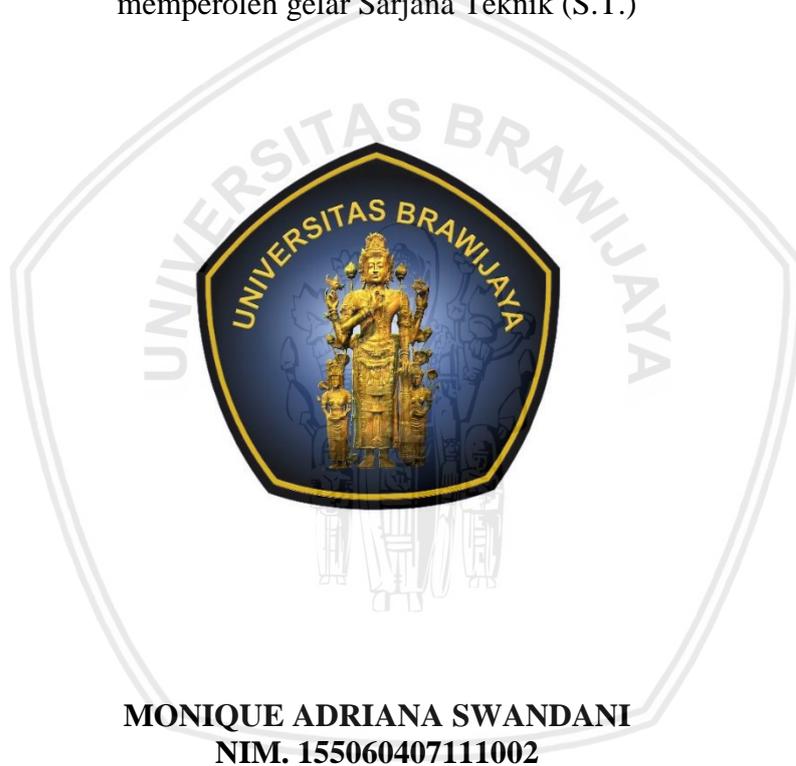


**PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI AIR TANAH  
SISTEM PERPIPAAN SALURAN BERCABANG TERBUKA  
PADA DAERAH ONCORAN SDMJ 619 DI KABUPATEN MOJOKERTO**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



**MONIQUE ADRIANA SWANDANI  
NIM. 155060407111002**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2019**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI AIR TANAH**  
**SISTEM PERPIPAAN SALURAN BERCABANG TERBUKA**  
**PADA DAERAH ONCORAN SDMJ 619 KABUPATEN MOJOKERTO**

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN PENDAYAGUNAAN**  
**SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MONIQUE ADRIANA SWANDANI**  
**NIM. 155060407111002**

Telah diperiksa dan Disetujui oleh :

**Pembimbing I**

**Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T.**  
NIP. 19751212 200012 1 001

**Pembimbing II**

**Dr. Very Dermawan, S.T., M.T.**  
NIP. 19730217 199903 1 001

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Pengairan**



**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.**  
NIP. 19610131 198609 2 001





# LAMPIRAN I

*Perhitungan luas daerah oncoran*



# LAMPIRAN II

- 1. Data sumur*
- 2. Perencanaan Jaringan  
Irigasi Air Tanah*



# LAMPIRAN III

*Perhitungan Pola Operasi*



# LAMPIRAN IV

## *Perhitungan Rencana Anggaran Biaya*



# LAMPIRAN V

- 1. Data hujan tahun 2007- 2018*
- 2. Data Temperatur*



# LAMPIRAN VI

*Dokumentasi Lapangan*

## RINGKASAN

**Monique Adriana Swandani**, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Februari 2019, Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Sistem Perpipaan Saluran Bercabang Terbuka pada Daerah Oncoran SDMJ 619 di Kabupaten Mojokerto, Dosen Pembimbing: Hari Siswoyo dan Very Dermawan

Sebagian besar lahan pertanian di Desa Sumber Karang, Kecamatan Dlanggu, Kabupaten Mojokerto merupakan daerah yang kekurangan air irigasi pada saat musim kemarau. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut pada tahun 2016 Kegiatan Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas membangun sumur produksi SDMJ 619 di Desa Sumber Karang dengan potensi debit sebesar 40,11 liter/detik dan direncanakan akan mengairi seluas 39,9 ha. Namun demikian, hingga saat ini manfaatnya belum dirasakan masyarakat, dikarenakan belum adanya jaringan irigasinya. Sehingga diperlukan suatu perencanaan jaringan irigasi air tanah dengan letak elevasi daerah oncoran yang lebih tinggi di tepi dan petani berharap agar sumur produksi ini mengairi lebih luas.

Perencanaan jaringan irigasi air tanah SDMJ 619 dilakukan dengan menggunakan sistem perpipaan saluran bercabang terbuka ini agar daerah yang terairi lebih luas dan lebih optimal dalam pembagian air ke petak petak sawah. Perencanaan yang dilakukan meliputi tahapan: perhitungan luas daerah oncoran, perencanaan jaringan irigasi air tanah sistem perpipaan saluran bercabang terbuka, perencanaan pola operasi, dan perhitungan anggaran biaya. Perhitungan luas daerah oncoran berdasarkan kebutuhan air irigasi, debit pompa dan efisiensi saluran. Perencanaan jaringan irigasi air tanah dilakukan dengan sistem perpipaan saluran bercabang terbuka menggunakan aplikasi WaterCAD v8i. Sistem pembagian dilakukan selama 8 jam pengaliran dan pompa dihidupkan saat musim kemarau atau saat tidak ada air. Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan dengan cara menghitung volume yang dibutuhkan dan sesuai HSPK daerah studi.

Luas daerah oncoran yang mampu diairi oleh sumur SDMJ 619 sebesar 51 ha. Perencanaan jaringan irigasi air tanah menggunakan sistem perpipaan saluran bercabang terbuka meliputi: 1 buah sumur produksi, 8 buah outlet, 1 bangunan rumah pompa, 1 buah pipa pengontrol tekanan, 8 buah alat ukur Thompson, pipa PVC berdiameter 8 inchi dengan total panjang 2141 meter, dimana dalam analisis hidraulik dengan menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i* dapat ditunjukkan bahwa semua *junction* dan pipa dinyatakan mengalir sesuai dengan syarat pengaliran. Pola operasi menggunakan sistem rotasi dengan debit pompa sebesar 40,11 liter/detik selama 8 jam pengaliran dimulai dari pukul 07.00 sampai pukul 15.00, dengan 2 kali pengaliran yaitu pukul 07.00 hingga 11.00 dan pukul 11.00 hingga 15.00. Pengoperasian pompa ini hanya pada musim kemarau atau pada saat tidak ada hujan. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan dan pengembangan sistem irigasi air tanah sumur produksi SDMJ 619 adalah sebesar Rp. 1.102.765.000,00 (Satu Milyar Seratus Dua Juta Tujuh Ratus Enam Puluh Lima Ribu Rupiah).

Kata kunci: Air tanah, jaringan irigasi, sistem perpipaan



Halaman Ini Sengaja dikosongkan

## SUMMARY

**Monique Adriana .S.,** *Water Resources Engineering Program, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, February 2019, Design of Ground Water Irrigation Network Open-Branch Piping System for SDMJ 619 Water Channel Areas in Mojokerto, Advisors: Hari Siswoyo and Very Dermawan*

*Most of agricultural land in Sumber Karang Village, Dlanggu Sub-district, Mojokerto District are located in areas that lacked of water irrigation supply during the dry season. An effort has been taken to address this problem in 2016 through the establishment of groundwater utilization system in Brantas SNVT PJPA, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, by digging SDMJ 619 production well in Sumber Karang Village that would potentially provide water supply up to 40.11 litre/second. The well was expected to supply water to a total of 39.9 ha agricultural land. Unfortunately, the community around had not yet obtained the benefits of this project due to unavailability of irrigation channels. Therefore, it was considered necessary to build groundwater irrigation channels with higher elevation channels along the sides. Farmers also expected that this well production could supply water to broader area.*

*The SDMJ 619 groundwater irrigation channels project was planned to apply open-branched piping channels to irrigate broader areas and to optimally supply water to farmers' land. The planning of this project involved several steps: Measuring the total area of water irrigation channels based on the water demand, and calculating the total cost needed to complete the project. The open-branch water channel piping was designed using WaterCAD v8i. The channelling process took 8 hours and pumps were turned on during the dry seasons where the water discharge was low. The budget for this project was calculated by measuring the volume of water demand based on the HSPK in the area.*

*The total area of water channel that could be supplied by SDMJ 619 well reached 51 ha. The needs for the establishment of the open-branch water channel piping system included; 1 production well, 8 outlets, 1 pump house, 1 pressure controlling pipe, 8 Thompson for discharge measuring equipment, 2141 meter-long PVC pipe with a diameter of 8 inches. Hydraulic analysis was administered using WaterCAD V8i program, which results showed that all the water successfully flowed through all junctions and pipes. The operational pattern of the system was rotation-based system, employing water pumps with a discharge capacity of 400.11 liter/second which were turned on at 07.00 to 11.00, and at 11.00 to 15.00. The pumps were only used in dry seasons or when the rainfall was low. The total cost for the built and maintenance of the SDMJ 619 groundwater production well for irrigation system was Rp. 1.102.765.000,00 (One Billion One Hundred Two Million Seven Hundred Sixty Five Thousand Rupiah)*

*Key words: Groundwater, irrigation network, piping system*



Halaman Ini Sengaja dikosongkan

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Monique Adriana Swandani**, lahir pada tanggal 19 Oktober 1996 di Sidoarjo, Jawa Timur. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan Ir. Soenoko, CES (ayah) dan Ir. Siti Aminah (ibu), yang beralamat di Perumahan Taman Indah Soekarno Hatta Kav 24, Kota Malang.

Pendidikan formal yang dilalui penulis, antara lain:

- Pendidikan TK Aisiyah Sidoarjo tahun 2001 – 2003
- SDN Pucang IV Sidoarjo tahun 2003 – 2009
- SMPN I Malang tahun 2009 – 2012
- SMAN 8 Malang tahun 2012 – 2015

Pada tahun 2015 penulis diterima masuk Universitas Brawijaya Malang. Penulis diterima di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan dan organisasi kemahasiswaan baik pada tingkatan fakultas maupun jurusan, antara lain:

1. Peringatan Hari Air Sedunia (*World Water Day*) tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Acara.
2. Kongres Mahasiswa Pengairan Tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Humas
3. Program Pembinaan Mahasiswa Baru Fakultas Teknik tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Acara.
4. Olimpiade Brawijaya Fakultas Teknik tahun 2016 sebagai PSDM.
5. Peringatan Hari Air Sedunia (*World Water Day*) tahun 2017 sebagai Anggota Publikasi Pusat.
6. Studi Lapangan Mata Kuliah Jaringan Irigasi dan Bangunan Irigasi tahun 2017 sebagai Bendahara Umum
7. Pengairan Peduli Lingkungan tahun 2018 sebagai Anggota Bidang Acara.
8. Pekan Das Brantas XI tahun 2018 sebagai Bendahara Umum
9. Asisten dosen Tugas Besar Mata Kuliah Geologi Teknik tahun 2017
10. Peserta Seminar ICWRDEP tingkat Internasional tahun 2017
11. Peserta Lomba Kompetisi Bangunan Air tahun 2018
12. Peserta Lomba ESAI Nasional dalam Pekan Das Brantas XI tahun 2018
13. Koordinator Asisten dosen Tugas Besar Mata Kuliah Menggambar Konstruksi Bangunan Air tahun 2018
14. Peringatan Hari Air Sedunia (*World Water Day*) tahun 2016 sebagai Anggota Sie Acara (MC – Master of Ceremony) KANCIL se – Malang Raya.
15. Kompetisi Bangunan Air Indonsia (KBAI) diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2017 sebagai MC (Master of Ceremony).
16. Kemah Kerja Mahasiswa (KKM) XXXIX tahun 2017 sebagai MC (Master of Ceremony).

17. Kuliah Tamu Air Tanah oleh Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Tanah tahun 2017 sebagai MC (Master of Ceremony).
18. Pengenalan Himpunan Mahasiswa Pengairan periode 2016-2017 sebagai MC (Master of Ceremony).

Penulis Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata – Praktik (KKNP) pada tahun 2017 di PT. Genara Pratama Konsultan dengan Judul **“Penilaian Kinerja Bangunan Pengendali Sedimen di Sungai Rejali (Kabupaten Lumajang)”**

Guna menyelesaikan studinya, penulis menyusun skripsi dengan judul **“Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Sistem Perpipaan Saluran Bercabang Terbuka Pada Daerah Oncoran SDMJ 619 di Kabupaten Mojokerto”** di bawah bimbingan Bapak Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Very Dermawan, ST., MT. yang telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 15 Februari 2019 dengan Indeks Prestasi = 3,55 dan masa studi 3,5 tahun.



### 1. DATA DIRI

nama lengkap : Monique Adriana Swandani

Tempat, tanggal lahir : Sidoarjo, 19 Oktober 1996

Jenis kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Status : Lajang

No.hp : 082244545452

Email : asmonique4@gmail.com

Alamat sekarang : Perumahan Taman Indah Soekarno-Hatta no 24 Malang

### 3. PENGALAMAN PKN

Kuliah Kerja Nyata – Praktik (KKNP) pada tahun 2017 di PT. Genara Pratama Konsultan dengan Judul “Penilaian Kinerja Bangunan Pengendali Sedimen di Sungai Rejali (Kabupaten Lumajang)

### 4. PENGALAMAN ORGANISASI

1. Peringatan Hari Air Sedunia (*World Water Day*) tahun 2016 sebagai Anggota Acara KANCIL se – Malang Raya.
2. Program Pembinaan Mahasiswa Baru Jurusan Teknik Pengairan tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Acara.
3. Peringatan Hari Air Sedunia (*World Water Day*) tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Acara.
4. Kongres Mahasiswa Pengairan Tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Humas
5. Program Pembinaan Mahasiswa Baru Fakultas Teknik tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Acara.
6. Olimpiade Brawijaya Fakultas Teknik tahun 2016 sebagai PSDM.

7. Peringatan Hari Air Sedunia (*World Water Day*) tahun 2017 sebagai Anggota Publikasi Pusat.
8. Studi Lapangan Mata Kuliah Jaringan Irigasi dan Bangunan Irigasi tahun 2017 sebagai Bendahara Umum
9. Pengairan Peduli Lingkungan tahun 2018 sebagai Anggota Bidang Acara.
10. Pekan Das Brantas XI tahun 2018 sebagai Bendahara Umum

#### 5. PENDIDIKAN

- Pendidikan TK Aisyah Sidoarjo tahun 2001 – 2003
- SDN Pucang IV Sidoarjo tahun 2003 – 2009
- SMPN I Malang tahun 2009 – 2012
- SMAN 8 Malang tahun 2012 – 2015
- Universitas brawijaya (2015-2019)

Jurusan Teknik Pengairan

Masa Studi 3,5 tahun

IPK = 3,55

#### 6. PRESTASI YANG PERNAH DICAPAI

- Asisten dosen Tugas Besar Mata Kuliah Geologi Teknik tahun 2017
- Peserta Seminar ICWRDEP tingkat Internasional tahun 2017
- Peserta Lomba Kompetisi Bangunan Air tahun 2018
- Peserta Lomba ESAI Nasional dalam Pekan Das Brantas XI tahun 2018
- Koordinator Asisten dosen Tugas Besar Mata Kuliah Menggambar Konstruksi Bangunan Air tahun 2018
- Peringatan Hari Air Sedunia (*World Water Day*) tahun 2016 sebagai Anggota Sie Acara (MC – Master of Ceremony) KANCIL se – Malang Raya.
- Kompetisi Bangunan Air Indonsia (KBAI) diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2017 sebagai MC (Master of Ceremony).
- Kemah Kerja Mahasiswa (KKM) XXXIX tahun 2017 sebagai MC (Master of Ceremony).

- Kuliah Tamu Air Tanah oleh Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Tanah tahun 2017 sebagai MC (Master of Ceremony).
- Pengenalan Himpunan Mahasiswa Pengairan periode 2016-2017 sebagai MC (Master of Ceremony).

#### 7. PELATIHAN YANG PERNAH DIKUTI

- Kursus Aritmatika di Yayasan Mental Aritmatika Indonesia MENTARI tahun 2007
- Kursus Bahasa Inggris di LIA Malang tahun 2015-2018
- Pelatihan MC (Master of Ceremony) oleh Radio Rakyat Indonesia se - Jawa Timur pada tahun 2015

#### 8. KEAHLIAN YANG DIMILIKI

Kompetensi inti:

Analisis Hidrologi, analisis hidrolika, perencanaan irigasi, perencanaan Drainase, manajemen air tanah, sistem perpipaan, perencanaan bendungan

A. keahlian soft skill

MC formal dan non-formal, jiwa kepemimpinan, teamwork, time management, komunikatif, kemampuan analisa, adaptasi, kreatif, menyukai tantangan

B. keahlian komputer

Microsoft office, AutoCAD, CorelDraw, WaterCAD

Tidak harus diisi semuanya

Diisi sesuai data yang kakak punya

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Jumlah penduduk di Kabupaten Mojokerto yang bekerja dalam sektor pertanian mengalami penurunan yang signifikan dalam 3 tahun terakhir yaitu sebesar 1,02 persen. Hal ini sejalan dengan penurunan rata – rata produksi padi pada tahun 2015 sebesar 59 kw/Ha dari yang sebelumnya tahun 2014 sebesar hampir 63 kw/ha (Badan Pusat Statistik Kabupaten Mojokerto, 2017). Kondisi seperti ini menjadi tantangan pemerintah daerah di masa datang. Pada umumnya petani di Kabupaten Mojokerto bergantung pada air permukaan untuk penyediaan air irigasi, sehingga ketika musim kemarau kebutuhan air irigasi tidak tercukupi. Total luas lahan sawah di Kabupaten Mojokerto adalah 36.616 ha dengan lahan sawah yang beririgasi seluas 31.045 ha, sedangkan sisanya berupa sawah tadah hujan sebesar 5.571 ha (Badan Pusat Statistik Kabupaten Mojokerto, 2016). Sawah beririgasi tersebut terdiri dari sawah beririgasi teknis seluas 29.821ha dan beririgasi sederhana seluas 2.9821 ha (Dinas PU Pengairan Kabupaten Mojokerto, 2013).

