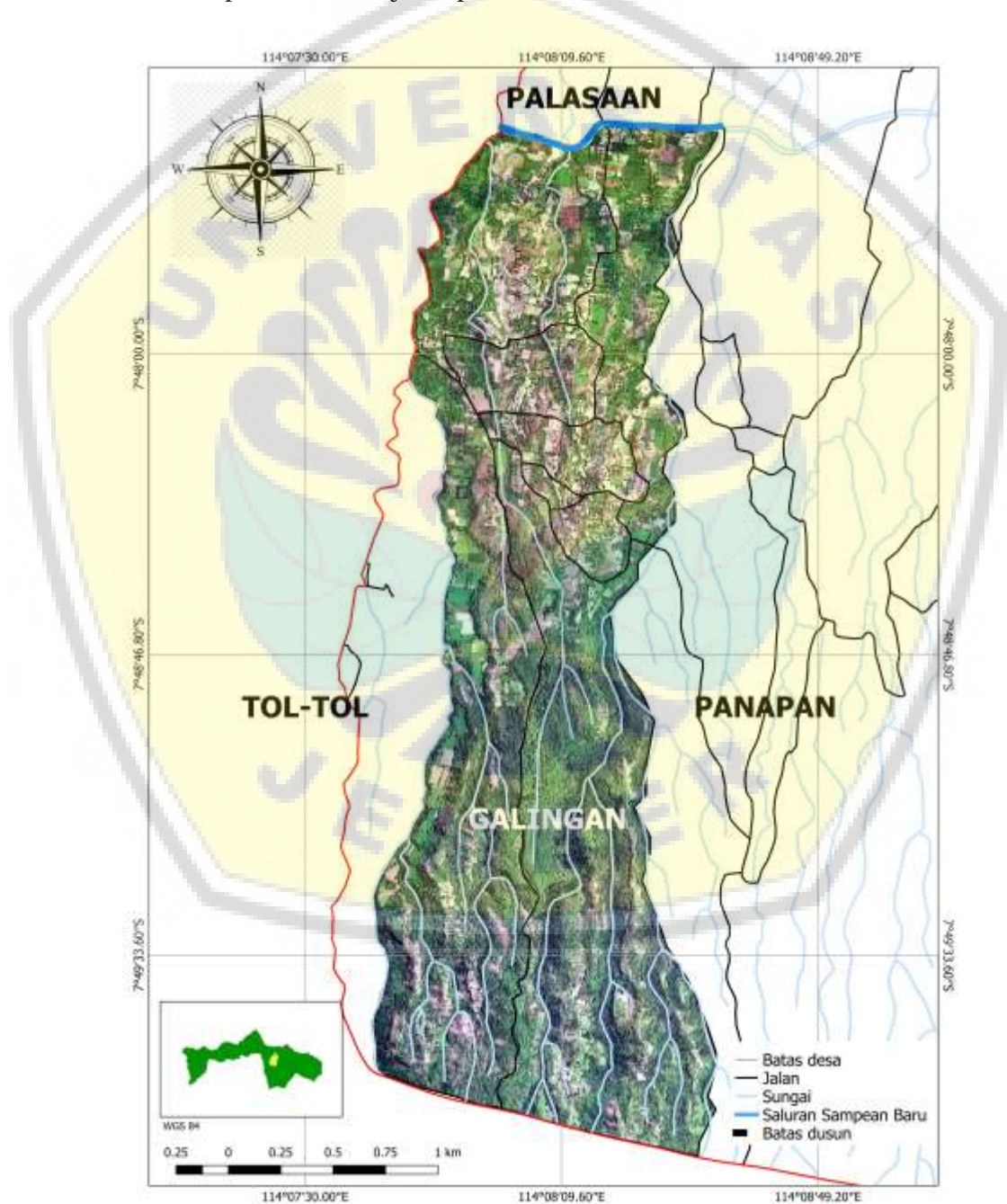
Beberapa program komputer yang dapat digunakan sebagai alat rekayasa dan perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih diantaranya adalah program *Loops*, *Wadiso*, *Epanet 1.1*, *Epanet 2.0*, *WaterCAD*, dan *Water Net*. Dalam penelitian ini *software* yang digunakan adalah *Epanet*.

*Epanet* adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir didalam jaringan pipa. Jaringan tersebut terdiri dari pipa, node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir. Kelebihan aplikasi *Epanet* yaitu dapat diunduh oleh umum (*open source*) dan *Epanet* dapat membuat desain jaringan distribusi air bersih. Kelemahan aplikasi *Epanet* yaitu tidak dapat menganalisa kandungan air (kimia, biologi dan fisika) pada jaringan distribusi air dan tidak dapat menganalisa kebutuhan biaya total dari hulu ke hilir pada pembuatan jaringan baru (Rossman, 2000:1). *Epanet* pada saat ini digunakan sebagai program untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air di pipa distribusi, dasar analisis dan berbagai macam sistem distribusi, detail desai, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya, menentukan alternatif strategis manajemen dalam sistem jaringan pipa distribusi air bersih.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Dusun Galingan, Desa Sopet, Kecamatan Jangkar, Kabupaten Situbondo. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2019. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Kajian Penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

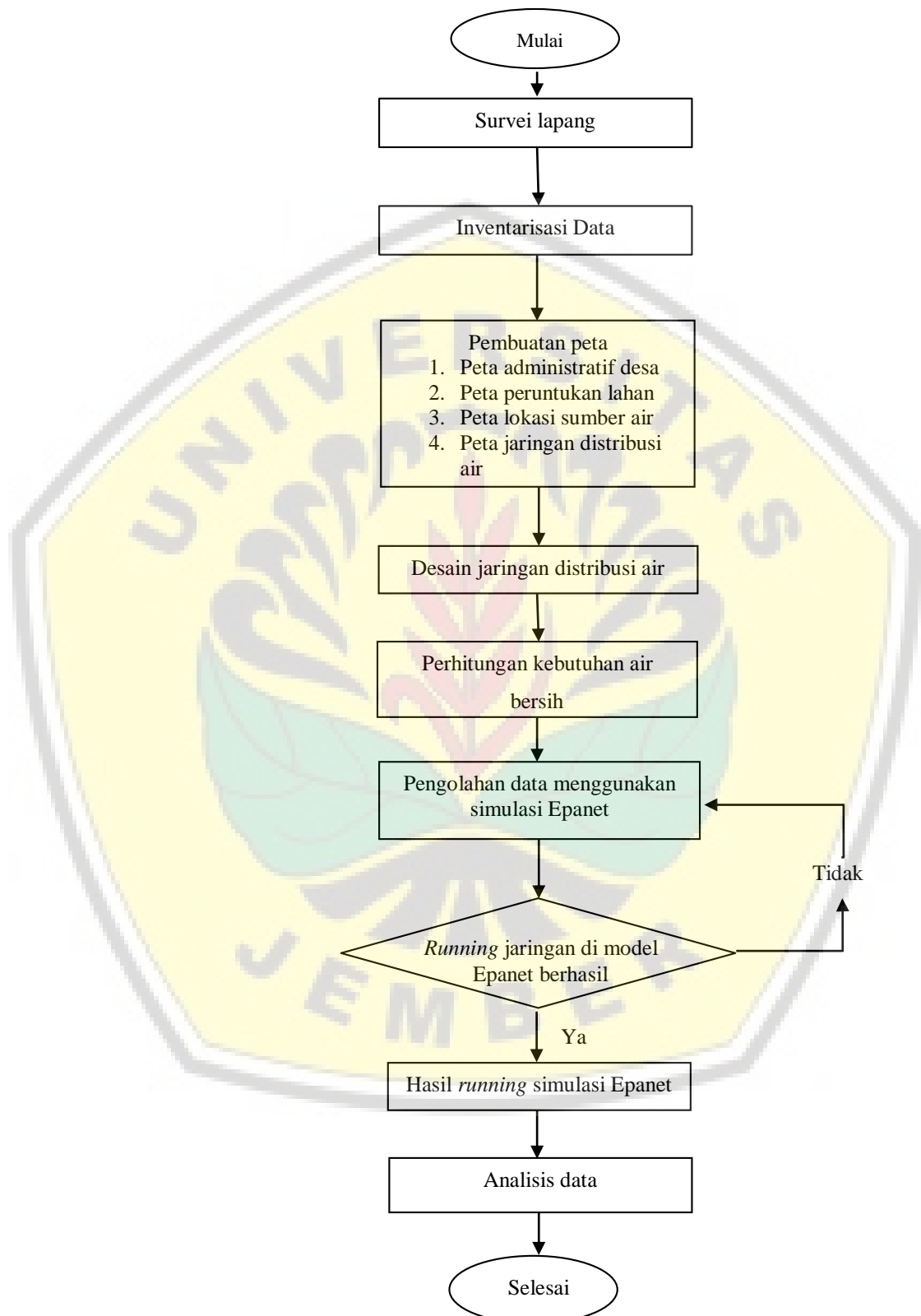
1. Stopwatch, digunakan untuk menunjukkan lama laju debit air yang keluar.
2. *Global positioning system* (GPS), digunakan untuk menunjukkan titik kordinat sumber air dan lokasi daerah layanan.
3. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume air.
4. Kamera, digunakan untuk dokumentasi visual kegiatan penelitian.
5. Manometer, digunakan untuk mengukur tekanan air.
6. Komputer, digunakan untuk proses pengolahan data dan pembuatan peta.
7. *Software Quantum Gis* , digunakan untuk pengolahan data pemetaan dan pembuatan layout.
8. *Software Epanet*, digunakan untuk membuat desain perancangan pipa saluran distribusi air.