Pada musim kemarau lahan pertanian di Desa Sumber Karang mengalami kekeringan, dan sebagian besar petani mengeluhkan gagal panen karena tidak tercukupinya air irigasi untuk lahan pertanian mereka. Pola tanam yang diterapkan oleh petani setempat sebanyak 2 kali dalam setahun yaitu padi dan palawija. Pada saat musim tanam pertama yaitu padi berjalan dengan baik karena ditanam ketika musim hujan, sedangkan pada musim tanam kedua yaitu palawija hasilnya tidak menentu, dan ketika musim tanam ketiga pada saat musim kemarau sebagian besar diberokan karena tidak tersedianya air irigasi dan tanaman palawija ketika musim tanam ketiga sebagian besar gagal panen (Wawancara dengan petani Desa Sumber Karang, 2018).

Pemanfaatan irigasi air tanah dengan sumber dari sumur bor adalah cara untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Hal tersebut ditujukan untuk mengatasi masalah kekurangan air dan upaya meningkatkan produksi pangan yang dihasilkan saat musim kemarau. Upaya tersebut direalisasikan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas, dengan melakukan pemboran sumur produksi. Pembangunan

Sumur Dalam Mojokerto (SDMJ) 619 pada tahun 2016 ini merupakan sumur produksi kedua di Desa Sumber Karang. Dengan dibangunnya Sumur SDMJ 619 yang akan direncanakan untuk mengairi lahan pertanian seluas 39,9 ha dengan debit 40,11 liter/detik beserta jaringan irigasinya sudah direncanakan tetapi belum dibangun hingga saat ini. Namun demikian, banyak daerah yang masih kekurangan air irigasi di Desa Sumber Karang. Berdasarkan kondisi yang telah dinyatakan tersebut maka perlu dilakukan studi alternatif perencanaan jaringan irigasi SDMJ 619 menggunakan sistem saluran bercabang terbuka, agar jaringan tersebut dapat mengairi lahan pertanian seoptimal mungkin dari segi pemberian air. Sehingga diharapkan para petani dapat merasakan langsung manfaat keberadaan sumur produksi untuk mengatasi masalah kekurangan air irigasi dan dapat mengoptimalkan hasil usaha pertanian di desa tersebut.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Desa Sumber Karang memiliki 5 dukuhan di dalamnya dengan total lahan pertanian 169,177 Ha (Dokumentasi lapangan). Sebagian besar lahan pertanian di desa ini mengalami kekeringan ketika musim kemarau. Sehingga tahun 2016 dibangunlah sumur produksi SDMJ 619 yang memiliki potensi debit 40,11 liter/detik untuk mengairi lahan seluas 39,91 ha dan sudah direncanakan jaringan irigasi air tanahnya, tetapi belum dibangun hingga saat ini (Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, 2018). Sumur SDMJ 619 merupakan sumur kedua yang dibangun di desa ini, sedangkan sumur pertama sudah tidak berfungsi lagi (Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, 2018). Banyaknya lahan yang kekurangan air irigasi ketika musim kemarau adalah masalah utama sehingga petani sangat berharap sumur SDMJ 619 dapat mengairi lahan pertanian lebih luas dan meningkatkan hasil panen.

Untuk itu perlu adanya studi alternatif perencanaan jaringan irigasi SDMJ 619 menggunakan sistem saluran bercabang terbuka ini agar daerah yang terairi lebih banyak dan lebih optimal dalam pembagian air ke petak petak sawah yang nantinya sebagai alternatif design jaringan irigasi air tanah yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan instansi terkait sebelum dilakukan pembangunan. Studi ini meliputi perhitungan luas daerah irigasi berdasarkan kebutuhan air irigasinya, perencanaan sistem jaringan perpipaan sistem bercabang terbuka menggunakan paket program *WaterCAD V8i* dengan seoptimal mungkin, pengaturan pola operasi, perhitungan rencana anggaran biaya dari sistem irigasi air tanah.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diajukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah luas daerah oncoran yang dapat diairi oleh sumur produksi SDMJ 619?
2. Bagaimanakah perencanaan jaringan irigasi air tanah sistem perpipaan bercabang terbuka pada daerah oncoran SDMJ 619?
3. Bagaimanakah pola operasi jaringan irigasi air tanah di daerah oncoran sumur produksi SDMJ 619?
4. Berapakah biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan dan pengembangan sistem irigasi air tanah sumur produksi SDMJ 619?

### 1.4 Batasan Studi

Berdasarkan rumusan masalah yang diajukan, maka diberikan batasan studi sebagai berikut:

1. Kondisi topografi di lokasi studi diinterpretasikan berdasarkan peta topografi yang diperoleh dari instansi Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas.
2. Konstruksi sumur menggunakan konstruksi yang telah dibangun oleh Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, Provinsi Jawa Timur.

### 1.5 Tujuan Studi

Tujuan dari studi ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung luas daerah irigasi yang dapat diairi oleh sumur produksi SDMJ 619.
2. Merencanakan jaringan irigasi air tanah sistem perpipaan saluran bercabang terbuka di daerah oncoran sumur produksi SDMJ 619.
3. Merencanakan sistem pembagian air irigasi pada jaringan irigasi air tanah di daerah oncoran sumur produksi SDMJ 619.
4. Menghitung rencana anggaran biaya untuk pembangunan dan pengembangan sistem irigasi air tanah di daerah oncoran sumur produksi SDMJ 619.

### 1.6 Manfaat Studi

Manfaat dari studi ini adalah untuk memberikan alternatif desain jaringan irigasi air tanah yang lebih optimal di daerah oncoran sumur produksi SDMJ 619 kepada instansi terkait dalam hal ini Instansi Kegiatan Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas untuk dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan pembangunan jaringan irigasi air tanah di lokasi studi.



Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Luas daerah oncoran

Luas daerah oncoran adalah kesatuan wilayah yang mendapat air dari suatu jaringan irigasi air tanah. Perencanaan luas areal irigasi sumur pompa didasarkan kepada (Haryono *et al.*, 2009, p.V-19):

1. Kebutuhan air irigasi
2. Efisiensi irigasi
3. Debit sumur dan pompa

Untuk mengetahui luas daerah oncoran menggunakan persamaan dibawah ini (Pabundu, 1990, p.58):

$$\text{Luas daerah oncoran} = \frac{\text{debit}}{\text{efisiensi} \times \text{IR}} \dots\dots\dots (2-1)$$

dengan:

Debit = Debit pompa produksi (liter/detik)

Efisiensi = Efisiensi saluran perpipaan (%)

IR = Kebutuhan air irigasi (liter/detik/ha)

Sebelum menemukan luas daerah oncoran yang harus dilakukan adalah menghitung kebutuhan air irigasi.

##### 2.1.1. Kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono, 2003, p.57). Setiap tanaman memerlukan air mulai dari masa pengolahan lahan, selama persemaian, hingga panen dengan kebutuhan air berbeda – beda tergantung pada jenis tanaman, keadaan iklim seperti dan temperatur. Kebutuhan bersih air di sawah atau biasa disebut sebagai kebutuhan air irigasi ditentukan faktor-faktor berikut (Bardan,2014, p.56):

1. Curah hujan efektif (*Reff*)
2. Penggunaan air konsumtif (*ETc* = Evapotranspirasi tanaman)
3. Perkolasi (*P*)
4. Penyiapan lahan (*PL*)



5. Penggantian lapisan air ( $WLR = \text{Water Land Requirement}$ )

6. Efisiensi irigasi ( $ef$ )

7. Pola tanam

Kebutuhan air irigasi pada tanah pertanian untuk satu unit luasan dinyatakan dalam rumus sebagai berikut (Bardan, 2014, p.57):

$$NFR = PL + ETc + WLR + P - Reff \dots \dots \dots (2-2)$$

Dengan :

$NFR$  = Kebutuhan air bersih (mm)

$ETc$  = Penggunaan air tanaman (mm)

$P$  = Perkolasi (mm/hari)

$WLR$  = Kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (mm)

$PL$  = Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm)

$Reff$  = curah hujan efektif (mm)

Kebutuhan air irigasi untuk tanaman yang direncanakan didasarkan parameter sebagai berikut:

1. Curah hujan

Curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Penentuan curah hujan efektif didasarkan atas curah hujan bulanan, yaitu menggunakan  $R_{80}$  yang berarti kemungkinan tidak terjadinya 20%. Curah hujan efektif untuk padi adalah 70% dari curah hujan yang terlampaui 80% dari waktu periode tersebut. Untuk curah hujan efektif untuk palawija ditentukan dengan periode bulanan (terpenuhi 50%) dikaitkan dengan tabel ET tanaman rata – rata bulanan (Triatmodjo, 2016, p.38). Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Re = 0,7 \times \frac{R_{80}}{10} \dots \dots \dots (2-3)$$

Untuk tanaman palawija maka menggunakan rumus :

$$Re = 0,5 \times \frac{R_{80}}{10} \dots \dots \dots (2-4)$$

2. Evapotranspirasi

Evaporasi adalah penguapan yang terjadi dari permukaan air (seperti laut, danau, sungai), permukaan tanah, dan permukaan tanaman (intersepsi). Transpirasi adalah penguapan melalui tanaman, di mana air tanah diserap oleh akar tanaman yang kemudian dialirkan melalui batang sampai ke permukaan daun dan menguap menuju atmosfer. Gabungan dari evaporasi dan transpirasi disebut evapotranspirasi; yaitu penguapan yang

terjadi di permukaan lahan, yang meliputi permukaan tanah dan tanaman yang tumbuh di permukaan tersebut (Triatmodjo, 2016, p.41). Sedangkan evapotranspirasi potensial adalah kehilangan air yang terjadi bila tak pernah terjadi penguapan, kelembaban tanah untuk penggunaan tanaman (Linsley, 1996, p.169). Ada beberapa metode untuk menentukan evapotranspirasi potensial:

1) Metode Blaney-Criddle

Metode Blaney-Criddle di kembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat yang digunakan menghitung evapotranspirasi potensial berdasarkan data temperatur dan lama penyinaran matahari. Metode ini banyak digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air tanaman (Soemarto, 1986, p.60)

2) Metode Radiasi

Metode ini dipakai terutama untuk stasiun yang memiliki pengamatan suhu udara, panjang hari, dan radiasi. Selain itu metode ini membutuhkan data pendukung berupa lintang, dan besaran angka koreksi (Limantara, 2010, p.25)

3) Metode Penman

Metode penman merupakan penggabungan antara metode transfer massa dan metode neraca energi untuk mendapatkan evaporasi. Kemudian dikalikan dengan faktor empiris untuk menghitung evapotranspirasinya. Meskipun rumus penman menghasilkan evaporasi dari permukaan air bebas, bukanlah tidak mungkin digunakan untuk menghitung evapotranspirasi potensial (Soemarto, 1986, p.60). Metode ini paling banyak data input yang digunakan.

Dalam studi ini perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Blaney-Criddle. Evaporasi dihitung menggunakan metode Blaney-Criddle dengan data temperatur dan angka koreksi (Triatmodjo, 2016, p.43). Data yang diperlukan untuk menghitung evapotranspirasi menggunakan metode Blaney-Criddle adalah letak lintang ( $LL$ ), suhu udara, dan angka koreksi ( $c$ ).

Perhitungan evapotranspirasi sebagai berikut:

Rumus:

$$ET_0^* = P (0,457 t + 8,13) \dots\dots\dots (2-5)$$

$$ET_0 = c \cdot ET_0^* \dots\dots\dots (2-6)$$

dengan:

$ET_0$  = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

$c$  = Faktor koreksi

$ET_0^*$  = Evapotranspirasi (mm/hari)

$P$  = Prosentase rata-rata jam siang malam tergantung letak lintang

$t$  = Suhu udara ( $^{\circ}C$ )

Nilai angka koreksi untuk metode *Blaney Criddle* dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan hubungan  $P$  dan letak lintang di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.1  
Angka Koreksi ( $c$ ) Menurut *Blaney Criddle*

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
C	0,80	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,80	0,80	0,80	0,80

Sumber: Limantara, 2010, p.221

Tabel 2.2  
Hubungan  $P$  dan Letak Lintang (LL)  
(Untuk Indonesia :  $5^{\circ}$  s/d  $10^{\circ}$  LS)

Lintang	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
5,0 Utara	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27
2,5 Utara	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27
0	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
2,5 Selatan	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
5 Selatan	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
7,5 Selatan	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29
10 Selatan	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29

Sumber: Limantara, 2010, p.221.

### 3. Perkolasi

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah tanah dari zona tidak jenuh (antara permukaan tanah sampai permukaan air tanah) sampai ke zona jenuh (Soemarto, 1987, p.80). Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Perkolasi dibedakan berdasarkan kemiringan dan tekstur tanah. Berdasarkan kemiringan, lahan miring  $> 5\%$  dengan perkolasi 2-5 mm/hari. Berdasarkan tekstur, tanah dibedakan menjadi tanah berat (lempung) perkolasi 1-2 mm/hari, tanah sedang (lempung berpasir) perkolasi 2-3 mm/hari dan tanah ringan dengan perkolasi 3-6 mm/hari (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 2013, p.168). Berikut tabel hubungan jenis tanah dengan tingkat perkolasi :

Tabel 2.3  
Hubungan Jenis Tanah dengan Tingkat Perkolasi

Jenis Tanah	Perkolasi (mm / hari)
<i>Sandy Loam</i>	3-6
<i>Loam</i>	2-3
<i>Clay Loam</i>	1-2

Sumber: *Rice Irrigation in Japan* (OTCA), 1973, p.5

Sedangkan Pemerintah Indonesia telah membuat standar pemakaian angka perkolasi seperti disajikan dalam Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4  
Hubungan Jenis Tanah dengan Perkolasi di Indonesia

Jenis Tanah	Perkolasi (mm / hari)
Liat	1,0 – 1,5
Liat berdebu	1,5 – 2,0
Lempung liat	2,0 – 2,5
Lempung liat berpasir	2,5 – 3,0
Lempung berpasir	3,0 – 5,0

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 2013, p.184

#### 4. Kebutuhan air konsumtif tanaman

Kebutuhan air untuk konsumtif tanaman (PAK) merupakan sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan. Air dapat menguap melalui permukaan bumi (evaporasi) maupun melalui daun - daun tanaman (transpirasi). Bila kedua proses penguapan tersebut terjadi bersama-sama, disebut proses evapotranspirasi. Dengan demikian besar kebutuhan air tanaman adalah sebesar jumlah air yang hilang akibat proses evapotranspirasi (Limantara, 2010, p.221).

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air tanaman adalah sebagai berikut:

$$ET_c = k_c \times E_{to} \dots \dots \dots (2-7)$$

dengan:

Etc = kebutuhan air tanaman

Kc = koefisien tanaman

Eto = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

### 5. Kebutuhan air untuk persiapan lahan

Kebutuhan air pada waktu persiapan lahan dipengaruhi oleh faktor – faktor antara lain waktu yang diperlukan untuk persiapan lahan dan lapisan air yang dibutuhkan untuk persiapan lahan. Untuk petak tersier, jangka waktu yang dianjurkan untuk persiapan lahan adalah 1,5 bulan. Bila persiapan lahan terutama dilakukan dengan peralatan mesin, jangka waktu satu bulan dapat dipertimbangkan (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 2013, p.161).

Pada umumnya waktu untuk pekerjaan pengolahan tanah adalah selama satu bulan. Dalam KP- 01, p.164 menjelaskan bahwa kebutuhan air yang diperlukan untuk pengolahan tanah bertekstur berat (lempung) adalah 200 mm, setelah selesai lapisan genangan air di sawah ditambah 50 mm. Hal ini dilakukan sebagai cadangan air yang akan dipakai akibat kehilangan air karena perkolasi dan evaporasi. Jadi kebutuhan air yang diperlukan untuk pengolahan tanah dan lapisan air awal seluruhnya menjadi 250 mm. Air yang dibutuhkan untuk pengolahan tanah setelah dibiarkan bera atau kering lebih dari 2.5 bulan adalah 300 mm . Kebutuhan air irigasi selama persiapan lahan disajikan dalam tabel 2.5.

Tabel 2.5  
Kebutuhan air irigasi selama persiapan lahan

<i>M Eo + P</i> mm/hari	<i>T = 30 hari</i>		<i>T = 45 hari</i>	
	<i>S = 250 mm</i>	<i>S = 300 mm</i>	<i>S = 250 mm</i>	<i>S = 300 mm</i>
5	11,1	12,7	8,4	9,5
5,5	11,4	13	8,8	9,8
6	11,7	13,3	9,1	10,1
6,5	12	13,6	9,4	10,4
7	12,3	13,9	9,8	10,8
7,5	12,6	14,2	10,1	11,1
8	13	14,5	10,5	11,4
8,5	13,3	14,8	10,8	11,8
9	13,6	15,2	11,2	12,1
9,5	14	15,5	11,6	12,5
10	14,3	15,8	12	12,9
10,5	14,7	16,2	12,4	13,2
11	15	16,5	12,8	13,6

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 2013, p.165

### 6. Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (WLR)

Penggantian lapisan air erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Beberapa saat setelah penanaman, air yang digenangkan di permukaan tanah akan kotor dan mengandung zat-zat yang tidak lagi diperlukan tanaman, bahkan akan merusak. Air genangan ini perlu dibuang agar tidak merusak tanaman di lahan. Saat pembuangan lapisan genangan, sampah-sampah yang ada di permukaan air akan tertinggal, demikian pula lumpur yang terbawa dari

saluran saat pengairan. Air genangan yang dibuang perlu diganti dengan air baru yang bersih. Adapun ketentuan-ketentuan penggantian lapisan air (*Water Level Requirement*) adalah sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 2013, p.186):

- 1) Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.
- 2) Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/ hari selama 1½ Bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

#### 7. Pola tata tanam

Pola tanam merupakan pengaturan jadwal tanaman dalam jangka waktu tertentu dalam areal layanan irigasi. Maksud diadakannya pola tata tanam adalah untuk mengatur waktu, tempat, jenis dan luas tanaman pada daerah layanan irigasi dalam rangka meningkatkan efisiensi dalam penggunaan air. Pola ini disesuaikan dengan kecukupan air. Dengan pola tata tanam yang baik diharapkan meningkatkan hasil produksi petani, dengan penggunaan air irigasi secara efektif. Oleh karenanya pemilihan pola tata tanam ini didasarkan pada sifat tanaman hujan dan kebutuhan air (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004, p.V-2):

- 1) Sifat tanaman padi terhadap hujan dan kebutuhan air:
  - a. Memerlukan banyak air dalam pengolahannya.
  - b. Ketika pertumbuhannya membutuhkan banyak air, tetapi ketika berbunga diharapkan tidak hujan dengan intensitas tinggi sehingga bunga tidak rusak dan menghasilkan padi yang baik.
  - c. Menggunakan sistem genangan pada masa pertumbuhannya dengan tinggi genangan 10 cm.
- 2) Sifat palawija terhadap kebutuhan air:
  - a. Membutuhkan lebih sedikit air daripada padi.
  - b. Tidak menggunakan sistem genangan, yang diperlukan hanya kapasitas lapang (*field capacity*) untuk membasahi daerah perakaran.
  - c. Setelah diperoleh kebutuhan air untuk pengolahan lahan dan pertumbuhan, kemudian dicari besarnya kebutuhan air untuk irigasi berdasarkan pola tanam dan rencana tata tanam dari daerah yang bersangkutan.