Bahan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data Primer
  - a. Titik koordinat sumber air
  - b. Titik koordinat daerah layanan
  - c. Debit air
2. Data Skunder
  - a. Profil Desa Sopet (Jumlah penduduk, Luas wilayah, dan sebagainya) diunduh dari website <https://situbondokab.bps.go.id/>.
  - b. Data citra satelit *Google Earth*  
Data citra satelit Google Earth diunduh melalui software EGMD
  - c. Data vector batas dusun, batas desa, batas kecamatan, jalan, jaringan sungai, topografi wilayah

### 3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan diagram alir prosedur penelitian yang disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

### 3.3.1 Survey Lapang

Survei lapang dilakukan untuk mengetahui tempat penelitian. Survei wilayah ini diharapkan dapat menghasilkan data yang mencukupi apa yang dibutuhkan dalam penelitian.

### 3.3.2 Inventarisasi Data

Inventarisasi data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data profil Desa Sopot, citra satelit, DEMNAS, data debit dan tekanan air. Data citra satelit menggunakan *Google Earth* 2019, data DEMNAS dan profil desa diunduh dari *website*. Pengambilan data tekanan air dengan alat *manometer* yang diukur melalui lubang *junction*. Pengukuran tekanan dapat juga dilakukan dengan menggunakan persamaan Bernoulli yaitu hubungan antara perubahan tekanan dan kecepatan dinyatakan sebagai berikut :

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

P = Tekanan

$\rho$  = Massa jenis fluida

v = Kecepatan aliran fluida

g = Percepatan gravitasi

h = Tinggi tabung alir/pipa dari permukaan tanah

### 3.3.3 Pembuatan Peta

Data yang diperoleh selanjutnya dikumpulkan, kemudian dikelola di perangkat komputer dengan menggunakan *software Quantum GIS*. Peta yang dibuat meliputi peta administrasi desa, peta peruntukan lahan, peta lokasi sumber daya air dan peta jaringan distribusi air

### 3.3.4 Desain Jaringan Distribusi Air

Pembuatan desain rancangan jaringan distribusi air menggunakan aplikasi *QGIS* dengan rancangan dasar jaringan yang telah ada di lapang. Desain jaringan yang sudah ada kemudian ditambah dengan pembuatan desain jaringan baru dengan menambahkan sumber air dan daerah layanan yang membutuhkan air.

### 3.3.5 Perhitungan Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air digunakan untuk perhitungan debit sumber air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada daerah layanan. Debit air



dikatakan dapat memenuhi kebutuhan daerah layanan jika ketersediaan sumber air melebihi kebutuhan air. Berikut merupakan cara menganalisis kebutuhan air.

a. Pengukuran debit

Debit adalah volume fluida yang mengalir melewati suatu penampang dalam selang waktu tertentu. Pengukuran debit air dilakukan untuk mengetahui jumlah ketersediaan air yang terdapat pada sumber air. Perhitungan debit air dapat dilakukan menggunakan Persamaan 3.1 (Rohman, 2009).

$$Q \text{ (l/detik)} = V/t$$

Keterangan:

Q = debit air

V = volume air

t = waktu

c. Kebutuhan air

Data kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik dan non domestik.

Perhitungan untuk menghitung kebutuhan air sebagai berikut.

Q kebutuhan air (liter/hari) = Jumlah Jiwa x Standar Kebutuhan Air

Q kehilangan = 20% x Q Kebutuhan air

Q total kebutuhan air (liter/detik)

= (Q total air baku + Q kehilangan) x f puncak

### 3.3.6 Pengolahan Data Menggunakan Simulasi Epanet

*Running software* Epanet berfungsi untuk menganalisis jaringan distribusi air bersih. Langkah-langkah menganalisis menggunakan *software* Epanet secara umum dijelaskan sebagai berikut (Rossman, 2000). Langkah pertama yaitu membuka program dan setting program, Membuat gambar model jaringan desain perpipaan dan selanjutnya mengisi data *reservoir*, *tank*, *pipes* dan *node*.

### 3.3.7 Hasil *Running* Simulasi Menggunakan Epanet

Setelah semuanya komponen telah di isi langkah selanjutnya adalah menguji keberhasilan distribusi air bersih dari *reservoir*. Apabila desain jaringan dapat dijalankan maka muncul tulisan "*run succesful*" dengan menampilkan dan mengevaluasi data sesuai dengan standar. Keterangan warna pada pressure 0-25 berwarna biru tua, 25-50 berwarna biru muda, 50-75 berwarna hijau, 75-100

berwarna kuning, >100 berwarna merah. Keterangan warna pada Velocity yaitu 0-0,01 berwarna biru tua, 0,01-0,10 berwarna biru muda, 0,10-1,00 berwarna hijau, 1,00-2,00 berwarna kuning, >2,00 berwarna merah.

### 3.3.8 Metode Analisis Data

Parameter yang digunakan yaitu standar parameter sesuai dengan standar program pada model Epanet. Parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi secara teknis jaringan distribusi air baku untuk air minum berdasarkan elevasi, debit, kecepatan dan tekanan saat perancangan dibuat. Standar parameter kecepatan dan tekanan dapat dilihat pada Tabel 3.1 menyajikan standar kecepatan dan tekanan air berikut.

Tabel. 3.1 Standar kecepatan dan tekanan air

| No | Uraian                      | Notasi | Kriteria    |
|----|-----------------------------|--------|-------------|
| 1  | Kecepatan aliran dalam pipa |        |             |
|    | a. Kecepatan minimum        | V min  | 0,2 m/detik |
|    | b. Kecepatan maksimum       | V maks | 3,0 m/detik |
| 2  | Tekanan air dalam pipa      |        |             |
|    | a. Tekanan minimum          | H min  | 10 psi      |
|    | b. Tekanan maksimum         | H Maks | 80 psi      |

Sumber : Rossman (2000).

Standar tekanan air dalam pipa yang harus dipenuhi dalam suatu jaringan distribusi air bersih antara 10 psi dan 80 psi. Standar kecepatan air dalam pipa yang harus dipenuhi antara 0,2 m/detik sampai 3 m/detik.

Data tekanan dan kecepatan aliran yang dihasilkan pada program Epanet 2.0 perlu diuji tingkat keakuratannya. Pada penelitian ini, untuk mengukur tingkat akurasi antara data lapang dan program menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE merupakan metode untuk mengestimasi besarnya kesalahan antara data hasil program Epanet 2.0 dengan data lapang.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Perancangan sistem jaringan perpipaan distribusi air berhasil dijalankan menggunakan aplikasi Epanet dengan standar nilai tekanan 0,2 – 3,0 psi dan kecepatan air 10 – 80 m/detik.
2. Kebutuhan air total Dusun Galingan untuk bangunan rumah adalah 0,3734 l/detik, mushola 0,1665 l/detik, masjid 0,0408 l/detik dan sd 0,0056 l/detik. Total kebutuhan air yang diperlukan untuk Dusun Galingan yaitu 0,7035 l/detik. Debit sumber air yang tersedia yaitu 5,5 l/detik, jadi debit air yang tersedia mampu memenuhi kebutuhan air pada Dusun Galingan.

### 5.2 Saran

Desa Sopet memiliki beberapa potensi sumber air yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, Oleh karena itu perlu dilakukan pengoptimalan pemanfaatan sumber air dengan perencanaan perancangan distribusi baru, diharapkan dengan penambahan sumber air dan jaringan distribusi air dapat memenuhi kebutuhan air bersih pada Dusun Galingan.

## DAFTAR PUSTAKA

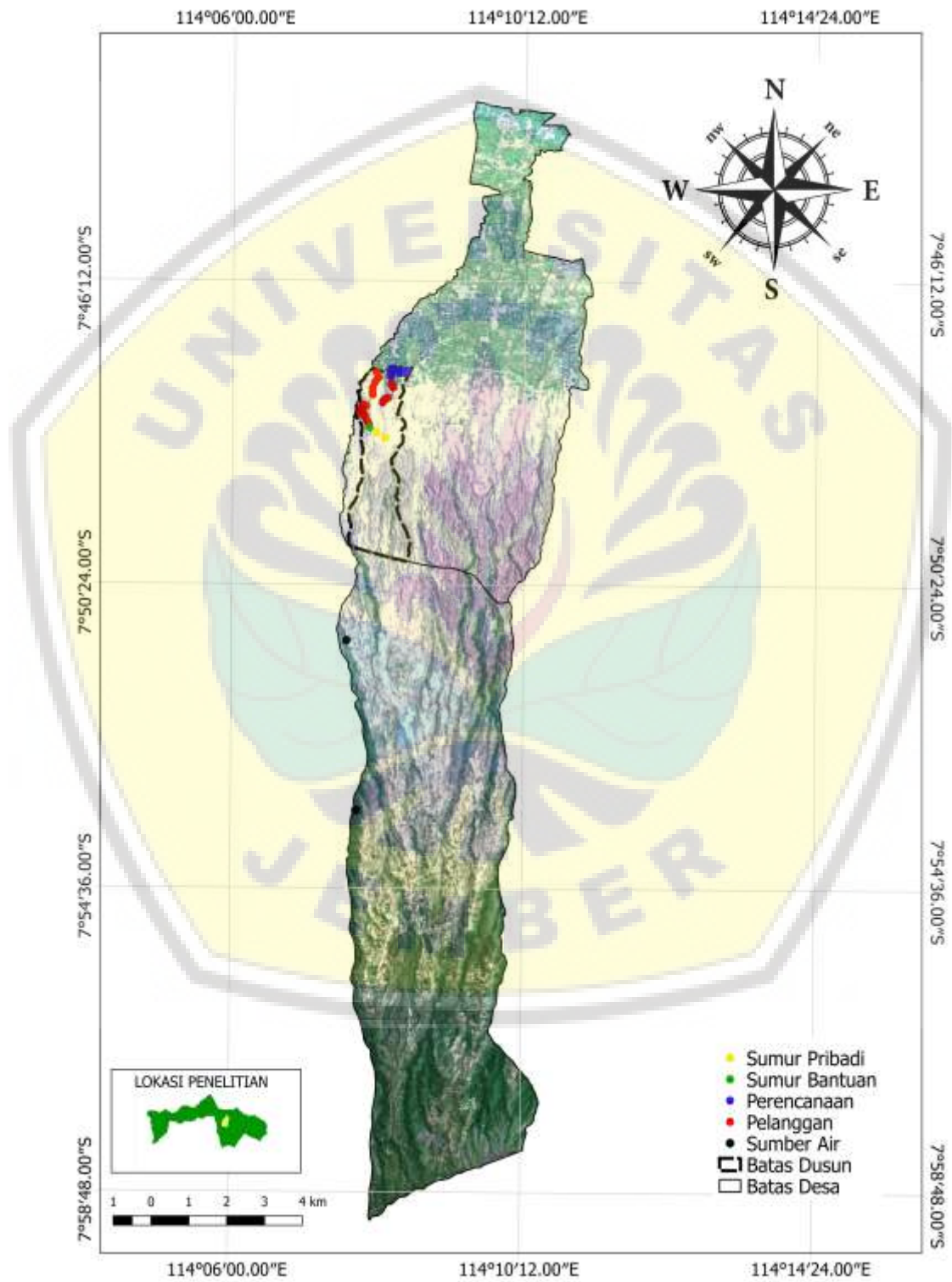
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Kecamatan Jangkar Dalam Angka*. Situbondo: BPS Situbondo.
- Choirul, A. Tanpa Tahun. *Sumber Air dan Karakteristiknya*. <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/368/1/Sumber%20air%20dan%20karakteristiknya.pdf>. [Diakses pada 5 Februari 2020].
- Ditjen Cipta Karya. 1996. *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Jakarta: Ditjen Cipta Karya. <http://ciptakarya.pu.go.id/rpijm/data/05.%20PENGEMBANGAN%20AIR%20MINUM%2017-09-2007.pdf> [Diakses pada 12 Mei 2019].
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 1990. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 tahun 1990 tentang Syarat – Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia. [www.slidshare.net/./permenkes-416-1990-syarat-syarat-danpengawasankualitas-air](http://www.slidshare.net/./permenkes-416-1990-syarat-syarat-danpengawasankualitas-air). [Diakses pada 2 Mei 2019].
- Kodoatie, R. J. dan R. Sjarief. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Peavy, H. S., R. D. Rowe., dan G. Tchobanoglous. 1985. *Environmental Engineering*. New Delhi: McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007. *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta. [Psda.jatengprov.go.id/./kepdirjen%20cipta%20karya%20No.61%20tahun%201998](http://psda.jatengprov.go.id/./kepdirjen%20cipta%20karya%20No.61%20tahun%201998). [ Diakses pada 12 November 2019]
- Raswari. 1986. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta: UI Press.
- Rohman. 2009. *Prototype Alat Pengukur Kecepatan Aliran dan Debit Air*. <http://repository.gunadarma.ac.id/948/1/PROTOTYPEALAT%20PENGUKUR%20R%20KECEPATAN%20ALIRAN.pdf>. [Diakses pada 10 Februari 2020].
- Rossmann, L. A. 2000. *EPANET 2 User Manual*. Cincinnati: U.S Environmental Protection Agency. Terjemahan oleh Ekamitra Engineering. 2004. *EPANET 2 USER Manual*. Jakarta :Ekamitra Engineering.
- Sutrisno, T. 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Triatmojo, B. 1996. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: PT. Pradnya Parami.