Beberapa pokok yang mendasari diperlukannya tata tanam (Wirosoedarmo, 1995, p84), yaitu:

- 1) Sumur pompa menghasilkan air ketika musim kemarau tetapi terbatas ketersediaanya sehingga perlu menganalisis persediaan air irigasi.
- 2) Dengan adanya pola tanam dan pasokan air tanah diharap dapat meningkatkan produksi dan intensitas tanam yang tadinya ditanami 2 kali dalam setahun (padi – palawija), setelah mendapat aliran pompa dapat dirubah menjadi 3 kali (padi – padi – palawija) dalam setahun.
- 3) Mengefisiensi air yang terbatas agar memenuhi kebutuhan setiap petak sawah.
- 4) Memilih jenis dan umur tanaman yang berumur pendek, sehingga penyusunan pola tata tanam dapat diatur untuk memperbesar intensitas tanaman.

### **2.1.2. Efisiensi irigasi**

Efisiensi irigasi adalah perbandingan air yang dipakai dan air yang disadap, dinyatakan dalam persen (Bardan, 2014, p.9). Kehilangan air umumnya terjadi di saluran dan di lahan pertanian. Untuk irigasi air tanah dengan sistem perpipaan disyaratkan kehilangan air di saluran sama dengan 0% dan kehilangan air di lahan pertanian diperkirakan 15%. Hal ini akan diasumsikan karena petani harus membayar biaya operasi maka petani akan lebih hemat air (Haryono *et al.*, 2009, p.V-18).

Menurut Triatmodjo (2013) perbandingan antara jumlah air yang benar-benar sampai ke petak sawah dengan jumlah air yang disadap disebut dengan efisiensi irigasi. Penggunaan pipa sebagai media penyalur air irigasi merupakan solusi dalam peningkatan efisiensi irigasi yang pada akhirnya berdampak meningkatnya produksi pangan (Fajar *et al.*, 2016). Irigasi pipa dapat mengontrol pemakaian air sesuai kebutuhan dan tidak ada terjadi rembesan selama penyaluran air (Saptomo *et al.*, 2016).

### **2.1.3. Debit sumur dan pompa**

Ketersediaan air sumur bor (debit sumur) telah ditentukan melalui pumping test yang dilaksanakan oleh instansi terkait. Disamping kuantitas (debit) juga harus dijamin kualitas airnya, kualitas air dapat dilihat dari hasil analisa air yang dilakukan di laboratorium. Debit air sumur tidak mengalir setiap saat selama 24 jam, namun dibatasi sesuai dengan karakteristik potensi air tanah, pompa dan mesin penggerak (Haryono *et al.*, 2009, p.V-13).

Berbagai teknik pengembangan telah dilakukan untuk penyadapan, pengambilan dan pemanfaatan air tanah. Berikut adalah tipe dan kapasitas sumur pompa yang diutamakan bagi pengelolaan air tanah (Amas, 1994, p.IV-8):

1. Sumur bor dangkal (*Shallow Tube Well*)

Sumur yang dibuat dengan pemboran tenaga manusia, menggunakan pipa naik berdiameter Ø 2". Kedalaman sumur  $\pm 30 - 40$  m, menyadap akuifer bebas dan berkapasitas 1 – 3 liter/ detik. Pengambilan air dengan pompa hisap dan mampu mengoncori 1 – 3 ha.

2. Sumur bor menengah (*Intermediate Tube Well*)

Sumur yang dibuat dengan mesin bor, kedalaman 30 – 60 meter dengan menyadap akuifer bebas dan akuifer tertekan dan mampu mengairi seluas 8 – 12 ha. Diameter sumur untuk *Casing* dan *Screen* di bagian bawah berdiameter Ø 3". Sedangkan untuk *Pump Chamber* di bagian atas berdiameter Ø 6". Debit sumur bor menengah berkisar 5 – 15 liter/detik. *Static Water Level* berkisar 2 – 5 m. Jenis Pompa yang digunakan adalah *Centrifugal*. Kapasitas debit pompa 10 liter/ detik, dengan total head pompa 15 – 30 m dan *Suction Head Maximum* pompa sebesar 8 m.

3. Sumur bor dalam (*Deep Tube Well*)

Sumur bor yang dibuat dengan mesin bor, kedalaman lebih besar dari 60 – 150 m. Pengambilan air menggunakan pompa turbin (*Vertical Turbine Pump*) yang digerakkan menjadi mesin diesel, pompa listrik selam (*Electric Submersible Pump*) dengan kapasitas 15 – 60 liter/detik. Sumur ini menyadap akuifer semi tertekan atau akuifer tertekan. Diameter sumur untuk *Casing* dan *Screen* di bagian bawah berdiameter Ø 6". Sedangkan untuk *Pump Chamber* di bagian atas berdiameter Ø 12". Debit sumur sebesar 15 hingga 60 liter/detik. *Static Water Level* berkisar 5 – 15 m. Menggunakan jenis pompa Turbin / *Submersible*. Dengan kapasitas debit pompa 30 liter/detik dan total head pompa sebesar 40 – 90 m.

Perencanaan jaringan irigasi air tanah ini menggunakan sumur bor dalam dengan debit 40,11 liter/detik. Pompa yang digunakan adalah jenis turbin, pompa yang kedudukannya ada di bawah permukaan air yang akan dipompa, namun tenaga penggerakannya berada di permukaan tanah, sehingga untuk menggerakkan pompa tersebut pompa disambung dengan beberapa pipa memanjang.

## 2.2. Jaringan irigasi air tanah menggunakan saluran tertutup sistem saluran bercabang terbuka

### 2.2.1. Sistem pemompaan

Pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk menaikkan atau memindahkan zat cair dari permukaan yang rendah ke permukaan yang tinggi. Sedangkan pemompaan adalah penambahan energi untuk memindahkan zat cair dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi.

#### 1. Perencanaan pompa

Dalam operasinya pompa harus memenuhi head yang diperlukan oleh sistem pipa. Besarnya head sistem yaitu head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair melalui sistem adalah sama dengan head untuk mengatasi kerugian gesek ditambah head statis sistem. Head statis ini adalah potensial dari beda ketinggian permukaan dan beda tekanan statis pada kedua permukaan zat cair pada tadah isap dan tadah keluar. Perhitungan total head pompa dapat dihitung berdasarkan persamaan (Todd, 1980, p.180):

$$H = h_s + h_p \dots \dots \dots (2-8)$$

dengan:

H = Total head pompa (m)

$h_s$  = Head Isap (m)

$h_p$  = Head Tekan (m)

Head isap merupakan perbedaan elevasi antara tinggi muka air dan pusat pompa, ditunjukkan dengan persamaan (Todd, 1980, p.181):

$$h_s = \text{PWL} = \text{SWL} + \frac{Q}{q_s} \dots \dots \dots (2-9)$$

dengan:

$h_s$  = Head Isap (m)

PWL = Muka air tanah pemompaan (m)

SWL = Muka air tanah statis (m)

Q = Debit pemompaan (liter/detik)

$Q_s$  = Debit jenis (liter/detik/meter)

#### 2. Jenis pompa dan mesin penggerak

Hal utama dalam memilih suatu pompa adalah harus diketahui kapasitas aliran dan head yang diperlukan untuk mengalirkan air tanah yang akan dipompa untuk megairi sawah. Pada studi ini digunakan pompa turbine yaitu jenis pompa turbin vertikal

(*vertical turbine pump*). Kelebihan dari pompa jenis ini adalah konstruksi yang sederhana, efisiensi yang tinggi karakteristik yang stabil, dan pemakaian awal tidak perlu dipancing. Penentuan jenis pompa ini berdasarkan tinggi tekan total (*total head*) yang diperlukan, jenis dan ukuran pipa yang digunakan (Arsyad, 2017).

Agar pompa dapat melaksanakan fungsinya mengambil air dari sumur untuk dialirkan ke petak – petak sawah, maka pompa memerlukan motor penggerak. Motor penggerak yang biasa digunakan untuk menggerakkan pompa adalah (Haryono *et al.*, 2009 p.VI-15):

#### 1) Motor diesel

Pada umumnya digunakan untuk menggerakkan pompa dengan kapasitas lebih besar (di atas 10 liter/detik), digunakan untuk pompa sentrifugal untuk sumur menengah maupun pompa turbin untuk sumur dalam. Motor diesel ini berpendingin udara atau air dengan sistem engkol atau elektrik. Pelaksana operasi dan pemeliharaan motor diesel pada umumnya diperlukan tenaga yang lebih terampil.

#### 2) Elektro motor

Digunakan untuk menggerakkan pompa sentrifugal berkapasitas 10 liter/detik sebagai uji coba di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Tenaga listrik yang diperlukan oleh mesin ini menggunakan pasokan PLN (jadi tidak menggunakan generator set).

#### 3) Generator set

Pada umumnya digunakan untuk menggerakkan pompa submersibel. Operasi dan pemeliharaan dari motor ini diperlukan tenaga yang benar – benar terampil karena masyarakat pada umumnya masih belum terbiasa dengan sistem elektrik.

Dalam studi ini menggunakan motor diesel karena sesuai dengan pompa yang digunakan yakni pompa turbin dan tidak membutuhkan keterampilan yang rumit seperti generator set sehingga sesuai dengan masyarakat setempat. Selain itu motor diesel lebih hemat listrik dibandingkan elektro motor dan generator set sehingga lebih ekonomis untuk petani setempat.

### **2.2.2. Perencanaan jaringan perpipaan**

Pipa merupakan komponen utama dalam jaringan perpipaan yang menghubungkan sumber air dengan daerah layanan (Triatmadja, 2014, p.25). Perencanaan jaringan (*lay out*) perpipaan diharapkan menghasilkan tekanan atau garis energi yang serendah mungkin,

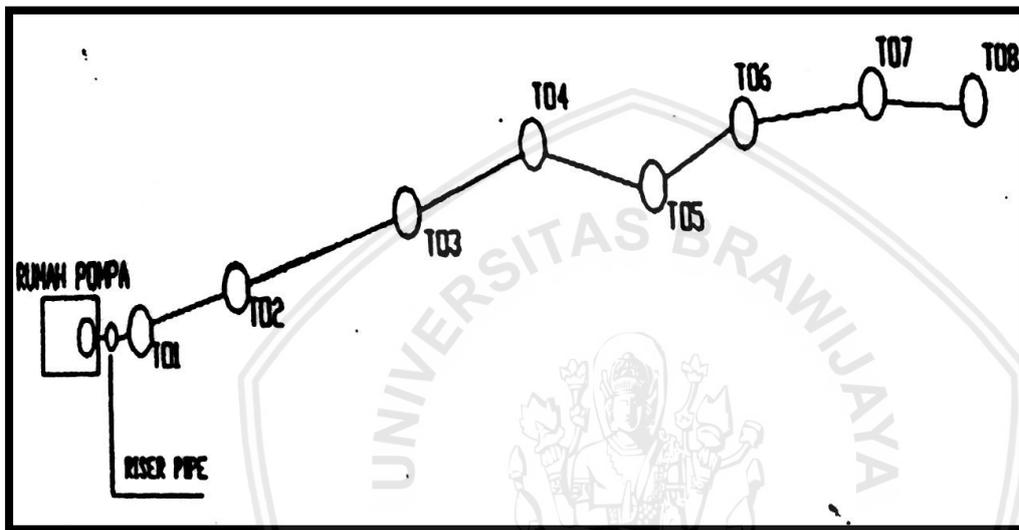
sehingga dapat mengurangi spesifikasi mesin pompa. Ada 3 macam sistem saluran perpipaan (Haryono *et al.*, 2009, p.V-21):

1. Saluran tunggal atau saluran menerus

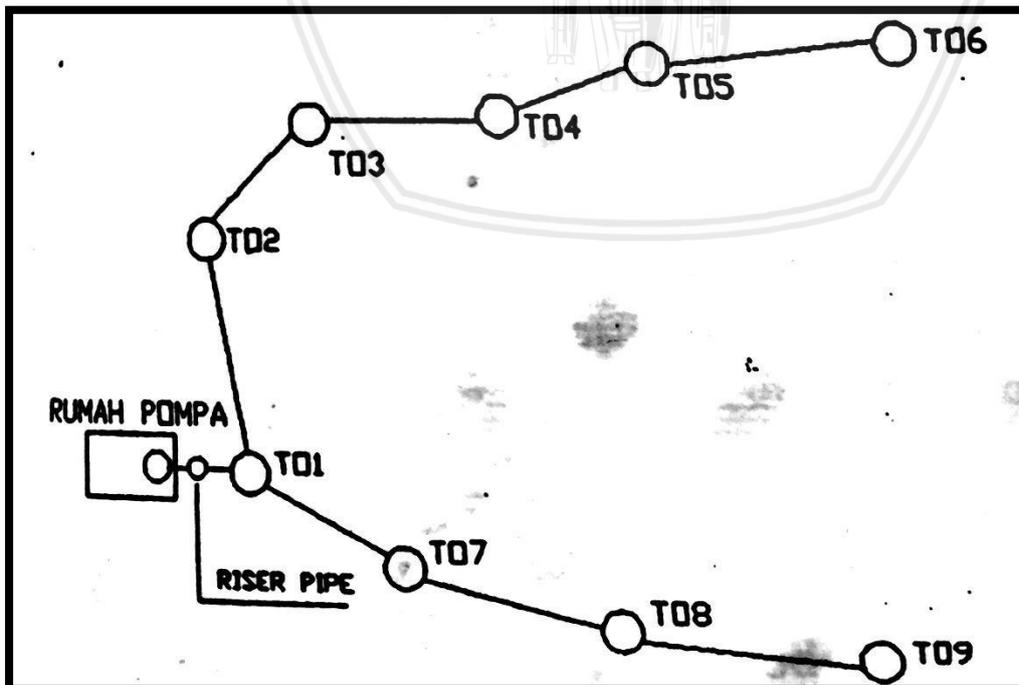
Jenis saluran ini diterapkan pada areal yang cenderung menurun agak terjal dan saluran punggung, seperti ditunjukkan pada *Gambar 2.1*.

2. Saluran bercabang terbuka

Saluran ini diterapkan pada medan yang luas dan cenderung menurun, seperti ditunjukkan pada *Gambar 2.2*.



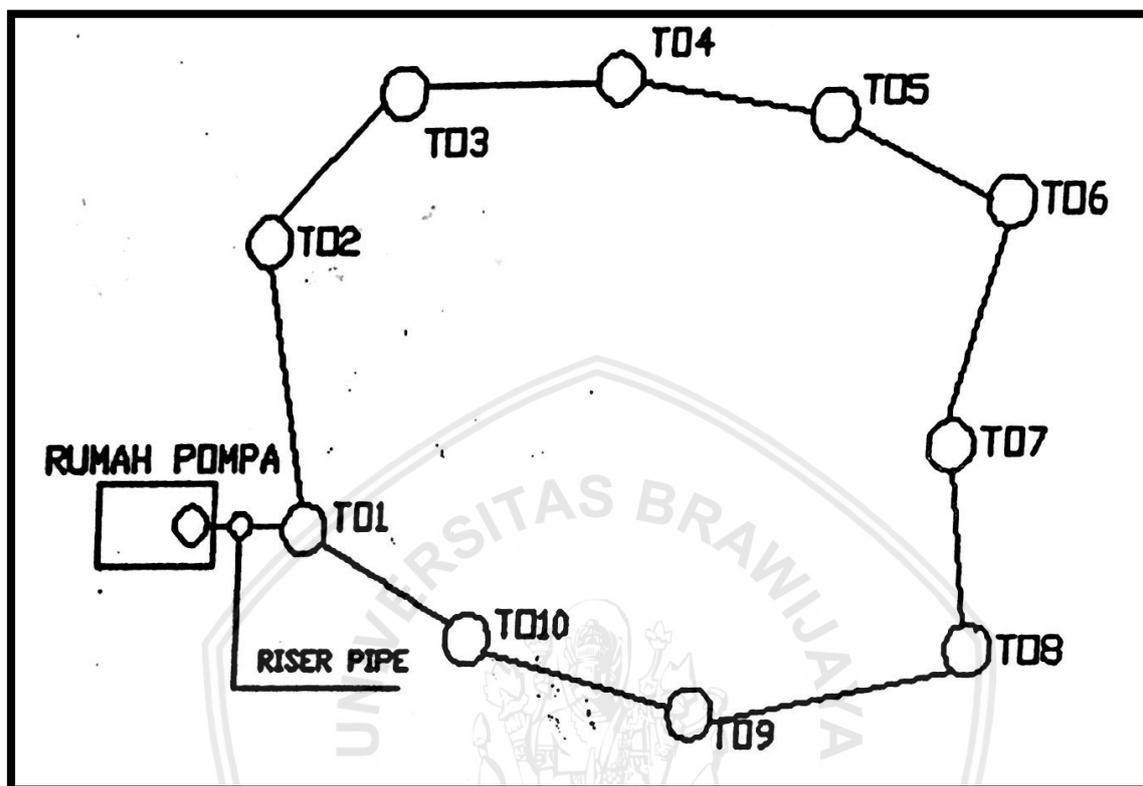
*Gambar 2.1* Layout Saluran Tunggal  
Sumber: Haryono *et al.*, 2009, p.V-21



*Gambar 2.2* Layout Saluran Bercabang Terbuka  
Sumber: Haryono *et al.*, 2009, p.V-21

3. Saluran bercabang tertutup atau melingkar

Saluran ini diterapkan pada medan yang melebar cenderung naik atau bergelombang, seperti ditunjukkan pada *Gambar 2.3*.



*Gambar 2.1* Layout Saluran Melingkar

Sumber: Haryono *et al.*, 2009 p.V-22

Pada studi kali ini menggunakan saluran bercabang terbuka, karena melihat kontur di lapangan bahwa luas daerah oncoran cenderung menurun dan kontur di tepi kanan dan kiri lebih tinggi dari pada di tengah daerah studi. Pemilihan ini bertujuan untuk menghasilkan tekanan serendah mungkin yang nantinya dapat mengurangi beban kerja pompa. Berdasarkan besarnya debit sumur yang didapat dari uji pemompaan.