Wilson, E. 1993. *Hidrologi Teknik 1*. Bandung: ITB.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi penelitian



## Lampiran 2. Pelanggan pemakai air

| NO | Koordinat |          | Elevasi | Keterangan | Lokasi   | KK | Jiwa |
|----|-----------|----------|---------|------------|----------|----|------|
|    | Longitude | Latitude |         |            |          |    |      |
| 1  | 114.1315  | -7.8031  | 176     | Pelanggan  | Galingan | 4  | 12   |
| 2  | 114.1315  | -7.8035  | 175     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 3  | 114.1316  | -7.8031  | 173     | Mushola    | Galingan | 1  | 1    |
| 4  | 114.1318  | -7.8031  | 174     | Pelanggan  | Galingan | 3  | 9    |
| 5  | 114.1320  | -7.8032  | 174     | Pelanggan  | Galingan | 4  | 10   |
| 6  | 114.1323  | -7.8029  | 174     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 3    |
| 7  | 114.1323  | -7.8029  | 174     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 8  | 114.1322  | -7.8027  | 173     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 1    |
| 9  | 114.1322  | -7.8028  | 172     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 10 | 114.1321  | -7.8026  | 172     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 11 | 114.1326  | -7.8026  | 174     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 5    |
| 12 | 114.1323  | -7.8025  | 172     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 6    |
| 13 | 114.1322  | -7.8024  | 174     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 14 | 114.1321  | -7.8023  | 174     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 15 | 114.1320  | -7.8020  | 175     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 16 | 114.1319  | -7.8019  | 172     | Masjid     | Galingan | 1  | 1    |
| 17 | 114.1317  | -7.8014  | 175     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 18 | 114.1317  | -7.8012  | 170     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 19 | 114.1314  | -7.8014  | 174     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 4    |
| 20 | 114.1314  | -7.8013  | 170     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 21 | 114.1313  | -7.8012  | 170     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 22 | 114.1305  | -7.8006  | 168     | Pelanggan  | Galingan | 3  | 5    |
| 23 | 114.1305  | -7.8004  | 168     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 24 | 114.1314  | -7.8010  | 170     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 25 | 114.1314  | -7.8008  | 171     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 26 | 114.1316  | -7.8007  | 172     | SD         | Galingan | 82 | 82   |
| 27 | 114.1311  | -7.7995  | 165     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 28 | 114.1310  | -7.7994  | 166     | Pelanggan  | Galingan | 3  | 7    |
| 29 | 114.1311  | -7.7992  | 165     | Mushola    | Galingan | 1  | 1    |
| 30 | 114.1308  | -7.7990  | 165     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 31 | 114.1307  | -7.7989  | 166     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 5    |
| 32 | 114.1310  | -7.7991  | 165     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 33 | 114.1312  | -7.7992  | 162     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 34 | 114.1321  | -7.7992  | 164     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 35 | 114.1322  | -7.7992  | 165     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 36 | 114.1311  | -7.7984  | 164     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 37 | 114.1313  | -7.7984  | 163     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 38 | 114.1313  | -7.7984  | 162     | Mushola    | Galingan | 1  | 1    |
| 39 | 114.1315  | -7.7980  | 164     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |

| NO | Kordinat  |          | Elevasi | Keterangan | Lokasi   | KK | Jiwa |
|----|-----------|----------|---------|------------|----------|----|------|
|    | Longitude | Latitude |         |            |          |    |      |
| 40 | 114.1317  | -7.7980  | 164     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 41 | 114.1322  | -7.7976  | 159     | Pelanggan  | Galingan | 4  | 10   |
| 42 | 114.1338  | -7.7963  | 168     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 43 | 114.1337  | -7.7963  | 167     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 44 | 114.1337  | -7.7963  | 168     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 45 | 114.1333  | -7.7958  | 167     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 4    |
| 46 | 114.1332  | -7.7958  | 167     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 47 | 114.1331  | -7.7961  | 162     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 1    |
| 48 | 114.1342  | -7.7958  | 158     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 49 | 114.1337  | -7.7948  | 155     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 50 | 114.1337  | -7.7948  | 153     | Mushola    | Galingan | 1  | 1    |
| 51 | 114.1336  | -7.7946  | 156     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 52 | 114.1339  | -7.7935  | 157     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 53 | 114.1341  | -7.7936  | 158     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 54 | 114.1343  | -7.7933  | 157     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 5    |
| 55 | 114.1344  | -7.7931  | 155     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 6    |
| 56 | 114.1345  | -7.7932  | 156     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 57 | 114.1345  | -7.7932  | 158     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 58 | 114.1344  | -7.7926  | 149     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 59 | 114.1346  | -7.7928  | 148     | Pelanggan  | Galingan | 3  | 9    |
| 60 | 114.1347  | -7.7925  | 152     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 61 | 114.1349  | -7.7926  | 148     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 62 | 114.1348  | -7.7923  | 147     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 63 | 114.1351  | -7.7923  | 149     | Pelanggan  | Galingan | 4  | 12   |
| 64 | 114.1351  | -7.7922  | 149     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 65 | 114.1353  | -7.7919  | 149     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 66 | 114.1355  | -7.7917  | 146     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 67 | 114.1357  | -7.7917  | 140     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 68 | 114.1343  | -7.7911  | 114     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 69 | 114.1354  | -7.7962  | 153     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 5    |
| 70 | 114.1347  | -7.7967  | 157     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 71 | 114.1350  | -7.7971  | 154     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 5    |
| 72 | 114.1350  | -7.7977  | 157     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 73 | 114.1354  | -7.7978  | 156     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 74 | 114.1353  | -7.7980  | 156     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |
| 75 | 114.1362  | -7.7978  | 158     | Mushola    | Galingan | 1  | 1    |
| 76 | 114.1362  | -7.7977  | 157     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 77 | 114.1364  | -7.7978  | 160     | Pelanggan  | Galingan | 2  | 4    |
| 78 | 114.1362  | -7.7970  | 159     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 2    |
| 79 | 114.1368  | -7.7970  | 157     | Pelanggan  | Galingan | 1  | 3    |

| NO  | Kordinat  |          | Elevasi | Keterangan  | Lokasi   | KK | Jiwa |
|-----|-----------|----------|---------|-------------|----------|----|------|
|     | Longitude | Latitude |         |             |          |    |      |
| 80  | 114.1373  | -7.7971  | 158     | Pelanggan   | Galingan | 1  | 3    |
| 81  | 114.1374  | -7.7972  | 158     | Pelanggan   | Galingan | 1  | 2    |
| 82  | 114.1375  | -7.7973  | 159     | Pelanggan   | Galingan | 1  | 3    |
| 83  | 114.1376  | -7.7973  | 160     | Pelanggan   | Galingan | 3  | 9    |
| 84  | 114.1372  | -7.7967  | 155     | Pelanggan   | Galingan | 2  | 4    |
| 85  | 114.1373  | -7.7965  | 151     | Pelanggan   | Galingan | 2  | 4    |
| 86  | 114.1382  | -7.7946  | 114     | Pelanggan   | Galingan | 3  | 9    |
| 87  | 114.1380  | -7.7940  | 114     | Pelanggan   | Galingan | 1  | 4    |
| 88  | 114.1379  | -7.7939  | 148     | Pelanggan   | Galingan | 2  | 4    |
| 89  | 114.1379  | -7.7936  | 143     | Pelanggan   | Galingan | 1  | 3    |
| 90  | 114.1377  | -7.7924  | 142     | Pelanggan   | Galingan | 2  | 6    |
| 91  | 114.1376  | -7.7924  | 143     | Mushola     | Galingan | 1  | 1    |
| 92  | 114.1378  | -7.7921  | 141     | Pelanggan p | Galingan | 2  | 4    |
| 93  | 114.1379  | -7.7915  | 140     | Pelanggan p | Galingan | 2  | 3    |
| 94  | 114.1380  | -7.7912  | 140     | Pelanggan p | Galingan | 3  | 9    |
| 95  | 114.1377  | -7.7911  | 137     | Pelanggan p | Galingan | 3  | 8    |
| 96  | 114.1379  | -7.7907  | 138     | Pelanggan p | Galingan | 1  | 4    |
| 97  | 114.1380  | -7.7903  | 138     | Pelanggan p | Galingan | 2  | 4    |
| 98  | 114.1385  | -7.7903  | 134     | Pelanggan p | Galingan | 5  | 17   |
| 99  | 114.1389  | -7.7905  | 135     | Pelanggan p | Galingan | 3  | 10   |
| 100 | 114.1393  | -7.7906  | 136     | Pelanggan p | Galingan | 2  | 4    |
| 101 | 114.1399  | -7.7907  | 133     | Pelanggan p | Galingan | 5  | 10   |
| 102 | 114.1399  | -7.7913  | 133     | Pelanggan p | Galingan | 5  | 13   |
| 103 | 114.1405  | -7.7905  | 134     | Pelanggan p | Galingan | 3  | 9    |
| 104 | 114.1418  | -7.7907  | 131     | Pelanggan p | Galingan | 2  | 4    |
| 105 | 114.1419  | -7.7907  | 130     | Pelanggan p | Galingan | 3  | 10   |
| 106 | 114.1413  | -7.7914  | 130     | Pelanggan p | Galingan | 3  | 8    |



## Lampiran 3. Kebutuhan air

| Titik | Bangunan | Standar kebutuhan air (l/hari) | Jumlah Jiwa | Kebutuhan Air (l/detik) | Kehilangan Air (l/detik) | Kebutuhan air total (l/detik) |
|-------|----------|--------------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1     | Rumah    | 80                             | 12          | 0,0111                  | 0,0022                   | 0,0133                        |
| 2     | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 3     | Mushola  | 2000                           | 1           | 0,0231                  | 0,0046                   | 0,0278                        |
| 4     | Rumah    | 80                             | 9           | 0,0083                  | 0,0017                   | 0,0100                        |
| 5     | Rumah    | 80                             | 10          | 0,0093                  | 0,0019                   | 0,0111                        |
| 6     | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 7     | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 8     | Rumah    | 80                             | 1           | 0,0009                  | 0,0002                   | 0,0011                        |
| 9     | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 10    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 11    | Rumah    | 80                             | 5           | 0,0046                  | 0,0009                   | 0,0056                        |
| 12    | Rumah    | 80                             | 6           | 0,0056                  | 0,0011                   | 0,0057                        |
| 13    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 14    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 15    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 16    | Masjid   | 3000                           | 1           | 0,0347                  | 0,0069                   | 0,0417                        |
| 17    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 18    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 19    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0039                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 20    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 21    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 22    | Rumah    | 80                             | 5           | 0,0046                  | 0,0009                   | 0,0056                        |
| 23    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 24    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0039                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 25    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 26    | SD       | 10                             | 82          | 0,0095                  | 0,0019                   | 0,0114                        |
| 27    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 28    | Rumah    | 80                             | 7           | 0,0065                  | 0,0013                   | 0,0078                        |
| 29    | Mushola  | 2000                           | 1           | 0,0231                  | 0,0046                   | 0,0278                        |
| 30    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 31    | Rumah    | 80                             | 5           | 0,0046                  | 0,0009                   | 0,0056                        |
| 32    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 33    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 34    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 35    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 36    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 37    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |



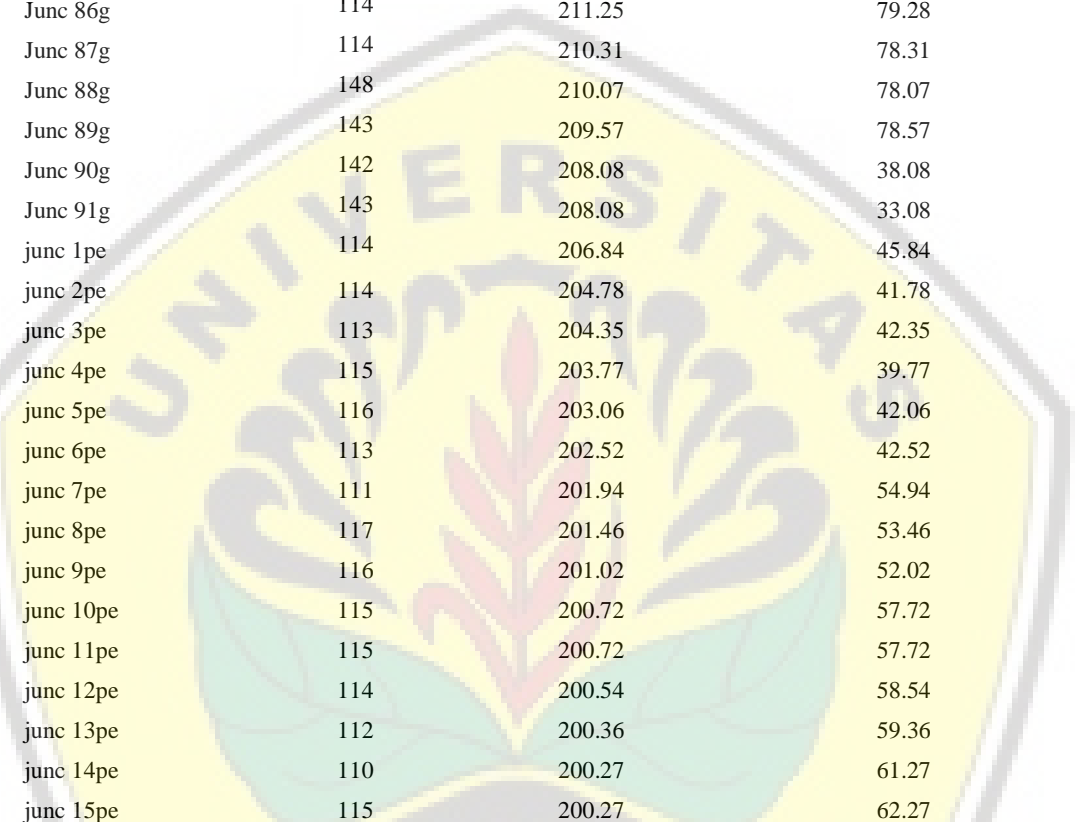
| Titik | Bangunan | Standar kebutuhan air (l/unit) | Jumlah Jiwa | Kebutuhan Air (l/detik) | Kehilangan Air (l/detik) | Kebutuhan air total (l/detik) |
|-------|----------|--------------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 38    | Mushola  | 2000                           | 1           | 0,0231                  | 0,0046                   | 0,0278                        |
| 39    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 40    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0038                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 41    | Rumah    | 80                             | 10          | 0,0093                  | 0,0019                   | 0,0111                        |
| 42    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0038                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 43    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 44    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 45    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0038                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 46    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 47    | Rumah    | 80                             | 1           | 0,0009                  | 0,0002                   | 0,0011                        |
| 48    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 49    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 50    | Mushola  | 2000                           | 1           | 0,0231                  | 0,0046                   | 0,0278                        |
| 51    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 52    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 53    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 54    | Rumah    | 80                             | 5           | 0,0046                  | 0,0009                   | 0,0056                        |
| 55    | Rumah    | 80                             | 6           | 0,0056                  | 0,0011                   | 0,0067                        |
| 56    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 57    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 58    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 59    | Rumah    | 80                             | 9           | 0,0083                  | 0,0017                   | 0,0100                        |
| 60    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 61    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 62    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 63    | Rumah    | 80                             | 12          | 0,0111                  | 0,0022                   | 0,0133                        |
| 64    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 65    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 66    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 67    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 68    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 69    | Rumah    | 80                             | 5           | 0,0046                  | 0,0009                   | 0,0056                        |
| 70    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 71    | Rumah    | 80                             | 5           | 0,0046                  | 0,0009                   | 0,0056                        |
| 72    | Rumah    | 80                             | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 73    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 74    | Rumah    | 80                             | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 75    | Mushola  | 2000                           | 1           | 0,0231                  | 0,0046                   | 0,0278                        |
| 76    | Rumah    | 80                             | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |

| Titik | Bangunan | Standar kebutuhan air (l/detik) | Jumlah Jiwa | Kebutuhan Air (l/detik) | Kehilangan Air (l/detik) | Kebutuhan air total (l/detik) |
|-------|----------|---------------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 77    | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 78    | Rumah    | 80                              | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 79    | Rumah    | 80                              | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 80    | Rumah    | 80                              | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 81    | Rumah    | 80                              | 2           | 0,0019                  | 0,0004                   | 0,0022                        |
| 82    | Rumah    | 80                              | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 83    | Rumah    | 80                              | 9           | 0,0083                  | 0,0017                   | 0,0100                        |
| 84    | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 85    | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 86    | Rumah    | 80                              | 9           | 0,0083                  | 0,0017                   | 0,0100                        |
| 87    | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 88    | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 89    | Rumah    | 80                              | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 90    | Rumah    | 80                              | 6           | 0,0056                  | 0,0011                   | 0,0067                        |
| 91    | Mushola  | 2000                            | 1           | 0,0231                  | 0,0046                   | 0,0278                        |
| 92    | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 93    | Rumah    | 80                              | 3           | 0,0028                  | 0,0006                   | 0,0033                        |
| 94    | Rumah    | 80                              | 9           | 0,0083                  | 0,0017                   | 0,0100                        |
| 95    | Rumah    | 80                              | 8           | 0,0074                  | 0,0015                   | 0,0089                        |
| 96    | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 97    | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 98    | Rumah    | 80                              | 17          | 0,0157                  | 0,0031                   | 0,0189                        |
| 99    | Rumah    | 80                              | 10          | 0,0093                  | 0,0019                   | 0,0111                        |
| 100   | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 101   | Rumah    | 80                              | 10          | 0,0093                  | 0,0019                   | 0,0111                        |
| 102   | Rumah    | 80                              | 13          | 0,0120                  | 0,0024                   | 0,0145                        |
| 103   | Rumah    | 80                              | 9           | 0,0083                  | 0,0017                   | 0,0100                        |
| 104   | Rumah    | 80                              | 4           | 0,0037                  | 0,0008                   | 0,0044                        |
| 105   | Rumah    | 80                              | 10          | 0,0093                  | 0,0019                   | 0,0111                        |
| 106   | Rumah    | 80                              | 8           | 0,0074                  | 0,0015                   | 0,0089                        |

## Lampiran 4. Tekanan air

| Node id  | Elv | Head   | Tekanan |
|----------|-----|--------|---------|
| Junc 1g  | 176 | 235.37 | 25.37   |
| Junc 2g  | 175 | 235.33 | 25.33   |
| Junc 3g  | 173 | 235.32 | 35.32   |
| Junc 4g  | 174 | 235.29 | 28.29   |
| Junc 5g  | 174 | 235.24 | 27.24   |
| junc 6g  | 174 | 235.15 | 25.15   |
| Junc 7g  | 174 | 235.15 | 32.15   |
| Junc 8g  | 173 | 235.12 | 35.12   |
| Junc 9g  | 172 | 235.10 | 36.10   |
| Junc 10g | 172 | 235.09 | 37.09   |
| Junc 11g | 174 | 235.09 | 39.09   |
| Junc 12g | 172 | 235.06 | 39.06   |
| Junc 13g | 174 | 235.03 | 37.03   |
| Junc 14g | 174 | 235.00 | 41.00   |
| Junc 15g | 175 | 234.94 | 41.94   |
| Junc 16g | 172 | 234.91 | 40.91   |
| Junc 17g | 175 | 234.81 | 34.81   |
| Junc 18g | 170 | 234.79 | 39.79   |
| Junc 19g | 174 | 234.79 | 35.79   |
| Junc 20g | 170 | 234.79 | 39.79   |
| Junc 21g | 170 | 234.78 | 41.78   |
| Junc 22g | 168 | 234.78 | 43.78   |
| Junc 23g | 168 | 234.78 | 34.78   |
| Junc 24g | 170 | 234.73 | 35.73   |
| Junc 25g | 171 | 234.70 | 36.70   |
| Junc 26g | 172 | 234.69 | 35.69   |
| Junc 27g | 165 | 234.49 | 36.49   |
| Junc 28g | 166 | 234.47 | 36.47   |
| Junc 29g | 165 | 234.45 | 40.91   |
| Junc 30g | 165 | 234.41 | 39.41   |
| Junc 31g | 166 | 234.13 | 43.13   |
| Junc 32g | 165 | 234.13 | 44.13   |
| Junc 33g | 162 | 234.43 | 39.43   |
| Junc 34g | 164 | 234.42 | 47.42   |
| Junc 35g | 165 | 234.42 | 46.42   |
| Junc 36g | 164 | 234.36 | 40.36   |
| Junc 37g | 163 | 234.34 | 40.34   |
| Junc 38g | 162 | 234.18 | 41.18   |
| Junc 39g | 164 | 234.14 | 40.14   |

| Node id  | Elv | Head   | Tekanan |
|----------|-----|--------|---------|
| junc 40g | 164 | 234.12 | 39.12   |
| Junc 41g | 159 | 234.05 | 42.05   |
| Junc 42g | 168 | 233.85 | 46.85   |
| Junc 43g | 167 | 233.83 | 43.83   |
| Junc 44g | 168 | 233.83 | 78.83   |
| Junc 45g | 167 | 233.65 | 74.65   |
| Junc 46g | 167 | 233.65 | 74.65   |
| Junc 47g | 162 | 233.65 | 73.65   |
| Junc 48g | 158 | 233.34 | 76.34   |
| Junc 49g | 155 | 233.33 | 77.33   |
| Junc 50g | 153 | 233.27 | 77.27   |
| Junc 51g | 156 | 233.00 | 78.00   |
| Junc 52g | 157 | 233.00 | 78.00   |
| Junc 53g | 158 | 232.96 | 78.96   |
| Junc 54g | 157 | 232.95 | 78.95   |
| junc 55g | 155 | 232.95 | 79.94   |
| Junc 56g | 156 | 232.94 | 73.24   |
| Junc 57g | 158 | 232.92 | 78.21   |
| Junc 58g | 149 | 232.92 | 78.21   |
| Junc 59g | 148 | 232.91 | 78.20   |
| Junc 60g | 152 | 232.91 | 79.20   |
| Junc 61g | 148 | 232.9  | 79.20   |
| Junc 62g | 147 | 232.89 | 76.19   |
| Junc 63g | 149 | 232.89 | 78.19   |
| Junc 64g | 149 | 232.89 | 79.18   |
| Junc 65g | 149 | 232.89 | 77.18   |
| Junc 66g | 146 | 232.89 | 78.18   |
| Junc 67g | 140 | 232.88 | 79.18   |
| Junc 68g | 114 | 233.71 | 48.71   |
| Junc 69g | 153 | 232.44 | 49.44   |
| Junc 70g | 157 | 232.44 | 37.44   |
| Junc 71g | 154 | 231.87 | 42.87   |
| Junc 72g | 157 | 231.00 | 55.00   |
| Junc 73g | 156 | 230.6  | 55.89   |
| Junc 74g | 156 | 230.6  | 55.89   |
| Junc 75g | 158 | 228.03 | 54.33   |
| Junc 76g | 157 | 228.03 | 54.33   |
| Junc 77g | 160 | 228.77 | 54.92   |
| Junc 78g | 159 | 227.62 | 52.75   |
| Junc 79g | 157 | 224.00 | 52.29   |
| Junc 80g | 158 | 222.99 | 51.28   |