Perencanaan jaringan perpipaan ini menghitung beberapa persamaan:

1. Kehilangan tinggi tekan mayor

Beberapa persamaan yang dapat digunakan dalam menentukan besarnya kehilangan tinggi tekan mayor seperti persamaan *Hazen-Williams*, *Darcy-Weisbach*, *Manning*, *Chezy*, *Colebrook-White* dan *Swamme-Jain*. Dalam studi ini menggunakan persamaan *Hazen-Williams*, adapun persamaannya sebagai berikut (Priyantoro, 1991, p.21):

$$Q = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54} \dots\dots\dots (2-10)$$

$$V = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54} \dots\dots\dots (2-11)$$

dengan:

$V$  = kecepatan aliran pada pipa (m/detik)

$C_{hw}$  = koefisien kekasaran pipa menurut *Hazen-Williams*

$A$  = luas penampang aliran ( $m^2$ )

$Q$  = debit aliran pada pipa ( $m^3/detik$ )

$S$  = kemiringan hidraulik

$$= \frac{h_f}{L}$$

$R$  = jari-jari hidraulik (m)

$$= \frac{A}{P} = \frac{\frac{1}{4}\pi D^2}{\pi D}$$

$$= \frac{D}{4}$$

Untuk  $Q = \frac{V}{A}$ , didapatkan persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut *Hazen-Williams* sebesar (Priyantoro, 1991, p.22):

$$h_f = k \cdot Q^{1,85} \dots\dots\dots (2-12)$$

$$k = \frac{10,7 L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}} \dots\dots\dots (2-13)$$

dengan:

$h_f$  = Kehilangan tinggi tekan mayor (m)

$D$  = Diameter pipa (m)

$k$  = Koefisien karakteristik pipa (m)

$L$  = Panjang pipa (m)

$Q$  = Debit aliran pada pipa ( $m^3/detik$ )

$C_{hw}$  = Koefisien kekasaran *Hazen-Williams*

Tabel 2.6  
Koefisien Kekasaran Pipa *Hazen-Williams* ( $C_{hw}$ )

Material pipa	Koefisien kekasaan pipa
<i>Asbestos Cement</i>	140
<i>Brass</i>	130-140
<i>Brick sewer</i>	100
<i>New Unlined</i>	130
<i>10 years old</i>	107-113
<i>20 years old</i>	89-100
<i>30 years old</i>	75-90
<i>40 years old</i>	64-83

Lanjutan Tabel 2.6 Koefisien Kekasaran Pipa *Hazen-Williams* ( $C_{hw}$ )

Material pipa	Koefisien kekasaran pipa
<i>Steel forms</i>	140
<i>Wooden forms</i>	120
<i>Centrifugally spun</i>	135
<i>Copper</i>	130-140
<i>Galvanized iron</i>	120
<i>Glass</i>	140
<i>Lead</i>	130-140
<i>Plastic (PVC)</i>	140-150
<i>Coal-tarenamel lined</i>	145-150
<i>New unlined</i>	145-150
<i>Riveted</i>	110
<i>Tin</i>	130
<i>Virified clay</i>	110-140
<i>Wood stave</i>	120

Sumber: Priyantoro, 1991, p.20

## 2. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Kehilangan tinggi tekan minor merupakan salah satu faktor bertambahnya nilai dari kehilangan tinggi tekan pada aliran perpipaan ini. Adanya perubahan penampang pipa, besarnya belokan, adanya pipa sambungan termasuk dalam *Minor Losses* yang harus diperhitungkan dalam analisis hidrolika. Kehilangan tenaga akibat gesekan pada pipa panjang biasanya jauh lebih besar daripada kehilangan tenaga sekunder. Pada pipa pendek kehilangan tenaga harus diperhitungkan. Apabila kehilangan tenaga sekunder kurang dari 5% dari kehilangan tenaga akibat gesekan maka kehilangan tersebut dapat diabaikan (Joko, 2010, p.29).

Perhitungan kehilangan tinggi tekan ini berdasarkan kecepatan di dalam pipa, gaya gravitasi dan terdapat nilai  $K$  yang merupakan besarnya sudut belokan pipa. Penentuan nilai  $K$  dapat dilihat pada Tabel 2.7. Perhitungan kehilangan tinggi tekan minor menggunakan persamaan (Priyantoro, 1991, p.27):

$$h_{Lm} = K \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2-14)$$

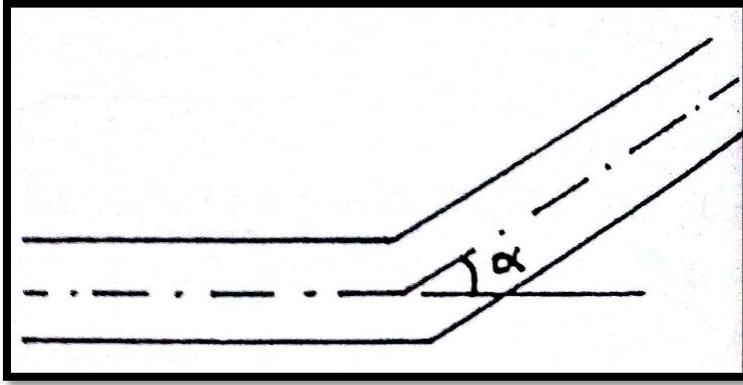
dengan:

$h_{Lm}$  = kehilangan tinggi tekan minor (m)

$K$  = koefisien kontraksi

$v$  = kecepatan rata-rata pada pipa (m/detik)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m^2/detik$ )



Gambar 2.2 Belokan pada Pipa

Sumber: Triatmodjo, 2003

Tabel 2.7

Nilai Koefisien Kontraksi  $K$  sebagai fungsi Sudut Belokan

$\alpha$	20°	40°	60°	80°	90°
$K$	0,05	0,14	0,36	0,74	0,98

Sumber: Triatmodjo 2003

Untuk belokan dengan sudut 90° harus dengan berangsur-angsur, selain untuk menekan besarnya kehilangan juga mencegah bocoran di sambungan atau belokan pipa. Kehilangan ini juga bergantung pada jari-jari belokan dan diameter pipa yang digunakan. Yang telah disebutkan sebelumnya, jaringan perpipaan dipilih karena memiliki banyak kelebihan di bandingkan dengan saluran terbuka. Perencanaan jaringan pipa harus memenuhi kriteria-kriteria agar saat pengoperasian dapat berjalan sesuai dengan standar yang berlaku. Berikut ini kriteria jaringan pipa menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2002):

1. Kecepatan 0,1 – 2,5 m/detik

1) Kecepatan kurang dari 0,1 m/detik

- a. Diameter pipa diperkecil.
- b. Ditambahkan pompa.
- c. Elevasi hulu pipa hendaknya lebih tinggi (d disesuaikan di lapangan).

2) Kecepatan lebih dari 2,5 m/detik

- a. Diameter pipa diperbesar.
- b. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir.

2. *Headloss Gradient* 0 – 15 m/km

1) *Headloss Gradient* lebih dari 15 m/km

- a. Diameter pipa diperbesar.
- b. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir pipa.

### 3. Tekanan 0-8 atm

- 1) Tekanan kurang dari 0 bar
  - a. Diameter pipa diperbesar.
  - b. Ditambahkan pompa.
  - c. Pemasangan pipa yang kedua di bagian atas, sebagian atau keseluruhan dari panjang pipa.
- 2) Tekanan lebih dari 8 atm
  - a. Diameter pipa diperkecil.
  - b. Ditambahkan bangunan bak pelepas tekan.
  - c. Pemasangan *Pressure Reducer Valve* (PRV).

Kriteria jaringan pipa menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2002) di atas diperuntukkan untuk pipa jenis pvc yang digunakan untuk distribusi air minum, karena pada studi ini menggunakan pipa pvc dan diperuntukkan untuk irigasi maka harus memenuhi syarat kecepatan tidak kurang dari 0,1 meter/detik dan tidak lebih dari 2,5 meter/detik.

#### **2.2.3. Bangunan teknis jaringan irigasi air tanah sistem perpipaan**

Untuk menunjang fungsi jaringan irigasi air tanah maka diperlukan pembangunan sarana dan pra-sarana JIAT sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004, p. VI-4):

##### 1. Bangunan rumah pompa

Bangunan rumah pompa ini berfungsi untuk melindungi pompa, motor penggerak dan sekaligus sebagai tempat perbaikan kerusakan kecil untuk menyimpan suku cadang. Tipe dan ukuran rumah pompa akan dipengaruhi jenis pompa dan motor penggerak. Rumah pompa ini dibangun dengan susunan batu bata, berlantai beton, atap sebaiknya dari asbes bergelombang agar dapat dibuka dan ditutup ketika ada perbaikan. Sedangkan pondasi pompa dan mesin dibuat dari kerangka yang berfungsi sebagai penahan getaran dari mesin penggerak maupun dari pompa. Penggunaan pintu pagar dalam bangunan rumah pompa ini berdasarkan luas halamannya, jika halaman luas menggunakan pintu pagar buka-tutup. Jika halaman tidak luas menggunakan pintu sorong.

##### 2. Bangunan pembagi

Bangunan bagi adalah bangunan berukuran uniform yang terbuat dari pasangan batu bata, berguna untuk mengalirkan air irigasi ke petak sawah, saluran atau untuk pengecekan sistem distribusi perpipaan. Bangunan ini tidak dapat dipisahkan dengan katup alfalfa.

##### 3. Bangunan pelepas tekanan air

Desain bangunan pelepas tekanan air atau biasa disebut *riser pipe* adalah berupa pipa besi yang dibagian samping luarnya dilengkapi dengan tabung / selang plastik transparan yang dipasang berdiri tegak pada pangkal saluran pipa didekat rumah pompa, yang berfungsi untuk memonitor fluktuasi tinggi tekanan air pada saat sistem tersebut beroperasi. *Riser pipe* ini juga dapat berfungsi untuk mengeluarkan gelembung-gelembung udara (*air bubble*) yang terbentuk akibat proses pemompaan. Tinggi bangunan pelepas tekanan ini biasanya berkisar antara 3 – 5 m diatas muka tanah, dan hal ini tergantung dari hasil perhitungan hidroliknya. Berikut persamaan untuk menghitung tinggi *riser pipe* (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004):

Tinggi riser pipe = elevasi mulut TO + total Hf – elevasi sumur pompa + 0,4 m .... (2-15)

dengan:

Elevasi mulut TO = elevasi muka tanah + 1,2 meter

Total Hf =  $h_f = k \cdot Q^{1,85}$  (persamaan 2-12)

Penambahan 0,4 meter pada merupakan ketentuan yang merupakan tinggi jagaan (*free board*) sebesar minimum 40 cm agar air tidak sampai meluap lewat ujung atas Riser Pipe tersebut.

#### 4. Bangunan pelepas tekanan udara

Pembuangan udara pada saluran pipa ini terutama diperlukan pada saat terjadi pengisian awal, dimana air dari pompa akan mendorong dan menjebak udara yang telah dipakai pada saluran pipa ini yakni :

- 1) Dengan cara memasang pipa besi berdiri tegak (*stand pipe*) berpangkal pada saluran pipa PVC yang dihubungkan dengan fitting T-joints dan flens adaptor. Ujung atasnya terbuka bebas berhubungan dengan udara luar.
- 2) Menggunakan katup udara otomatis (*air valve*).

Penggunaan Stand Pipe, dilakukan apabila keadaan topografi/medannya memungkinkan, karena selain untuk membuang udara, stand pipe ini juga dapat berfungsi sebagai peredam kemungkinan adanya *water hammer*. Tetapi elevasi puncak dari stand pipe ini harus lebih tinggi dari garis tekanan air yang paling maksimum ditempat itu, agar dapat dihindari tumpahnya air melewati puncak stand pipe. Namun bila ditinjau dari kelayakan segi konstruksinya, tinggi stand pipe yang dipasang sebaiknya tidak lebih dari 5 meter. Apabila pemasangan stand pipe ini tidak memungkinkan atau terlalu tinggi, maka sebagai alternative lain untuk membuang udara didalam pipa adalah menggunakan katup udara otomatis (*air valve*).

## 2.3. Pola operasi sistem irigasi air tanah

### 2.3.1. Pengaturan pembagian air

Pengaturan pembagian air irigasi terbagi atas beberapa sistem (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004):

1. Pemberian air secara mengalir dan menggenang (*stagnant*)

Penggenangan air irigasi yang dilakukan terus menerus dengan ketinggian yang sama sepanjang pertumbuhan pemberian tanaman. Keadaan ini dapat dilakukan apabila jumlah air yang tersedia dalam kondisi cukup. Dengan tinggi genangan < 5 cm, maka diperoleh produksi yang tinggi dan air lebih efisien (hemat).

2. Penggenangan air secara terus menerus (*continuous flooding*)

Pengaliran air irigasi yang dilakukan terus menerus, cara ini dilakukan bila ketersediaan air dalam jumlah yang melimpah. Air dialirkan dari petak sawah ke petak lainnya melalui batang bambu atau lubang di pematang sepanjang masa pertumbuhan tanaman. Cara ini dinilai boros air serta pemakaian pupuk maupun pestisida tidak efisien.

3. Pemberian air secara terputus – putus (*intermittent*)

Pemberian air secara terputus – putus yaitu memberikan air dengan penggenangan yang diselingi dengan pengeringan (pengatusan) pada jangka waktu tertentu, yaitu saat pemupukan dan penyiangan. Cara ini disarankan karena dapat meningkatkan produksi dan penghematan penggunaan air.

4. Sistem giliran (*rotasi*)

Pemberian air sistem bergilir adalah pemberian air secara bergantian menurut blok persawahan tertentu pada jadwal waktu yang telah ditentukan sesuai dengan giliran. Penggunaan sistem bergilir karena keterbatasan debit air dan kapasitas pompa.

Pada perencanaan jaringan irigasi air tanah sistem perpipaan ini menggunakan sistem bergilir (*rotasi*) karena keterbatasan debit air maupun kapasitas pompa, serta efisiensi bahan bakar pompa. Pemberian sistem ini bertujuan untuk menghemat air dari pemompaan agar dapat dibagi rata keseluruh daerah oncoran. Pengaturan air sistem giliran dan berapa jam sumur pompa beroperasi ditentukan oleh para petani melalui P3A daerah oncoran (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004, p.VIII-1).

Air irigasi yang dialiri melalui pipa pada suatu blok sawah tertentu dalam suatu periode waktu tertentu akan dihentikan dan selanjutnya dialirkan ke blok lain dalam suatu daerah oncoran sampai akhirnya kembali ke blok semula. Guna memudahkan pengaturan air irigasi, di daerah oncoran dengan luas 40 – 90 ha, sebaiknya dibagi menjadi 5 – 7 blok dimana luas

masing – masing blok berkisar antara urutan blok yang dikehadaki dalam satu daerah oncoran (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004, p.VIII.2).

Sesuai dengan kemampuan pompa maka pada waktu musim kemarau pengoperasiannya memerlukan waktu 7 – 18 jam selama 1 hari. Sedangkan pada musim hujan hanya dioperasikan sewaktu – waktu diperlukan seperti tanaman memang memerlukan air atau untuk pemanasan mesin. Agar pembagian air dapat lebih merata dan adil maka jam pengoperasiannya perlu diatur sesuai dengan luas masing – masing blok (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004, p.VIII-3).

Dalam Permen PUPR no. 12 tahun 2015 tentang eksploitasi dan pemeliharaan jaringan irigasi telah diatur dalam sistem pembagian air seperti dibawah ini:

1. Kondisi debit lebih besar dari 70% debit rencana air irigasi dari saluran primer dan sekunder dialirkan secara terus-menerus (*continous flow*) ke petak-petak tersier melalui pintu sadap tersier
2. Kondisi debit 50-70% dari debit rencana air irigasi dialirkan ke petak-petak tersier dilakukan dengan rotasi. Pelaksanaan rotasi dapat diatur antar sal sekunder misalnya jaringan irigasi mempunyai 2 (dua) saluran sekunder A dan sekunder B maka rotasi dilakukan selama 3 (tiga) hari air irigasi dialirkan ke sekunder A dan 3 (tiga) berikutnya ke sekunder B demikian seterusnya setiap 3 (tiga) hari dilakukan penggantian sampai suatu saat debitnya kembali normal.
3. Cara pemberian air terputus-putus (*intermitten*) dilaksanakan dalam rangka efisiensi penggunaan air pada jaringan irigasi yang mempunyai sumber air dari waduk atau dari sistem irigasi pompa, misalnya 1 (satu) minggu air waduk dialirkan ke jaringan irigasi dan 1 (satu) minggu kemudian waduknya ditutup demikian seterusnya sehingga setiap minggu mendapat air dan satu minggu kemudian tidak mendapat air.

Pada perencanaan jaringan irigasi air tanah sistem perpipaan ini menggunakan sistem bergilir (*rotasi*) dan kondisi debit ditentukan sebesar 70% dari debit rencana. Hal ini dilakukan untuk menghemat air dari pemompaan agar dapat dibagi rata keseluruh daerah oncoran. Belum ada rumus yang pasti tentang perhitungan giliran air antara blok – blok di daerah irigasi pompa (Haryono *et al.*, 2009, p.VI-7). Lama pemberian air dihitung dalam 1 minggu setiap bloknnya, sehingga lama waktu dikalikan 7 (Safitri, 2014, p.31):

$$\text{total (jam)} = 7 \times \text{lama pengoperasian pompa} \dots\dots\dots(2-17)$$

$$\text{lama pemberian air blok X} = \text{total waktu} \frac{x}{\sum x} \dots\dots\dots(2-18)$$

Keterangan:

$x$  = luas wilayah blok ke- $x$  (ha)

$\Sigma x$  = Total luas daerah oncoran (ha)

Total waktu = waktu yang dibutuhkan dalam 1 minggu (jam)

## 2.4. Rencana anggaran biaya

RAB atau Rencana Anggaran Biaya merupakan estimasi, yang berarti suatu rencana biaya sebelum bangunan atau proyek dilaksanakan. Diperlukan baik oleh pemilik bangunan atau *owner* maupun kontraktor sebagai pelaksana pembangunan. RAB yang biasa disebut juga biaya konstruksi sebenarnya (*actual cost*) baru dapat disusun setelah selesai pelaksanaan proyek. Metode perhitungan untuk pembangunan sistem irigasi air tanah meliputi biaya pembangunan sumur, konstruksi rumah pompa dan kelengkapannya, jalam masuk ke rumah pompa, penggalian tanah dan penimbunan jaringan pipa PVC (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004, p. VII-1):

### 2.4.1 Konsep dasar

Biaya konstruksi dihitung berdasarkan konsep sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004, p. VII-1):

1. Perkiraan biaya berdasarkan tingkat harga setiap tahun anggaran.
2. Analisa harga satuan berdasarkan BOW (*Burgerlyke Openbare Werken*).
3. Kuantitas konstruksi berdasarkan ruang lingkup pekerjaan sesuai dengan perencanaan detail.
4. Upah buruh, bahan – bahan lokal, pekerjaan kayu, pekerjaan besi (ventilasi, perkuatan dan pintu rumah pompa).