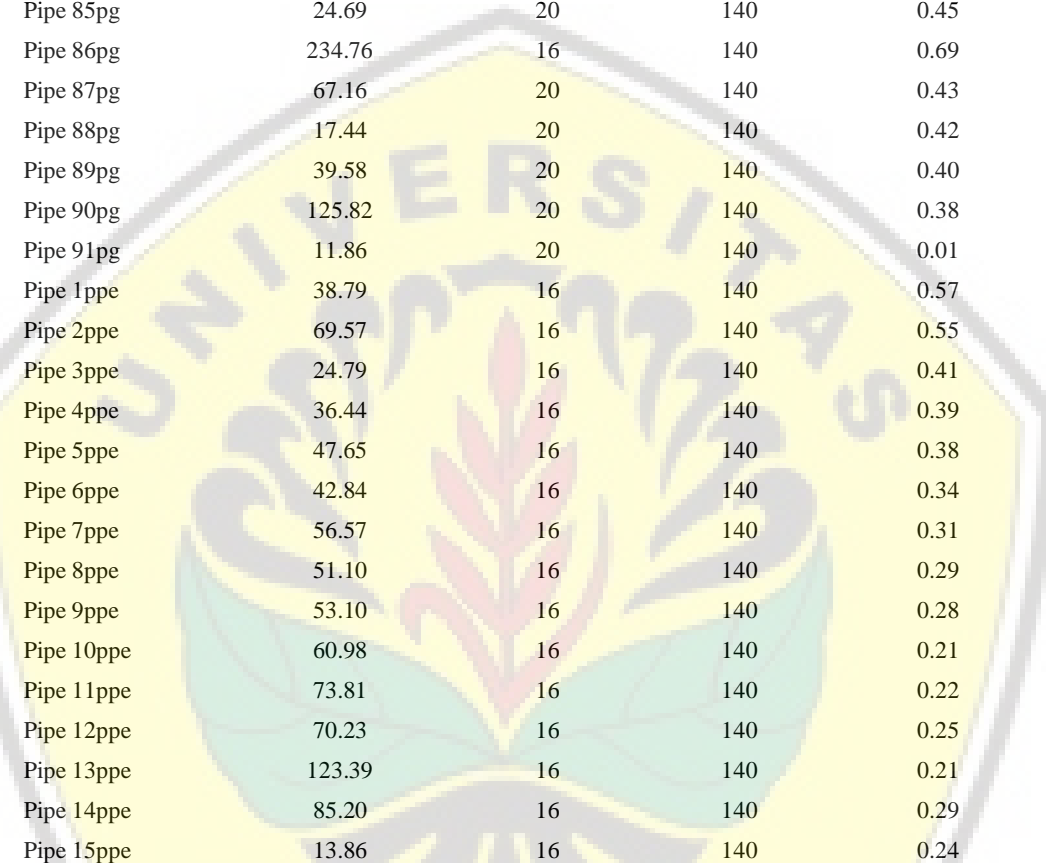


| Node id   | Elv | Head   | Tekanan |
|-----------|-----|--------|---------|
| Junc 81g  | 158 | 222.98 | 52.27   |
| Junc 82g  | 159 | 222.97 | 53.27   |
| Junc 83g  | 160 | 222.27 | 55.27   |
| Junc 84g  | 155 | 222.25 | 63.29   |
| Junc 85g  | 151 | 221.87 | 64.87   |
| Junc 86g  | 114 | 211.25 | 79.28   |
| Junc 87g  | 114 | 210.31 | 78.31   |
| Junc 88g  | 148 | 210.07 | 78.07   |
| Junc 89g  | 143 | 209.57 | 78.57   |
| Junc 90g  | 142 | 208.08 | 38.08   |
| Junc 91g  | 143 | 208.08 | 33.08   |
| junc 1pe  | 114 | 206.84 | 45.84   |
| junc 2pe  | 114 | 204.78 | 41.78   |
| junc 3pe  | 113 | 204.35 | 42.35   |
| junc 4pe  | 115 | 203.77 | 39.77   |
| junc 5pe  | 116 | 203.06 | 42.06   |
| junc 6pe  | 113 | 202.52 | 42.52   |
| junc 7pe  | 111 | 201.94 | 54.94   |
| junc 8pe  | 117 | 201.46 | 53.46   |
| junc 9pe  | 116 | 201.02 | 52.02   |
| junc 10pe | 115 | 200.72 | 57.72   |
| junc 11pe | 115 | 200.72 | 57.72   |
| junc 12pe | 114 | 200.54 | 58.54   |
| junc 13pe | 112 | 200.36 | 59.36   |
| junc 14pe | 110 | 200.27 | 61.27   |
| junc 15pe | 115 | 200.27 | 62.27   |

## Lampiran 5. Kecepatan air

| Pipa ID   | Panjang (m) | Diameter (mm) | Kekasaran | Kecepatan (m/detik) |
|-----------|-------------|---------------|-----------|---------------------|
| pipe 1    | 4.07        | 100           | 140       | 4.31                |
| pipe 2    | 15.90       | 100           | 140       | 3.83                |
| Pipe 1pg  | 2714.29     | 50            | 140       | 0.29                |
| Pipe 2pg  | 14.15       | 50            | 140       | 0.29                |
| Pipe 3pg  | 55.31       | 16            | 140       | 0.24                |
| Pipe 4pg  | 22.19       | 50            | 140       | 0.27                |
| Pipe 5pg  | 23.85       | 50            | 140       | 0.27                |
| Pipe 6pg  | 41.41       | 50            | 140       | 0.26                |
| Pipe 7pg  | 3.17        | 50            | 140       | 0.26                |
| Pipe 8pg  | 14.88       | 50            | 140       | 0.26                |
| Pipe 9pg  | 11.57       | 50            | 140       | 0.26                |
| Pipe 10pg | 46.08       | 16            | 140       | 0.02                |
| Pipe 11pg | 14.16       | 16            | 140       | 0.01                |
| Pipe 12pg | 20.46       | 50            | 140       | 0.26                |
| Pipe 13pg | 12.23       | 50            | 140       | 0.25                |
| Pipe 14pg | 18.45       | 50            | 140       | 0.25                |
| Pipe 15pg | 30.62       | 50            | 140       | 0.25                |
| Pipe 16pg | 16.63       | 50            | 140       | 0.25                |
| Pipe 17pg | 64.49       | 50            | 140       | 0.23                |
| Pipe 18pg | 31.89       | 16            | 140       | 0.27                |
| Pipe 19pg | 8.29        | 16            | 140       | 0.25                |
| Pipe 20pg | 13.37       | 16            | 140       | 0.24                |
| Pipe 21pg | 109.89      | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 22pg | 29.54       | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 23pg | 19.04       | 50            | 140       | 0.22                |
| Pipe 24pg | 36.42       | 50            | 140       | 0.22                |
| Pipe 25pg | 24.19       | 50            | 140       | 0.22                |
| Pipe 26pg | 28.92       | 16            | 140       | 0.03                |
| Pipe 27pg | 149.17      | 50            | 140       | 0.21                |
| Pipe 28pg | 19.57       | 50            | 140       | 0.21                |
| Pipe 29pg | 13.99       | 50            | 140       | 0.21                |
| Pipe 30pg | 12.54       | 16            | 140       | 0.26                |
| Pipe 31pg | 102.51      | 16            | 140       | 0.25                |
| Pipe 32pg | 10.53       | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 33pg | 24.25       | 50            | 140       | 0.28                |
| Pipe 34pg | 26.03       | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 35pg | 12.45       | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 36pg | 70.23       | 50            | 140       | 0.27                |
| Pipe 37pg | 21.46       | 50            | 140       | 0.27                |
| Pipe 38pg | 2.01        | 20            | 140       | 1.08                |

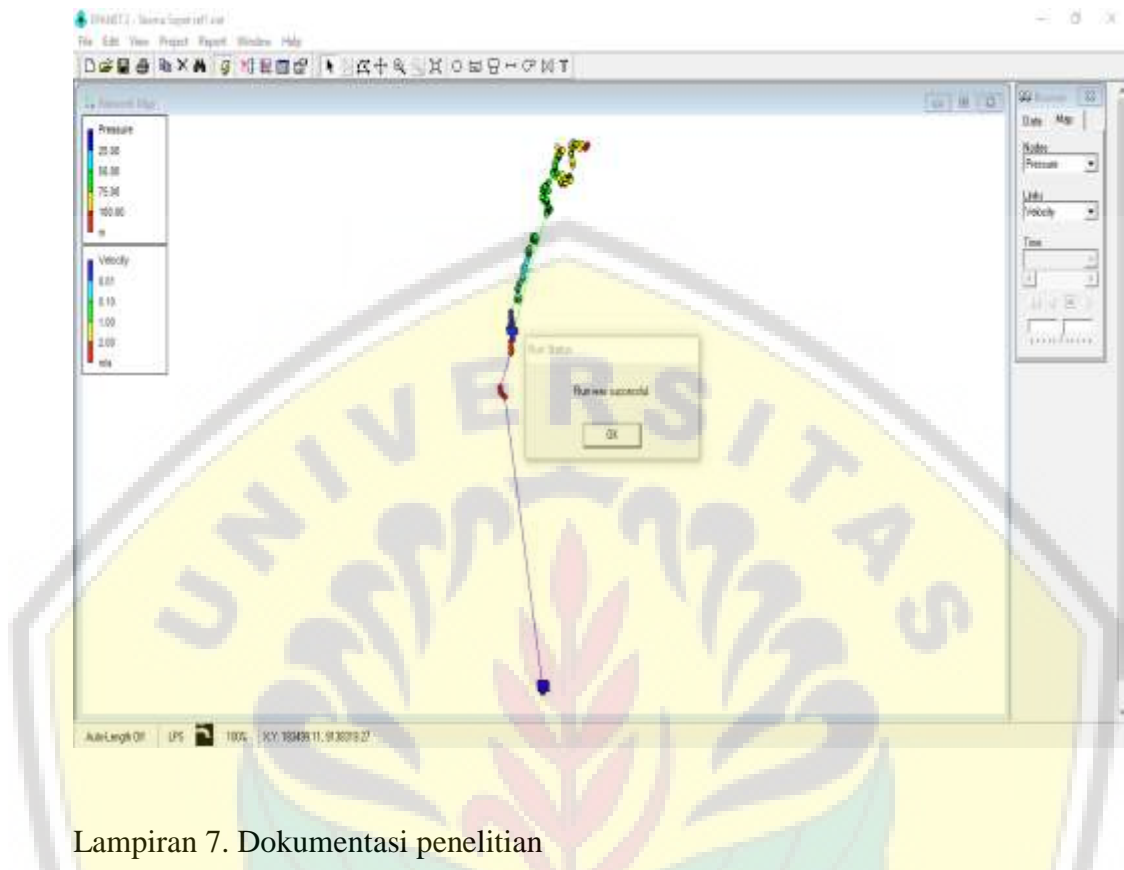
| Pipa ID   | Panjang (m) | Diameter (mm) | Kekasaran | Kecepatan (m/detik) |
|-----------|-------------|---------------|-----------|---------------------|
| Pipe 39pg | 45.99       | 50            | 140       | 0.27                |
| Pipe 40pg | 20.52       | 50            | 140       | 0.27                |
| Pipe 41pg | 72.13       | 50            | 140       | 0.27                |
| Pipe 42pg | 222.11      | 50            | 140       | 0.27                |
| Pipe 43pg | 2.18        | 20            | 140       | 0.33                |
| Pipe 44pg | 73.73       | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 45pg | 65.67       | 25            | 140       | 0.21                |
| Pipe 46pg | 14.14       | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 47pg | 27.07       | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 48pg | 122.42      | 25            | 140       | 0.29                |
| Pipe 49pg | 6.22        | 25            | 140       | 0.29                |
| Pipe 50pg | 23.54       | 25            | 140       | 0.28                |
| Pipe 51pg | 122.69      | 25            | 140       | 0.28                |
| Pipe 52pg | 34.22       | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 53pg | 39.81       | 25            | 140       | 0.21                |
| Pipe 54pg | 17.82       | 25            | 140       | 0.21                |
| Pipe 55pg | 8.02        | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 56pg | 5.12        | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 57pg | 43.31       | 25            | 140       | 0.29                |
| Pipe 58pg | 26.43       | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 59pg | 30.48       | 25            | 140       | 0.23                |
| Pipe 60pg | 26.51       | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 61pg | 22.34       | 25            | 140       | 0.25                |
| Pipe 62pg | 44.50       | 25            | 140       | 0.25                |
| Pipe 63pg | 11.65       | 25            | 140       | 0.24                |
| Pipe 64pg | 35.77       | 25            | 140       | 0.24                |
| Pipe 65pg | 31.99       | 25            | 140       | 0.21                |
| Pipe 66pg | 20.73       | 25            | 140       | 0.21                |
| Pipe 67pg | 141.37      | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 68pg | 12.27       | 25            | 140       | 0.45                |
| Pipe 69pg | 108.01      | 25            | 140       | 0.44                |
| Pipe 70pg | 98.64       | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 71pg | 51.58       | 25            | 140       | 0.43                |
| Pipe 72pg | 79.70       | 25            | 140       | 0.42                |
| Pipe 73pg | 37.83       | 25            | 140       | 0.42                |
| Pipe 74pg | 24.31       | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 75pg | 87.78       | 20            | 140       | 0.63                |
| Pipe 76pg | 24.87       | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 77pg | 14.72       | 20            | 140       | 0.61                |
| Pipe 78pg | 80.40       | 20            | 140       | 0.60                |
| Pipe 79pg | 72.53       | 20            | 140       | 0.51                |



| Pipa ID    | Panjang (m) | Diameter (mm) | Kekasaran | Kecepatan (m/detik) |
|------------|-------------|---------------|-----------|---------------------|
| Pipe 80pg  | 52.07       | 20            | 140       | 0.50                |
| Pipe 81pg  | 20.40       | 16            | 140       | 0.26                |
| Pipe 82pg  | 7.20        | 16            | 140       | 0.25                |
| Pipe 83pg  | 9.39        | 16            | 140       | 0.25                |
| Pipe 84pg  | 45.66       | 20            | 140       | 0.45                |
| Pipe 85pg  | 24.69       | 20            | 140       | 0.45                |
| Pipe 86pg  | 234.76      | 16            | 140       | 0.69                |
| Pipe 87pg  | 67.16       | 20            | 140       | 0.43                |
| Pipe 88pg  | 17.44       | 20            | 140       | 0.42                |
| Pipe 89pg  | 39.58       | 20            | 140       | 0.40                |
| Pipe 90pg  | 125.82      | 20            | 140       | 0.38                |
| Pipe 91pg  | 11.86       | 20            | 140       | 0.01                |
| Pipe 1ppe  | 38.79       | 16            | 140       | 0.57                |
| Pipe 2ppe  | 69.57       | 16            | 140       | 0.55                |
| Pipe 3ppe  | 24.79       | 16            | 140       | 0.41                |
| Pipe 4ppe  | 36.44       | 16            | 140       | 0.39                |
| Pipe 5ppe  | 47.65       | 16            | 140       | 0.38                |
| Pipe 6ppe  | 42.84       | 16            | 140       | 0.34                |
| Pipe 7ppe  | 56.57       | 16            | 140       | 0.31                |
| Pipe 8ppe  | 51.10       | 16            | 140       | 0.29                |
| Pipe 9ppe  | 53.10       | 16            | 140       | 0.28                |
| Pipe 10ppe | 60.98       | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 11ppe | 73.81       | 16            | 140       | 0.22                |
| Pipe 12ppe | 70.23       | 16            | 140       | 0.25                |
| Pipe 13ppe | 123.39      | 16            | 140       | 0.21                |
| Pipe 14ppe | 85.20       | 16            | 140       | 0.29                |
| Pipe 15ppe | 13.86       | 16            | 140       | 0.24                |



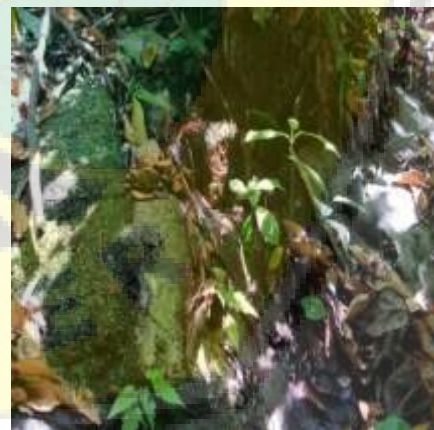
Lampiran 6. Hasil simulasi program Epanet



Lampiran 7. Dokumentasi penelitian



Sumber mata air Sukmailang 1



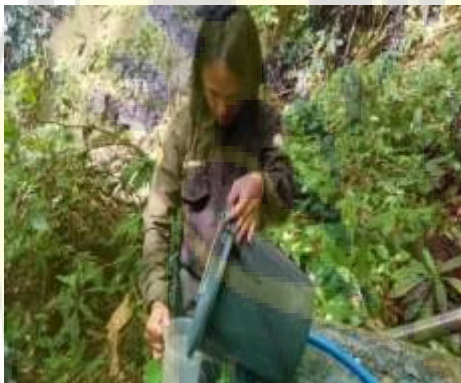
Sumber mata air Sukmailang 2



Sumber mata air Taman Manjelin



Pengambilan titik kordinat



Pengukuran debit air



Pengukuran tekanan air