### 2.4.2 Analisa Harga Satuan

Setelah desain bangunan dan susunan desain selesai, perencanaan mempersiapkan perhitungan kuantitas. Jumlah setiap item pekerjaan yang berhubungan dengan bangunan dan jalur pipa dihitung berdasarkan dimensi atau ukuran yang terdapat pada gambar standar dan susunan desain setiap jaringan. Perhitungan kuantitas dari setiap item akan nyata apabila diukur langsung di lapangan pada bangunan yang telah dikonstruksi (Biaya konstruksi dihitung berdasarkan konsep sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004). Rencana Anggaran Biaya merupakan jumlah seluruh hasil kali volume tiap pekerjaan dengan harga satuan masing-masing. Berikut ini analisa harga satuan dalam studi perencanaan ini:

1. Bahan-bahan atau material bangunan

Biasanya dibuat daftar bahan yang menjelaskan mengenai banyaknya, beratnya dan ukuran-ukuran lain yang diperlukan. Seorang tukang ukur bahan atau disebut quantity surveyor biasanya membuat suatu daftar bahan yang diperlukan dan daftar ini dipakai oleh para pemborong untuk membuat penawaran harga.

## 2. Buruh

Biaya buruh sangat dipengaruhi oleh bermacam-macam hal seperti: panjangnya jam kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan, keadaan tempat pekerjaan, keterampilan dan keahlian buruh yang bersangkutan.

## 3. Peralatan

Suatu peralatan yang diperlukan untuk suatu jenis konstruksi, haruslah termasuk didalamnya bangunan-bangunan sementara, mesin-mesin, alat-alat tangan (*tools*). Misalnya peralatan yang diperlukan untuk pekerjaan beton ialah mesin pengaduk beton, alat-alat tangan untuk membuat cetakan, memotong dan membelokkan besi-besi tulangan, gudang dan alat-alat menaikan dan menurunkan bahan, alat angkut dan lain sebagainya. Semua peralatan dapat ditempatkan disuatu tempat atau sebagian ditempat lain tergantung dari keadaan setempat.

## 4. Biaya tak terduga atau *Overhead*

Biaya yang tak terduga biasanya dibagi menjadi dua bagian yaitu: biaya tak terduga umum dan biaya tak terduga proyek. Biaya tak terduga umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan ke suatu jenis pekerjaan dalam proyek misalnya: sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis menulis, air, listrik, telepon, asuransi, pajak, bunga uang, biaya-biaya notaris, biaya perjalanan dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil.

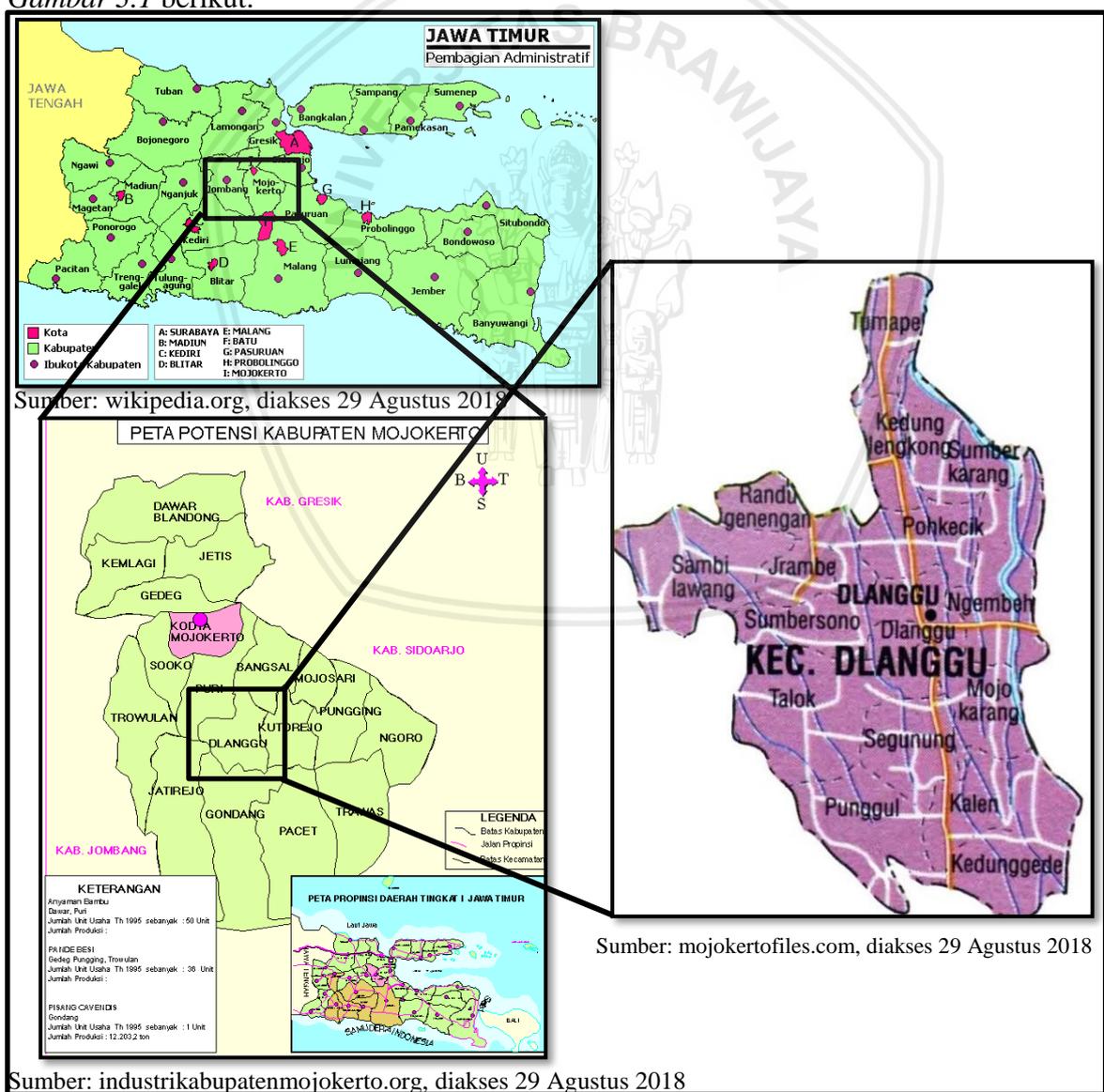
## 5. Profit

Menghitung prosentase keuntungan dari waktu, tempat dan jenis pekerjaan. Biasanya keuntungan dinyatakan dengan prosentase dari jumlah biaya berjumlah sekitar 8 sampai 15% tergantung dengan keinginan pemborong untuk mendapatkan proyek itu.

### BAB III METODE PENELITIAN

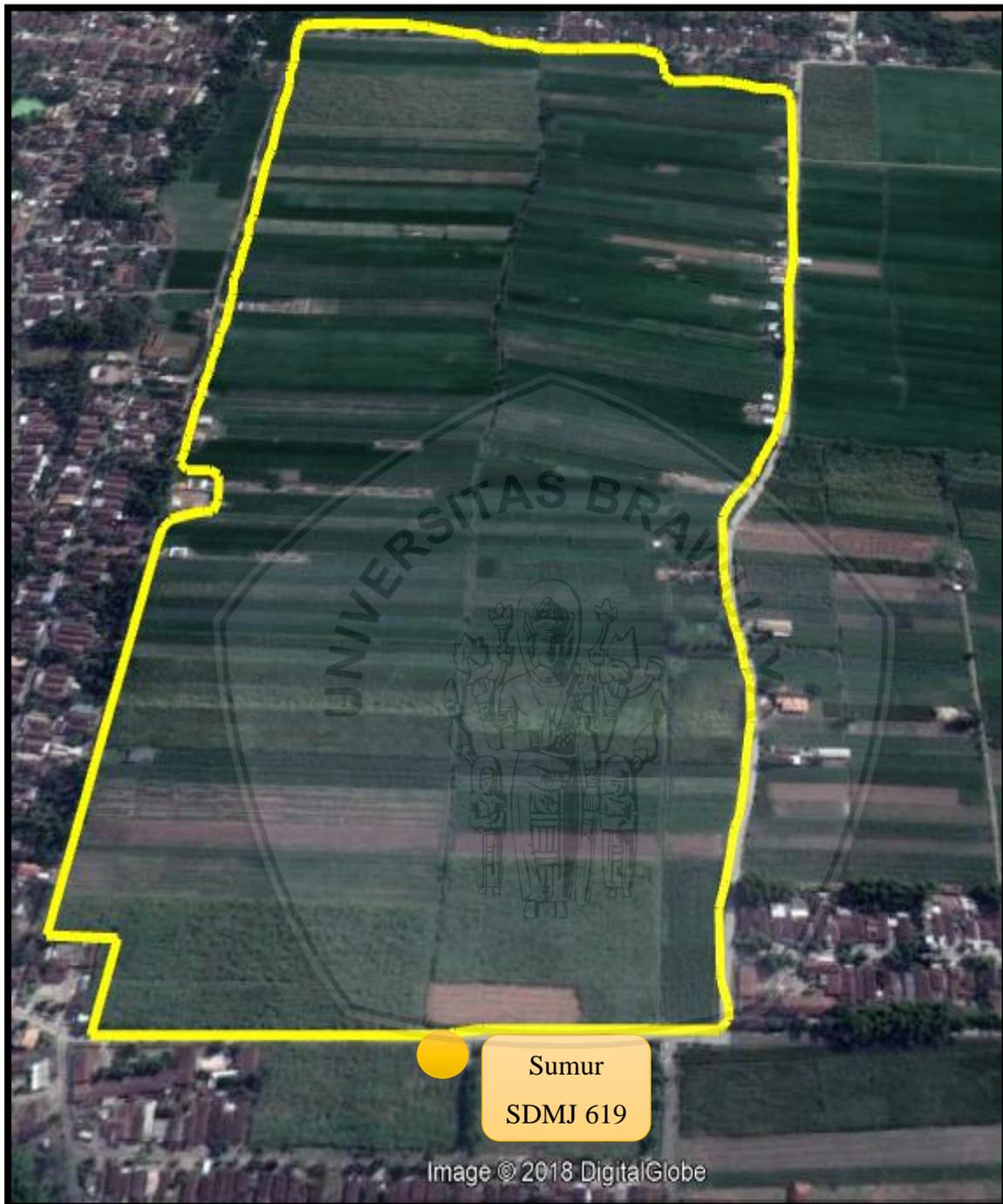
#### 3.1. Deskripsi Daerah Studi

Lokasi studi ini berada di Desa Sumber Karang, Kecamatan Dlanggu, Kabupaten Mojokerto yang mempunyai luas wilayah mencapai 35,32 km<sup>2</sup> dengan letak geografi 7° 32' 30,47" LS dan 112° 32' 6,70" BT. Kecamatan Dlanggu yang memiliki 16 desa, salah satunya adalah Desa Sumber Karang terdapat Sumur pompa SDMJ 619 yang merupakan daerah studi untuk perencanaan pembangunan jaringan irigasi air tanah. Lokasi studi dapat dilihat pada *Gambar 3.1* berikut.



*Gambar 3.1* Lokasi Studi (Desa Sumber karang)

Luas daerah oncoran yang direncanakan SDMJ 619 seluas 39,91 ha dengan batas lokasi studi ditunjukkan pada *Gambar 2* di bawah ini.



*Gambar 3.2* Lokasi Studi  
Sumber: Google Earth, 2018

Sumur SDMJ 619 dibangun pada tahun 2016 diperuntukkan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi dan telah direncanakan jaringan irigasinya tetapi belum direalisasikan hingga sekarang. *Gambar 3.3* menunjukkan kondisi di lapangan Sumur SDMJ 619. Kondisi lahan pertanian saat musim kemarau ditunjukkan pada *Gambar 3.4*.



*Gambar 3.3* Kondisi Sumur SDMJ 619  
Sumber: Dokumentasi Lapangan, Juli 2018



*Gambar 3.4* Kondisi Sawah yang dilayani SDMJ 619  
Sumber: Dokumentasi Lapangan, Juli 2018

### 3.2. Waktu Pelaksanaan Studi

Studi ini direncanakan berlangsung dalam waktu 6 bulan terhitung mulai 13 Agustus 2018 sampai dengan 12 Februari 2019. Tahapan pelaksanaan studi meliputi:

1. Persiapan (studi literatur, observasi awal dan inventarisasi data) dimulai dari 13 – 20 Agustus 2018.
2. Survei lapangan dilakukan pada bulan Agustus 2018 (Lampiran VI)
3. Pengolahan data (1 September – 3 November 2018)
4. Penulisan laporan penelitian (4 November – 15 Februari 2019)

Namun demikian, dalam pelaksanaannya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dalam kurun waktu kurang lebih 6 bulan terhitung mulai tanggal 13 Agustus 2018 sampai dengan 15 Februari 2019.

### 3.3. Data dan Peralatan Studi

Dalam studi perencanaan ini diperlukan data-data pendukung yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan dan perencanaan. Berikut adalah data-data penunjang yang diperlukan dalam perhitungan dan analisis:

1. Data curah hujan tahun 2007 – 2018 yang didapat dari instansi UPT PSDA di Surabaya, data ini digunakan untuk menghitung curah hujan andalan dan curah hujan efektif.
2. Data klimatologi yang didapat dari instansi UPT PSDA di Surabaya, data ini digunakan untuk menghitung evapotranspirasi.
3. Data pengeboran uji pemompaan (pumping test), log litologi, konstruksi sumur yang didapat dari Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas yang digunakan dalam menentukan debit sumur yang akan digunakan sebagai sumber air irigasi.
4. Peta daerah layanan yang didapat dari Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas, peta ini digunakan untuk menentukan batas lokasi studi.
5. Data biaya dan hasil produksi di lokasi studi yang digunakan sebagai analisis RAB didapat dari wawancara dengan petani setempat.

### 3.4. Tahapan Studi

Tahapan studi dalam Evaluasi Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah SDMJ 619 Kabupaten Mojokerto adalah sebagai berikut :

### 3.4.1. Perhitungan Luas Daerah Oncoran

Perhitungan luas daerah oncoran, dilakukan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi 1, 2013 dengan mencari kebutuhan air irigasi dengan tahapan sebagai berikut:

1. Data hujan selama 10 tahun (2007-2017) diurutkan dari nilai terkecil ke terbesar. Kemudian menghitung hujan andalan menggunakan angka keberhasilan 80%.
2. Setelah diketahui  $R_{80}$ , kemudian merencanakan curah hujan efektif dihitung sesuai dengan tanaman yang ditanam menggunakan *persamaan (2-3)*.
3. Analisa kebutuhan air tanaman
  - 1) Evapotranspirasi

Analisis mengenai evaporasi diperlukan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi tanaman yang kelak akan dipakai untuk menghitung kebutuhan air irigasi. Evaporasi dihitung menggunakan metode Blaney Criddle dengan data temperatur dan angka koreksi (Triatmodjo,2016). Data yang diperlukan untuk menghitung evapotranspirasi menggunakan metode Blaney Criddle adalah letak lintang ( $LL$ ), suhu udara, dan angka koreksi ( $c$ ). Perhitungan evapotranspirasi menggunakan *persamaan (2-4)* dan *persamaan (2-5)*.

- 2) Koefisien tanaman

Koefisien tanaman diberikan untuk menghubungkan evapotranspirasi ( $ET_o$ ) dengan evapotranspirasi tanaman acuan ( $ET_{tanaman}$ ). Koefisien yang dipakai harus didasarkan pada pengalaman yang terus menerus proyek irigasi di daerah itu. Setiap jenis dan varietas tanaman selama periode pertumbuhannya memerlukan air dengan jumlah yang berbeda-beda. Berikut ini harga – harga koefisien tanaman dengan periode 10 harian:

Tabel 3.1 Harga-harga Koefisien Tanaman periode 10 Harian

Hari	Kc					
	Ke-	Padi	Kacang Tanah	Jagung	Kedelai	Buncis
10	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,55
20	1,2	0,503	0,53	0,6	0,5	0,88
30	1,2	0,51	0,59	0,75	0,64	0,90
40	1,28	0,61	0,837	1	0,89	1
50	1,347	0,723	0,99	1	0,9	1,05
60	1,4	0,85	1,05	1	0,95	0,8
70	1,367	0,917	1,03	0,88	0,95	0,6
80	1,313	0,95	0,997	0,67	0,91	-
90	1,24	0,95	0,95	0,45	0,88	-
100	1,16	0,95	-	-	-	-
110	0,747	0,95	-	-	-	-
120	0	0,55	-	-	-	-

Sumber:Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 2013,p.164

3) Penggunaan air konsumtif

Setelah evaporasi diketahui setelah itu untuk menghitung kebutuhan air konsumtif ( $ET_c$ ) menggunakan *persamaan (2-7)*.

4) Perkolasi

Berdasarkan jenis tanah untuk perkolasi yang ada pada *tabel 2.3* dan *tabel 2.4* daerah studi termasuk liat berdebu sehingga menggunakan nilai perkolasi sebesar 2.

5) Kebutuhan air untuk penyiapan lahan

Pada umumnya waktu untuk pekerjaan pengolahan tanah adalah selama satu bulan. Dalam KP- 01, Kebutuhan air yang diperlukan untuk pengolahan tanah bertekstur berat (lempung) adalah 200 mm, setelah selesai lapisan genangan air di sawah ditambah 50 mm. Hal ini dilakukan sebagai cadangan air yang akan dipakai akibat kehilangan air karena perkolasi dan evaporasi. Jadi kebutuhan air yang diperlukan untuk pengolahan tanah dan lapisan air awal seluruhnya menjadi 250 mm. Air yang dibutuhkan untuk pengolahan tanah setelah dibiarkan bera atau tidak ditanami lebih dari 2.5 bulan adalah 300 mm. Kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan disajikan dalam tabel 2.5.

4. Kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (WLR)

Penggantian dilakukan sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/ hari selama ½ Bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 2013, p.186).

5. Rencana pola tata tanam

Pola tata tanam tergantung dari ketersediaan air irigasi, musim, jumlah tenaga kerja, jenis tanah, dan umur tanaman (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 2013, p.III-8). Dilakukan beberapa alternatif pola tata tanam sesuai tanaman yang ada pada daerah studi, dan dipilih alternatif yang memiliki perkiraan hasil panen tertinggi dan menghasilkan luas daerah oncoran seoptimal mungkin.

6. Efisiensi irigasi

Maka dalam perencanaan ini menggunakan efisiensi 90% karena menggunakan saluran perpipaan sehingga kehilangan air ditentukan 10% (Haryono *et al.*, 2009, p.V-18).

7. Debit sumur dan pompa

Sumur SDMJ 619 merupakan sumur bor dalam karena memiliki kedalaman 200 meter. Sumur ini memiliki jenis *Turbine Pump* dengan kapasitas debit pompa sebesar 40,11 liter/detik (Kegiatan Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, 2018).

#### 8. Luas daerah oncoran

Setelah diketahui kebutuhan air irigasi, debit dan efisiensi maka dihitung berapakah daerah oncoran yang dapat diairi untuk masing – masing tanaman dengan menggunakan *persamaan (2-1)*.

#### 3.4.2. Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Saluran Tertutup Sistem Saluran Bercabang Terbuka

Saluran bercabang terbuka dipilih sesuai dengan peta topografi pada daerah studi yang cenderung menurun. Pemilihan ini bertujuan untuk menghasilkan tekanan serendah mungkin yang nantinya dapat mengurangi beban kerja pompa. Berdasarkan besarnya debit sumur yang didapat dari uji pemompaan. Berikut langkah – langkah yang dikerjakan dalam studi ini:

1. Menghitung head pompa menggunakan *persamaan (2-8)* dan *persamaan (2-9)* yang digunakan untuk memilih pompa dan mesin penggerak. Dalam studi ini menggunakan turbin pompa vertikal dan motor diesel untuk mesin penggeraknya.
2. Perencanaan jaringan irigasi air tanah dan analisa hidraulik dengan *persamaan (2-10)* hingga *persamaan (2-14)* disimulasikan menggunakan paket program *WaterCAD v8i* untuk mendapatkan desain hidraulik yang sesuai untuk direncanakan pada sistem jaringan pipa yang dibutuhkan. Langkah - langkah yang harus dilakukan untuk mendesain jaringan irigasi air tanah menggunakan paket program *WaterCAD v8i* sebagai berikut:
  - 1) Mengisi tahap pengisian data – data teknis pemodelan sistem jaringan pipa:
    - a. Memilih rumus kehilangan tinggi tekan (*Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, dan Manning*). Dalam studi ini menggunakan persamaan *Hazen-Williams*.
    - b. Memilih metode penggambaran pipa (*schematic dan scalatic*) studi ini menggunakan metode penggambaran pipa secara *schematic* dengan proses penggambaran menyesuaikan dengan gambar peta daerah oncoran.
  - 2) Memodelkan *outlet*.
  - 3) Menggambar sistem jaringan pipa
  - 4) Melakukan simulasi sistem jaringan pipa serta menganalisis hasil yang diperoleh (*report*) dan melakukan analisis hasil hidroliknya dengan syarat pengaliran pipa pvc yang telah dijelaskan pada sub bab 2.2.2. Apabila hasil yang didapatkan sesuai maka air dari pompa menuju petak sawah dinyatakan mengalir dan perencanaan selesai. Tetapi apabila tidak sesuai dengan kriteria maka dilakukan penggantian komponen dan disimulasikan ulang.

3. Merencanakan bangunan pelengkap jaringan irigasi air tanah. Bangunan ini merupakan bangunan tipikal yang didapat dari Instansi Kegiatan Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas. Yang kemudian disesuaikan dengan keadaan dilapangan

### 3.4.3. Perencanaan Pola Operasi Sistem Irigasi Air Tanah

Perencanaan pola operasi dilakukan agar semua petak sawah mendapatkan air dari sumur, tahapan perencanaan pola operasi jaringan irigasi air tanah sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004):

1. Pembagian air dilakukan ketika musim kemarau atau tidak cukupnya air secara bergilir (rotasi) secara bergantian menurut blok persawahan tertentu dan waktu yang telah ditentukan.
2. Pembagian blok oncoran dibagi menjadi 8 blok untuk memudahkan petani dan menjamin efisiensi air irigasi dengan meningkatkan produksi tanaman.
3. Menentukan jadwal pola operasi berdasarkan *persamaan (2-15)* hingga *persamaan (2-17)*.
4. Setelah sesuai dengan waktu yang ditentukan, kemudian ditutup dan dialirkan ke blok selanjutnya.
5. Dilakukan secara bergantian hingga blok terakhir dan kembali pada blok pertama.
6. Irigasi air tanah digunakan ketika musim kemarau atau saat ketidak tersedianya air

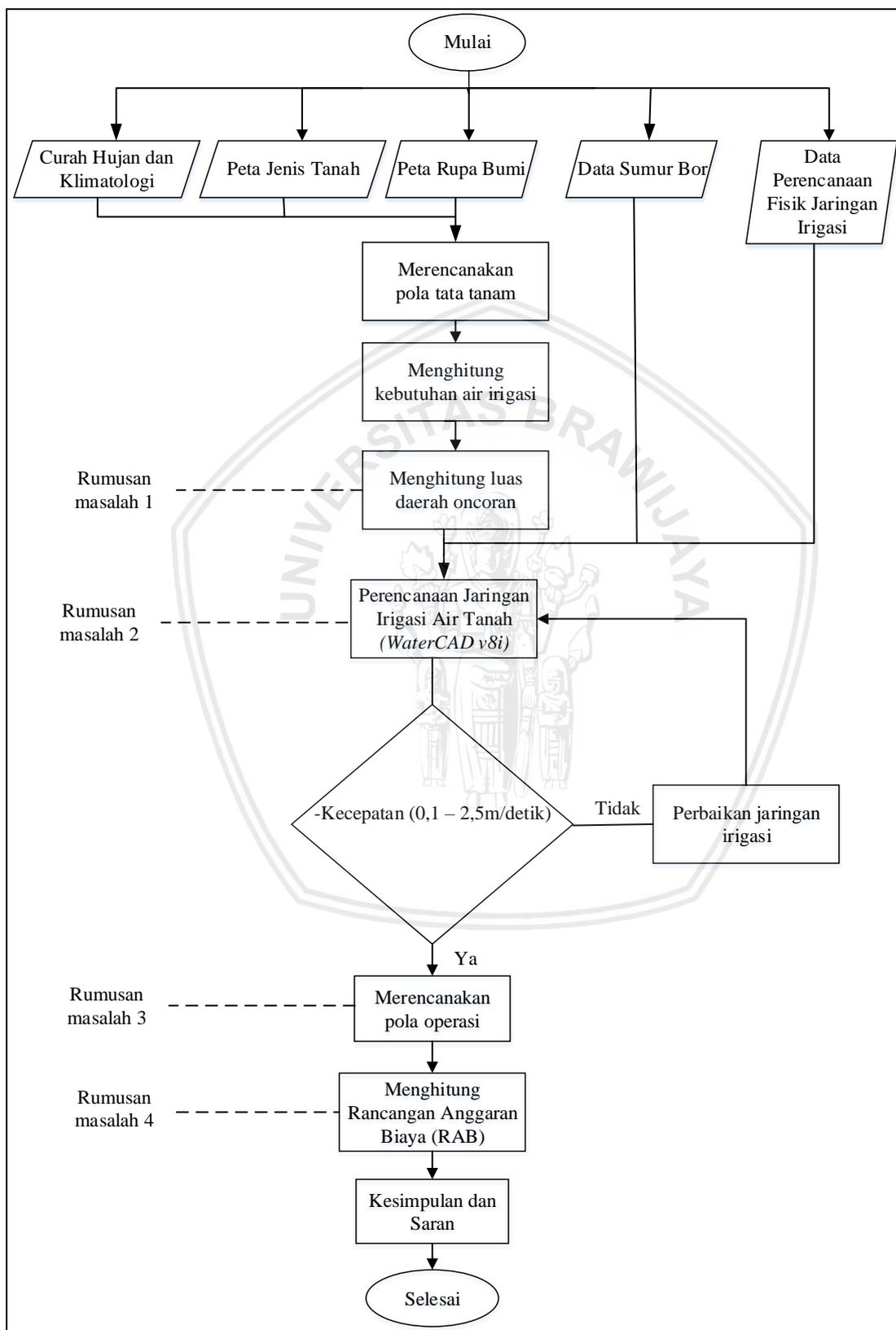
### 3.4.4. Rencana Anggaran Biaya Sistem Irigasi Air Tanah

Untuk membangun jaringan irigasi air tanah dan bangunan hingga tersalurkan ke petak sawah terdapat beberapa tahapan sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004):

1. Menentukan harga barang dan upah tenaga kerja.
2. Menentukan jenis pekerjaan yang akan dilakukan dan harga satuannya.
3. Menentukan volume yang telah dihitung sesuai keadaan di lapangan.
4. Menjumlahkan berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membuat rangkaian jaringan irigasi air tanah beserta bangunan-bangunan pendukung lainnya.

### 3.5. Diagram Alir Studi

Berdasarkan tahapan penelitian yang dinyatakan sebelumnya, maka disajikan diagram alir penyelesaian perencanaan jaringan irigasi air tanah seperti dibawah ini:



Gambar 3.5 Diagram Alir Perencanaan Jaringan Irigasi



Halaman Ini Sengaja dikosongkan

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Luas daerah oncoran

Luas daerah oncoran yang direncanakan untuk diairi dengan air tanah dari sumur SDMJ 619 dihitung berdasarkan kebutuhan air irigasi, efisiensi irigasi, dan debit pompa. Kebutuhan air irigasi setiap tanaman adalah berbeda-beda tergantung pada jenis tanaman, iklim dan temperatur (Haryono *et al.*, 2009, p.V-18). Perhitungan kebutuhan air irigasi sangat penting untuk penentuan luas daerah oncoran dalam perencanaan jaringan irigasi air tanah dan pola operasi pompa.

Kebutuhan air irigasi paling optimal di daerah studi ini ditentukan berdasarkan pola tata tanam dari tanaman-tanaman yang telah umum dibudidayakan di Kecamatan Dlanggu Kabupaten Mojokerto yaitu padi, jagung, dan kedelai (Badan Pusat Statistik Kabupaten Mojokerto, 2017). Berdasarkan jenis tanaman-tanaman tersebut dapat diberikan 6 alternatif pola tata tanam dengan tanaman pertama yang ditanam adalah padi sesuai dengan Kriteria Pengembangan dan Pengelolaan Irigasi Air Tanah (Haryono *et al.*, 2009, p. V-21). Alternatif-alternatif pola tata tanam yang memungkinkan untuk diusahakan di daerah studi antara lain: padi – padi – jagung, padi – padi – kedelai, padi – jagung – kedelai, padi – kedelai – jagung, padi – jagung – jagung, dan padi – kedelai – kedelai. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan (2-2) sampai dengan persamaan (2-7), hasil perhitungan kebutuhan air irigasi untuk keenam alternatif pola tata tanam ditunjukkan dalam Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.6. Proses perhitungan besarnya kebutuhan air irigasi ditunjukkan dalam *Lampiran I-1*.

Masing-masing pola tata tanam tersebut di atas, selanjutnya diperbandingkan besarnya kebutuhan air irigasi dan prediksi hasil produksi pertaniannya. Hasil produksi pertanian untuk tiap-tiap pola tata tanam ditentukan berdasarkan analisa usaha tani berdasarkan jenis tanaman dan musim panen per satuan ha di Kabupaten Mojokerto tahun 2016 (Disperta.mojokerto.kab, diakses pada 1 Agustus 2018). Proses perhitungan prediksi hasil produksi pertanian ditunjukkan dalam *Lampiran I-2*. Perbandingan besarnya kebutuhan air irigasi dan prediksi hasil produksi pertanian untuk keenam alternatif ditunjukkan dalam Tabel 4.7 di bawah ini.



Halaman ini sengaja dikosongkan



Tabel 4.7

Perbandingan besarnya kebutuhan air irigasi dan prediksi hasil produksi pertanian

No.	Pola Tata Tanam	NFR liter/detik	Luas Ha	Hasil Produksi (Kg)			Harga Jual per kg			Perkiraan Hasil Panen	
				Pola Tanam 1	Pola Tanam 2	Pola Tanam 3	Pola Tanam 1	Pola Tanam 2	Pola Tanam 3		
1	Padi 1 - Padi 2 - Jagung	1,20	30,2	223.220,26	223.220,26	232.269,73	Rp3.800	Rp3.800	Rp4.700	Rp2.788.141.731	
2	Padi 1 - Padi 2 - Kedelai	1,01	35,73	264.398,81	264.398,81	78.605,05	Rp3.800	Rp3.800	Rp7.200	Rp2.575.387.366	
3	Padi 1 - Jagung - Kedelai	0,92	39,2	283.799,40	318.315,54	84.372,79	Rp3.800	Rp4.000	Rp7.200	Rp2.959.184.019	
4	Padi 1 - Kedelai - Jagung	1,19	30,16	223.220,26	69.379,27	232.269,73	Rp3.800	Rp7.800	Rp4.700	Rp3.220.739.551	
5	Padi 1 - Jagung - Jagung	0,92	39,2	289.768,66	325.010,80	301.516,04	Rp3.800	Rp4.000	Rp4.700	Rp3.818.289.527	
6	Padi 1 - Kedelai - Kedelai	0,84	43,00	318.170,67	98.890,88	94.591,28	Rp3.800	Rp7.800	Rp7.200	Rp2.661.454.680	

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Berdasarkan Tabel 4.7 di atas dapat dinyatakan bahwa dari keenam alternatif pola tata tanam diurutkan berdasarkan nilai kebutuhan air irigasi dari yang terbesar hingga terkecil dengan urutan sebagai berikut pola tata tanam Padi-padi-jagung menghasilkan nilai NFR terbesar yakni 1,2 liter/detik/ha diperkirakan hasil panennya sebesar Rp. 2.788.141.731,-. Padi-kedelai-jagung membutuhkan air irigasi sebesar 1,197 liter/detik/ha dengan perkiraan hasil panen Rp. 3.220.739.551. Pola tata tanam padi-padi-kedelai menghasilkan nilai NFR 1,010 dan perkiraan hasil panen Rp. 2.575.387.366, padi-jagung-jagung membutuhkan air irigasi 0,92 liter/detik/ha dengan perkiraan hasil panen tertinggi yakni Rp. 3.818.289.527,-. Alternatif pola tata tanam padi-kedelai-kedelai memiliki kebutuhan air irigasi terkecil sebesar 0,84 liter/detik/ha dengan perkiraan hasil panen sebesar Rp. 2.661.454.680,-.

Pemilihan 6 pola tata tanam ini berdasarkan Kriteria Pengembangan dan Pengelolaan Irigasi Air Tanah menyatakan bahwa pola tata tanam yang pertama adalah padi selanjutnya tanaman yang berekonomis tinggi (Haryono *et al.*, 2009, p.V-20). Sehingga alternatif pola tata tanam yang digunakan dalam studi ini adalah pola tata tanam padi-jagung-jagung yang menghasilkan perkiraan hasil panen tertinggi. Dimana pola tata tanam ini memiliki kebutuhan air sebesar 0,92 liter/detik/ha dan menghasilkan perkiraan panen sebesar Rp3.818.289.527,-. Pemilihan pola tata tanam ini bertujuan agar petani mendapatkan keuntungan terbesar dan mendapatkan luas daerah oncoran seoptimal mungkin.

Untuk mendapatkan luas daerah oncoran diperlukan nilai kebutuhan irigasi, efisiensi dan debit pemompaan. Dalam studi ini digunakan jaringan irigasi sistem perpipaan saluran bercabang terbuka untuk meminimalisir kehilangan air di saluran dan tampungan di lahan kering sehingga terbuka peluang ketersediaan air berlebih yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai tambah produksi. Sistem perpipaan memiliki kelebihan Tidak ada kehilangan air baik kehilangan akibat rembesan ataupun akibat penguapan. Sehingga dalam irigasi perpipaan air tanah disyaratkan memiliki kehilangan air di saluran sama dengan 0% dan kehilangan air di lahan pertanian diperkirakan 15% (Haryono *et al.*, 2009, p.V-5). Efisiensi juga mempengaruhi luas yang dihasilkan daerah oncoran tersebut. Dalam studi ini efisiensi irigasi ditetapkan sebesar 90% (Haryono *et al.*, 2009, p.V-20). Debit pemompaan sebesar 40,11 liter/detik yang telah didapat dari instansi Kegiatan Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, 2018. Sehingga luas daerah oncoran dapat dihitung menggunakan persamaan (2-1), hasil rekapitulasi perhitungan daerah oncoran dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8  
Rekapitulasi Pola Tata Tanam berdasarkan luas daerah oncoran

No.	Pola Tata Tanam	NFR	Luas	Efisiensi	Debit Sumur
		liter/detik/ha	Ha		liter/ detik
1	Padi 1 - Padi 2 - Jagung	1,20	30,2	90%	40,11
2	Padi 1 - Padi 2 - Kedelai	1,010	35,73	90%	40,11
3	Padi 1 - Jagung - Kedelai	0,92	39,2	90%	40,11
4	Padi 1 - Kedelai - Jagung	1,197	30,16	90%	40,11
5	Padi 1 - Jagung - Jagung	0,92	39,2	90%	40,11
6	Padi 1 - Kedelai - Kedelai	0,84	43,00	90%	40,11

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dari tabel rekapitulasi luas daerah oncoran di atas, berikut urutan alternatif pola tata tanam dari yang terkecil hingga terbesar adalah alternatif pola tata tanam Padi-kedelai-kedelai sebesar 30,16 ha, pola tata tanam padi-padi-jagung dengan luas 30,2 ha, padi-padi-kedelai seluas 35,73, padi-jagung-kedelai sebesar 38,35 ha, padi-jagung-jagung mempunyai luas sebesar 39,2 ha, dan luas daerah oncoran terbesar dengan pola tata tanam padi-kedelai-kedelai sebesar 43 ha. Jenis tanaman yang paling banyak panen dalam 1 ha adalah tanaman tanaman jagung dapat menghasilkan 8.300 kg dalam 1 ha dengan harga jual ditingkat petani sebesar Rp.4000,- sedangkan untuk tanaman padi dapat menghasilkan 7.400 kg dalam 1 ha dengan harga jual ditingkat petani per-kg Rp. 3.800,-. Tanaman kedelai memproduksi paling kecil diantara padi dan jagung sebesar 2.300 kg dalam 1 ha, tetapi memiliki harga jual per-kg tertinggi sebesar Rp.7.800,-. Sehingga dari keenam alternatif pola tata tanam di atas dipilihlah pola tata tanam padi – jagung – jagung dengan hasil sebagai berikut:

Debit sumur : 40,11 liter/detik  
 Efisiensi saluran irigasi : 90% (kebocoran dalam pipa 10%)  
 Kebutuhan air irigasi maksimum padi : 0,92 liter/detik/ha  
 Kebutuhan air irigasi maksimum palawija : 0,87 liter/detik/ha.

Nilai kebutuhan air irigasi terbesar yang digunakan adalah tanaman padi sebesar 0,92 liter/detik/ha. Dengan debit 40,11 liter/detik dan efisiensi 90% maka didapatkan luas daerah oncoran 39,2 ha. Menurut Permen PUPR no. 12 tahun 2015 tentang eksploitasi dan pemeliharaan jaringan irigasi tentang pembagian sistem air yang tercantum dalam sub bab 2.3.2 mengatakan bahwa kondisi debit 50-70% dari debit rencana air irigasi dialirkan ke petak-petak tersier dilakukan dengan rotasi. Karena pada studi ini menggunakan pola operasi rotasi, maka debit dianggap 70% dan terjadi penambahan luas daerah oncoran 30% sehingga menjadi 51,0 ha.

#### 4.2. Jaringan irigasi air tanah sistem perpipaan saluran bercabang terbuka

Sistem perpipaan dipilih karena memiliki banyak manfaat seperti lebih sedikit kemungkinan tercemar dan biaya yang dikeluarkan lebih murah dibandingkan menggunakan saluran terbuka ataupun talang. Pipa ini lebih dikenal dengan sebutan pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*). Panjang pipa 4 m atau 6 m dengan ukuran diameter pipa mulai 16 mm hingga 350 mm dan umur pipa dapat mencapai 75 tahun (Linsley, 1996).

Berdasarkan topografi di daerah studi, elevasi daerah oncoran lebih tinggi di kedua tepinya dan elevasi terendah berada di tengah yakni pada saluran drainasenya. Sehingga pada studi ini menggunakan sistem perpipaan bercabang terbuka seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 2.2. Dengan menggunakan sistem ini diharapkan semua petak sawah dapat diairi sama rata, dan lebih efektif dalam praktek di lapangan nantinya. Dalam perencanaan ini menggunakan pipa PVC yang ditanam 1 meter dari permukaan tanah. Luas areal sebesar 51 ha dibagi menjadi 8 petak sawah yang luasnya berkisar antara 4 – 10 ha. Penggunaan air tanah ini dilakukan saat musim kemarau atau tidak ada air saja agar tidak memakan banyak biaya dan dapat dimanfaatkan lebih lama. Setelah melakukan pemboran harus dipilih pompa yang sesuai dengan keadaan dilapangan, dengan perencanaan pompa sebagai berikut:

##### 4.2.1. Perencanaan pompa

Sumur SDMJ 619 merupakan jenis sumur dalam (*Deep Tube Well*) yang dibuat dengan mesin bor, dengan kedalaman 200 m dengan kedalaman instalasi 125 m. Kapasitas debit pompa yang dihasilkan sebesar 40,11 liter/detik. Sumur ini menyadap akuifer semi tertekan atau akuifer tertekan. Diameter sumur untuk *Casing* dan *Screen* di bagian bawah berdiameter Ø 8". Sedangkan untuk *Pump Chamber* di bagian atas berdiameter Ø 10". Debit sumur sebesar 15 hingga 60 liter/detik. *Static Water Level* berkisar 5 – 15 m. Menggunakan jenis pompa Turbin / *Submersible* dan total head pompa sebesar 40 – 90 m. Kedalaman hisap 48 m dengan pelumas *gear* menggunakan oli. Sistem pendingin yang digunakan adalah udara. Data Sumur dan Spesifikasinya dapat dilihat pada **Lampiran II-1**.

Elevasi muka tanah pada sumur adalah + 41,55 dan elevasi muka air di sisi keluar pada sawah tertinggi adalah +43,50. Muka air tanah berada pada elevasi +6,68. Direncanakan menggunakan pompa turbin (*turbine pump*) dengan perhitungan total head pompa sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= 40,11 \text{ liter/detik} \\ Q_s &= 4,88 \text{ liter/detik/m} \\ S &= 8,22 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{SWL} = 6,68 \text{ m}$$

$$\text{PWL} = 14,90 \text{ m}$$

Dari data di atas dapat menghitung head isap dengan persamaan (2-9), seperti dibawah ini:

$$h_s = \text{SWL} + \frac{Q}{q_s}$$

$$h_s = 6,68 + \frac{40,11}{4,88}$$

$$h_s = 14,89$$

Setelah mengetahui besarnya head isap, perhitungan total head dengan persamaan (2-8) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H &= h_s + h_p \\ &= 14,9 + 34,8 \\ &= 49,7 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui Head total 49,7 m dan debit pemompaan sebesar 40,11 liter/detik. Maka jenis pompa yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi head pompa dan debit pemompaan. Sehingga pada perencanaan jaringan irigasi air tanah studi ini adalah pompa turbin vertikal (*Vertical Turbine Pump*) merk pompe zanni yang berasal dari Italia dengan mesin penggerak berupa mesin diesel, dengan data teknis berikut (Reni, 2018):

Tipe pompa	= PZ 86/24/4
Jenis pompa	= Turbin
Merk	= Zanni
Kapasitas	= 44,4 liter/detik
Head Maksimum	= 66,2 meter
Daya motor	= 38,2 kW

Data pompa dan mesin penggerak dapat dilihat pada **Lampiran II**. Menentukan generator juga berdasarkan pompa yang digunakan, pompa zanni dengan tipe PZ 86/24/4 mempunyai daya motor 38,2 kW maka diperlukan sebuah generator dengan daya harus lebih besar dari 45 kW atau minimal sebesar 45 kW, perhitungan menentukan generator dapat dilihat pada **Lampiran II-2**. Jenis generator yang akan digunakan pada perencanaan jaringan irigasi air tanah studi ini adalah generator merk VM Motori, dengan data teknis berikut ([www.vmmotori.it](http://www.vmmotori.it), diakses Januari 2019):

Tipe	= D703TE2
Jenis	= Diesel
Daya	= 46 kW

Kapasitas bahan bakar	= 45 liter
Bahan Bakar	= Solar
Sistem pendingin	= Udara



Sumber: Pompe Zanni,2018

Sumber:Directindustry.com, diakses 2 januari 2019

Gambar 4.1 Pompa turbin dan generator VM Motori

#### 4.2.2. Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah

Analisis hidrolika jaringan irigasi air tanah dengan sistem perpipaan dilakukan dengan menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i*. Pada perencanaan jaringan irigasi pada studi ini menggunakan sistem perpipaan dengan hubungan seri. Terdapat 1 pompa yang terletak pada elevasi +41,55 dan menggunakan pipa PVC berdiameter 8” (inchi) = 0,2030 m. Keuntungan sistem perpipaan adalah cepat dan mudah dalam pemasangan serta kebocoran air relatif kecil. Pipa PVC yang digunakan adalah klas D (JIS) atau klas S-20 (SII) dengan tekanan statis yang diijinkan maksimal  $5\text{kg/cm}^2$ . Sebelum memasuki perencanaan jaringan irigasi menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i*, luas daerah oncoran sebesar 51,0 dibagi menjadi 8 petak sawah yang masing – masing petak tidak lebih dari 10 hektar dengan elevasinya ditunjukkan pada *Tabel 4.9* berikut ini.

Tabel 4.9

Pembagian luas daerah oncoran dan elevasi

Label	Elevasi (m d.p.l)	Beda tinggi (m)	Luas Daerah (ha)
POMPA	41,55	-	0,00
TO1	43,50	1,35	3,65
TO 2	40,20	0,75	7,87
TO 3	35,70	5,25	7,17
TO 4	38,75	3,05	6,00
TO 5	37,00	1,75	7,00
TO 6	33,75	3,25	8,12
TO 7	31,25	2,50	6,69
TO 8	31,40	0,15	4,50
TOTAL			51,00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dari tabel di atas diketahui pompa terletak di elevasi +41,55. Elevasi tertinggi terletak pada TO 1 dengan elevasi +43, 5. Tetapi dengan perencanaan pompa di atas dapat mengalirkan dari pompa hingga ke elevasi tertinggi. Daerah oncoran seluas 51 ha yang akan diairi dibagi menjadi 8 *outlet* yang masing – masing mempunyai luas daerah yang akan diairi. Besarnya luas daerah yang akan diairi akan mempengaruhi lama pemberian air yang berbanding lurus dengan kebutuhan air yang dibutuhkan. Luas daerah yang akan diairi yang terbesar adalah TO 6 sebesar 8,12 ha, kemudian TO 2 dengan luas 7,87 ha, TO 3 seluas 7,17 ha, TO 5 dengan luas 7 ha, TO 7 seluas 6, 69 ha, dan TO 8 seluas 4,5 ha serta petak sawah terkecil adalah TO 1 sebesar 3, 65 ha. Terdapat saluran pembuang yang tepatnya berada di tengah daerah oncoran. Peta situasi jaringan irigasi air tanah dan skema jaringannya ditunjukkan dalam **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3**. Untuk Gambar potongan melintang saluran dapat dilihat pada **Gambar 4.4** hingga **Gambar 4.6**. Dalam gambar potongan melintang saluran terdapat pipa pengontrol tekanan (*riser pipe*) yang terletak dekat dengan rumah pompa, yang berfungsi untuk memonitor fluktuasi tinggi tekanan air pada saat sistem tersebut beroperasi. Penambahan 0,4 meter merupakan ketetapan sebagai tinggi jagaan (*free board*) sebesar minimum 40 cm agar air tidak sampai meluap lewat ujung atas Pipa pengontrol tekanan tersebut.

Perhitungan pipa pengontrol tekanan menggunakan persamaan ***persamaan 2.15*** dengan hasil sebagai berikut:

Debit pompa	= 0,04 m <sup>3</sup> /detik
Diameter pipa	= 8 inchi = 0,2030 m
Koefisien pipa	= 150 (Pipa PVC)
Luas penampang pipa	= 0,03 m <sup>2</sup>
Kecepatan aliran	= 1,24 meter/ detik
Total kehilangan energi di pipa	= 2,4 meter
Tinggi muka air di <i>riser pipe</i>	= 3,6 meter

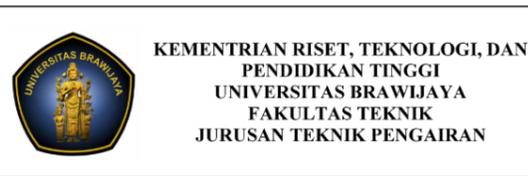
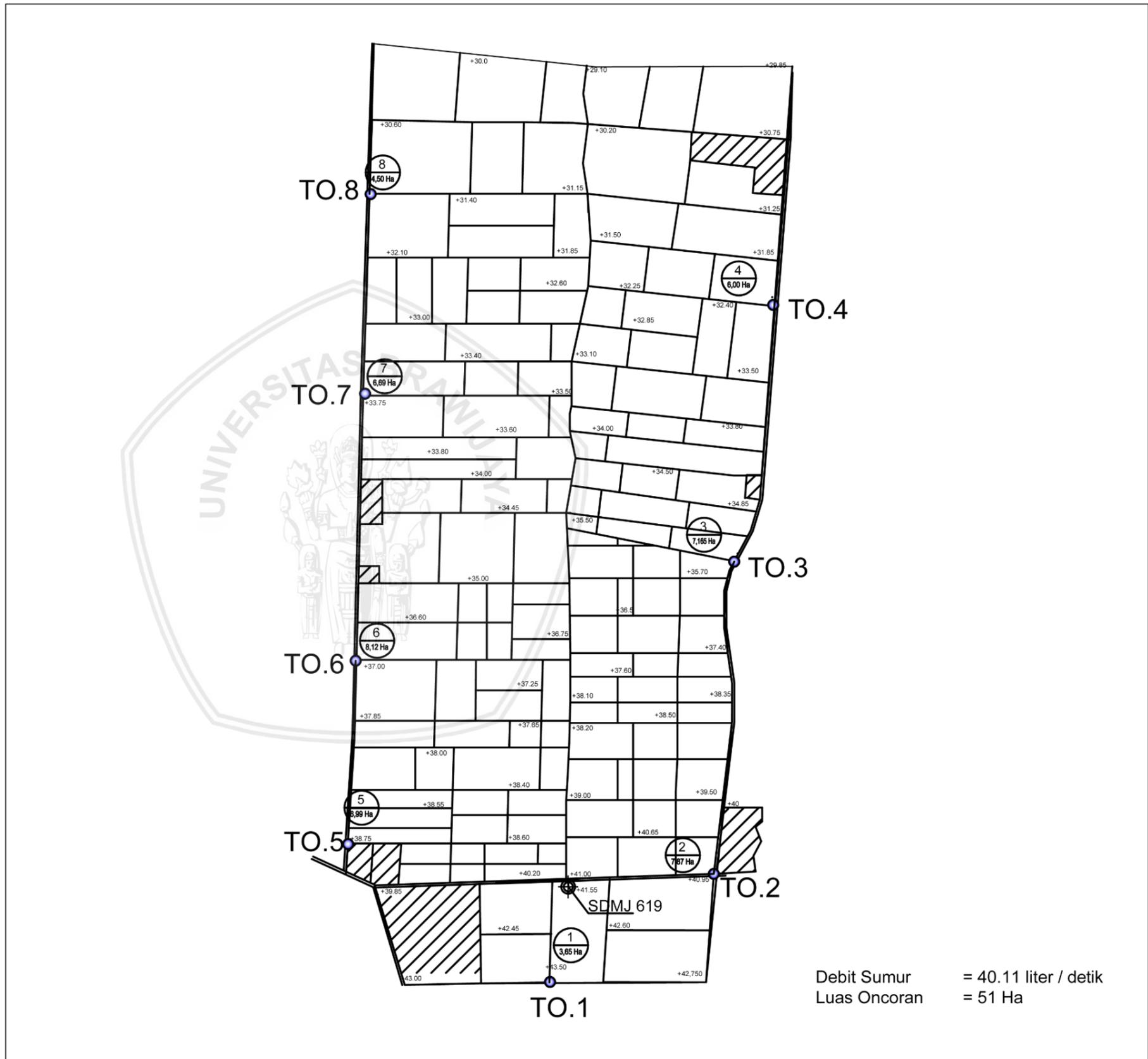
Dari perhitungan di atas dapat diketahui tinggi pipa pengontrol tekanan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tinggi pipa pengontrol tekanan} &= \text{tinggi muka air di pipa pengontrol tekanan} + 0,4 \text{ meter} \\ &= 3,6 + 0,4 \text{ meter} \\ &= 4 \text{ meter} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran II-3**. Dari perhitungan di atas tinggi pipa pengontrol tekanan sebesar 4 meter yang sesuai dengan syarat tinggi pipa pengontrol tekanan yang tidak lebih dari 5 meter.



Halaman ini sengaja dikosongkan



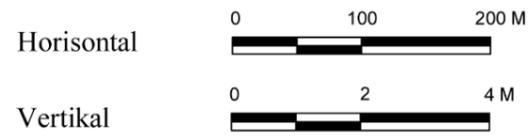
### PETA SITUASI JARINGAN IRIGASI AIR TANAH

#### KETERANGAN

- Sumur Pompa
- Bench Mark
- Outlet No.1 Untuk Blok A & B
- Saluran Pipa Tertanam
- Air Valve
- Riser Pipe / Stand Pipe
- Pematang Sawah
- Batas Daerah Oncoran
- Batas Blok
- Nomor & Luas Blok
- Ketinggian Muka Tanah (m dpl)
- Daerah Pemukiman
- Kuburan
- Jalan Raya
- Jalan Desa
- Saluran Permukaan Eksisting
- Box / Bangunan Bagi Eksisting
- Kali / Sungai



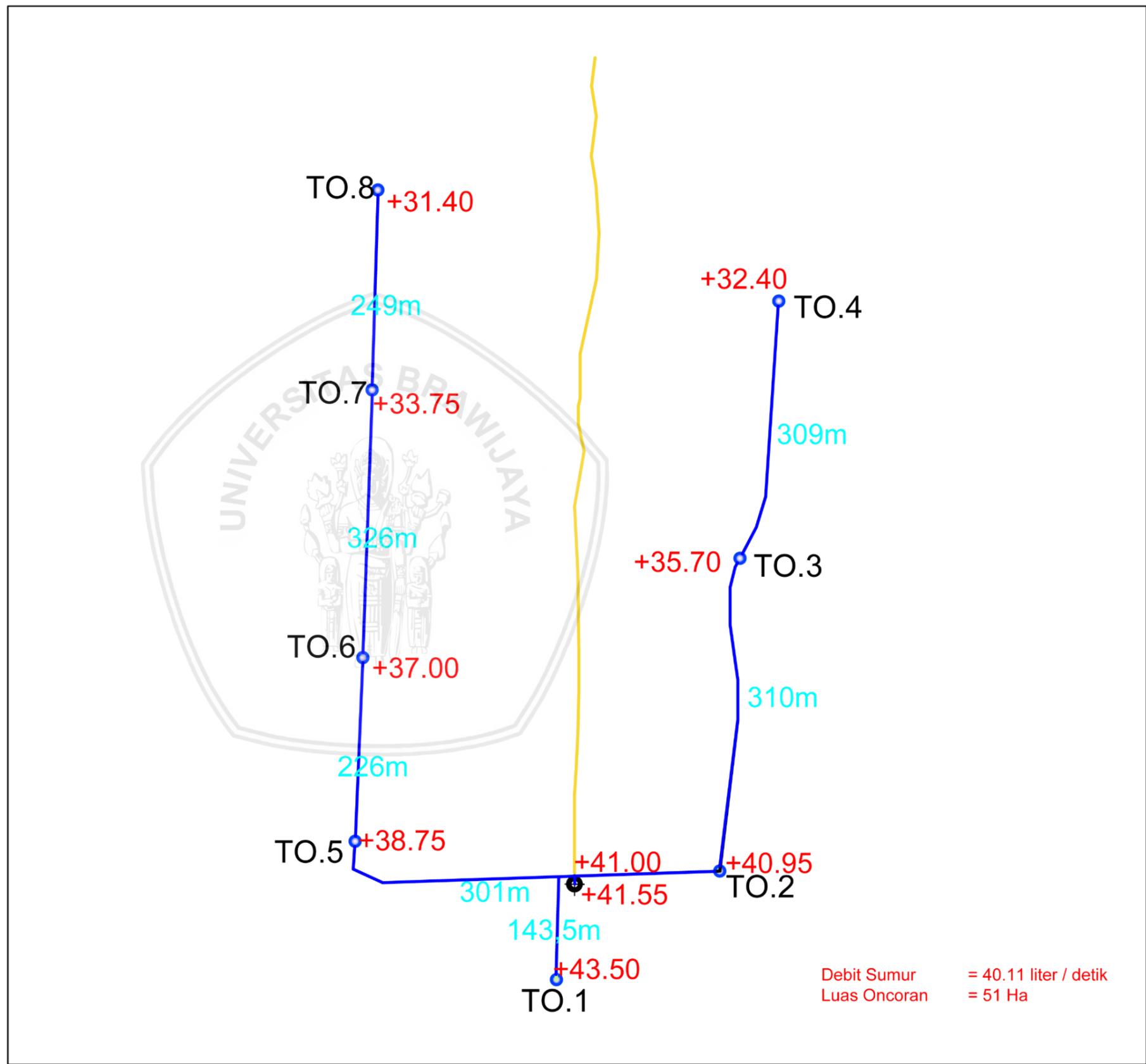
#### SKALA



Gambar 4.2 Peta situasi jaringan irigasi air tanah



Halaman ini sengaja dikosongkan



### SKEMA JARINGAN IRIGASI

#### KETERANGAN

- Sumur Pompa
- Bench Mark
- Outlet No.1 Untuk Blok A & B
- Saluran Pipa Tertanam
- Air Valve
- Riser Pipe / Stand Pipe
- Saluran Drainase
- Batas Daerah Oncoran
- Batas Blok
- Nomor & Luas Blok
- Ketinggian Muka Tanah (m dpl)
- Daerah Pemukiman
- Kuburan
- Jalan Raya
- Jalan Desa
- Saluran Permukaan Eksisting
- Box / Bangunan Bagi Eksisting
- Kali / Sungai

#### SKALA

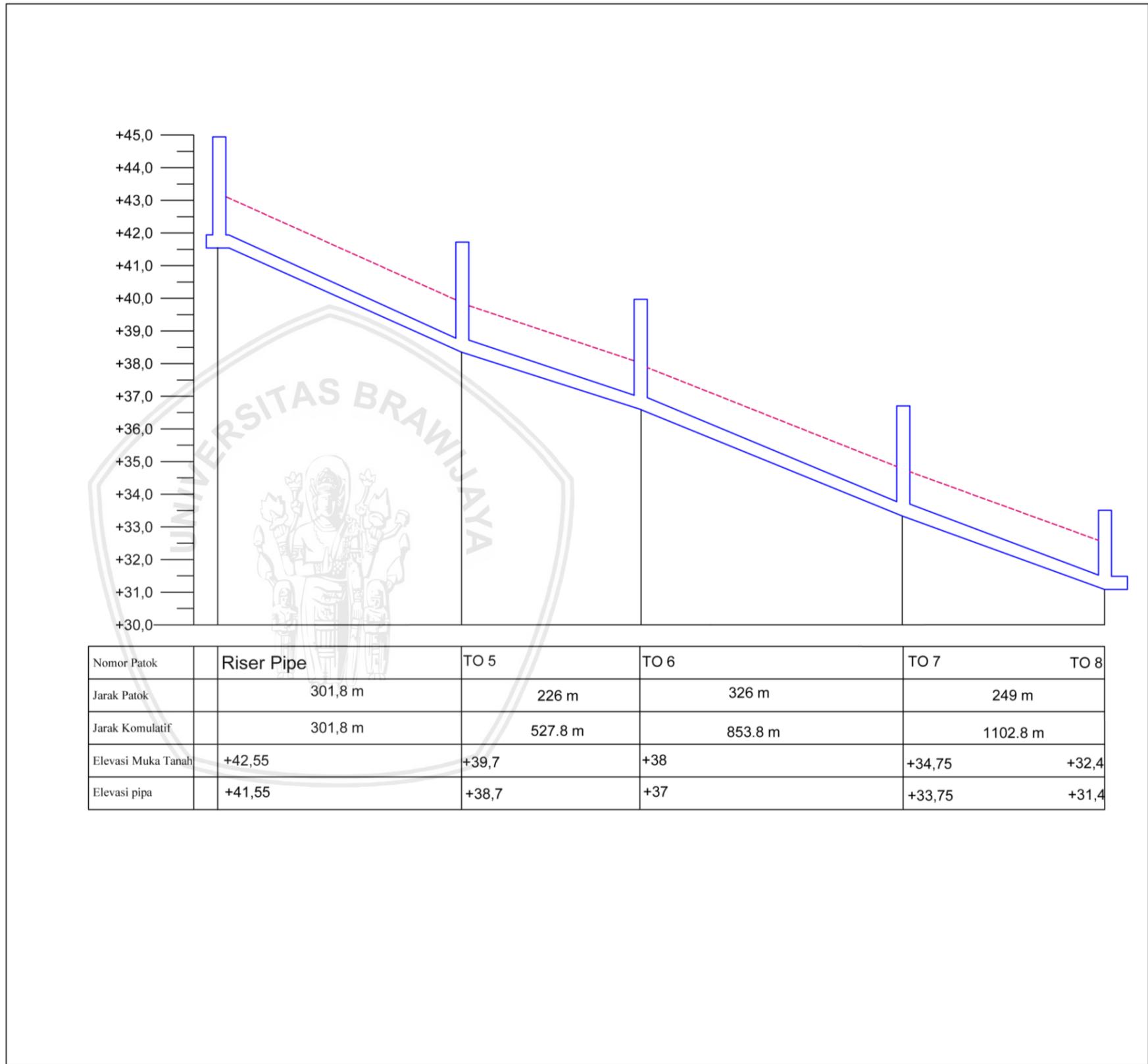
Horizontal: 0 100 200 M

Vertikal: 0 2 4 M

Gambar 4.3 Skema jaringan irigasi



Halaman ini sengaja dikosongkan



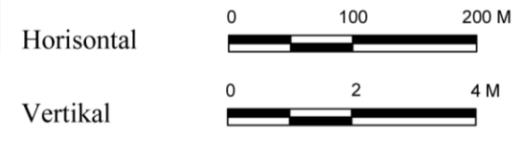
**POTONGAN MEMANJANG SALURAN PERPIPAAN SDMJ 619-TO. 5-TO. 6-TO. 7-TO. 8**

**KETERANGAN**

- : Saluran pipa
- : Elevasi muka tanah



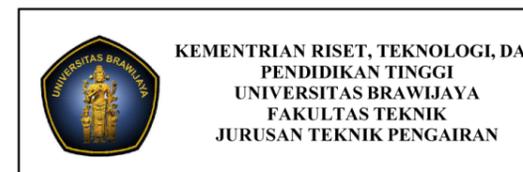
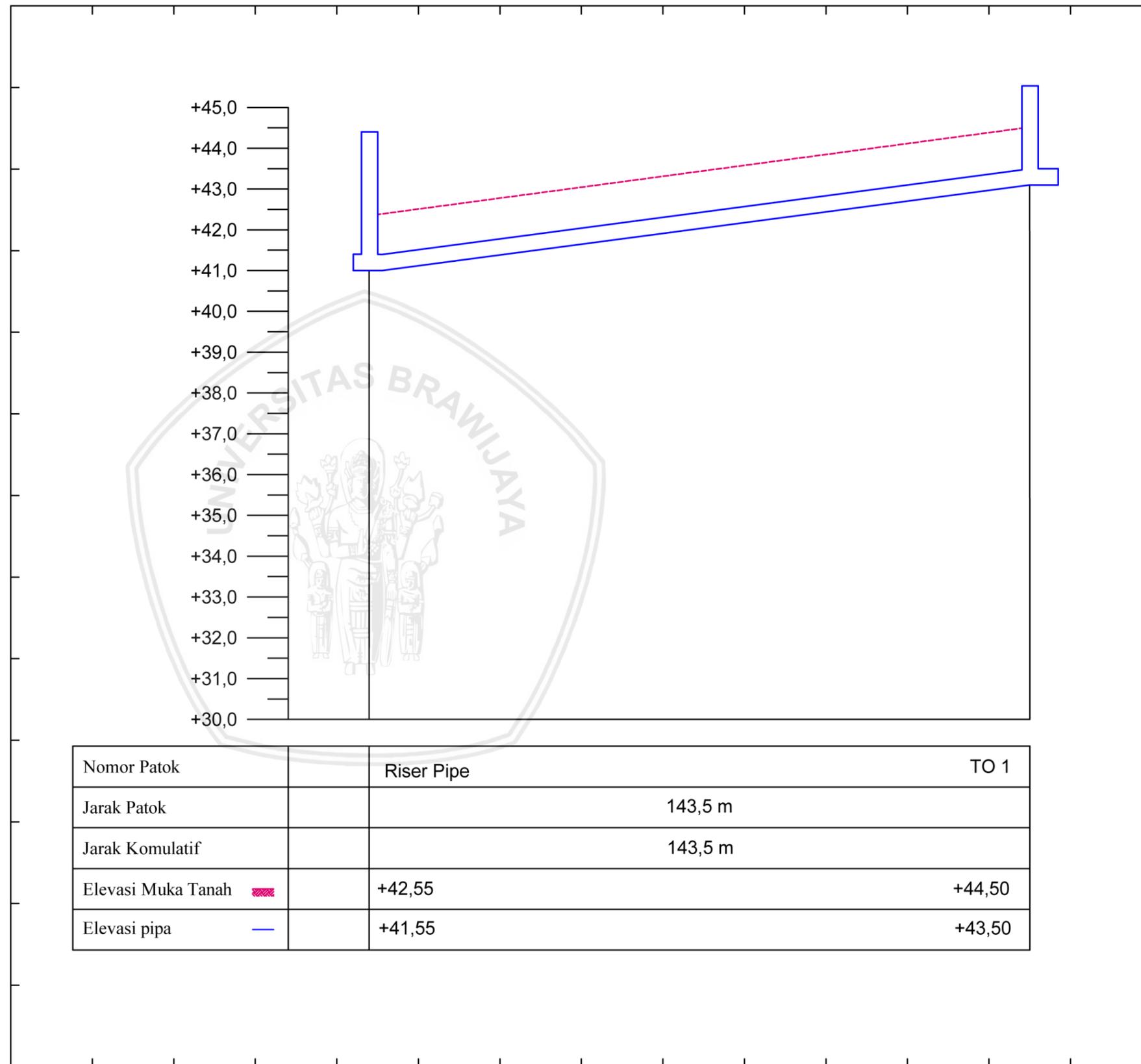
**SKALA**



Gambar 4.4 Potongan memanjang saluran perpipaan SDMJ 619-TO 1



Halaman ini sengaja dikosongkan



**POTONGAN MEMANJANG SALURAN PERPIPAAN SDMJ 619 - TO1**

**KETERANGAN**

- : Saluran pipa
- : Elevasi muka tanah



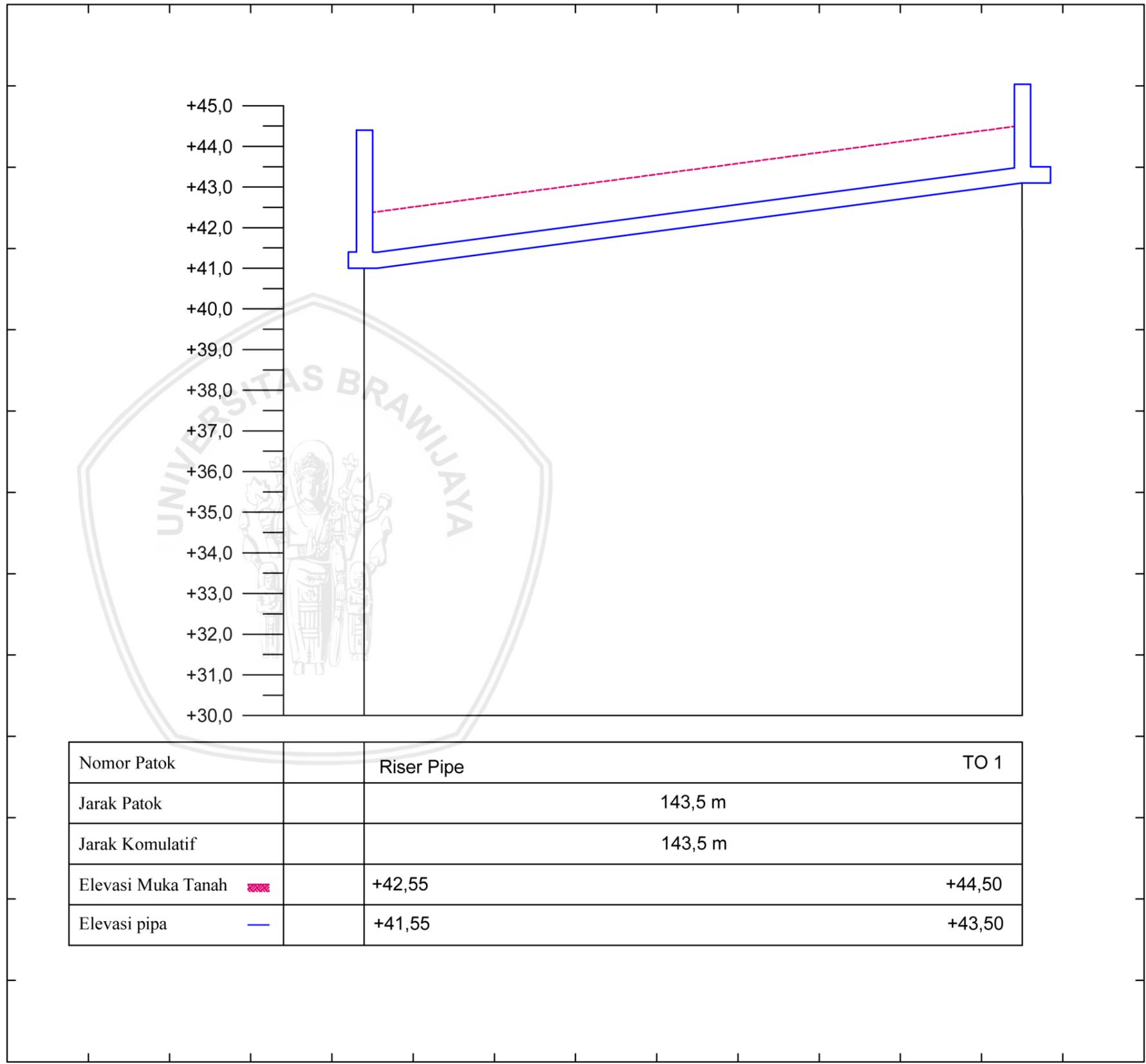
**SKALA**



Gambar 4.5 Potongan memanjang saluran perpipaan SDMJ 619-TO 2 – TO 3 – TO 4



Halaman ini sengaja dikosongkan




KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN  
PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN

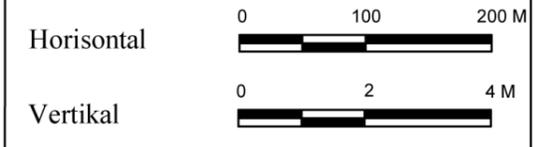
**POTONGAN MEMANJANG  
SALURAN PERPIPAAN  
SDMJ 619 - TO1**

**KETERANGAN**

- : Saluran pipa
- : Elevasi muka tanah



**SKALA**



Gambar 4.6 Potongan memanjang saluran perpipaan SDMJ 619-TO 5–TO 6–TO 7–TO 8



Halaman ini sengaja dikosongkan

Penampang memanjang di atas memberikan gambaran tentang elevasi muka air dinamik. Sistem jalur perpipaan dalam studi ini menggunakan saluran perpipaan bercabang terbuka, sehingga luas daerah oncoran tidak terhubung. Penampang ini dibagi menjadi 3 yaitu Pompa – TO 1 dapat dilihat pada **Gambar 4.4**, potongan memanjang Pompa – TO 2 – TO 3 – TO 4 dapat dilihat pada **Gambar 4.5** dan potongan memanjang Pompa – TO 5 – TO 6 – TO 7 dan TO 8 dapat dilihat pada **Gambar 4.6**. Pada potongan memanjang di atas pipa dipendam pada kedalaman 1 m dibawah muka tanah, karena material pipa menggunakan PVC yang mampu menahan  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  hingga  $5 \text{ kg/cm}^2$ . Agar pipa dapat menahan dengan optimal dan tidak menghabiskan biaya berlebih maka digunakan 1 meter sesuai standart penggalian pipa PVC.

Setelah membagi menjadi petak – petak yang tidak lebih dari 10 ha, analisis hidrolika dilakukan menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i*, dengan desain perencanaan jaringan ditunjukkan **Gambar 4.7**. Untuk tahapan penggunaan Paket Program *WaterCAD V8i* dapat dilihat pada **Lampiran II-4**. Dalam gambar 4.8, hasil simulasi menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i* terdapat 10 *junction* yaitu J-1 hingga J-10, tetapi luas 51 ha daerah oncoran tetap dibagi dalam 8 *outlet*. Dan terdapat 11 pipa yang menghubungkan pompa dengan antar *junction* dengan total sepanjang 2141 m. Pemilihan sistem perpipaan bercabang terbuka ini dirasa efektif karena sesuai keadaan topografi daerah oncoran yang memiliki elevasi lebih tinggi di tepi kanan dan kiri dibanding elevasi tengahnya. Sehingga terdapat 3 sisi yaitu dari pompa menuju J-10, sisi kanan mengalirkan pompa ke beberapa *junction* seperti J-2, J-3 dan J-4 dan yang terakhir terdapat sisi kiri menghubungkan pompa dengan J-5, J-6, J-7 dan J-8. Penamaan *junction* pada hasil simulasi menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i* berbeda dengan Gambar 4.1, pompa dihubungkan menggunakan P-2 untuk ke J-1 yaitu percabangan sehingga tidak memiliki luas daerah yang akan diairi, sehingga akan mengalirkan air ke J-9 dan J-2 melalui pipa P-3 dan P-9. Kemudian P-9 mengalirkan air ke J-10 yang memiliki luas daerah oncoran sebesar 3,65 ha. Air yang dialirkan dari J-1 ke J-2 yang akan mengairi sebesar 7,87 ha. Terdapat P-10 yang menghubungkan antara J-2 dan J-3, yang selanjutnya dihubungkan melalui P-11 untuk dapat ke J-4. Untuk sisi sebelah kiri terdapat 4 *junction* dari J-9 dihubungkan melalui P-5 menuju J-5, yang selanjutnya J-5 menuju J-6 dihubungkan melalui P-6. Dari J-6 dihubungkan melalui P-7 menuju J-7, yang selanjutnya dihubungkan melalui P-8 menuju petak daerah oncoran terakhir yaitu J-8. Terdapat satu katup udara yang berfungsi sebagai pelepas udara sehingga pipa tidak meledak apabila tekanan tinggi. Setelah rumah pompa terdapat pipa

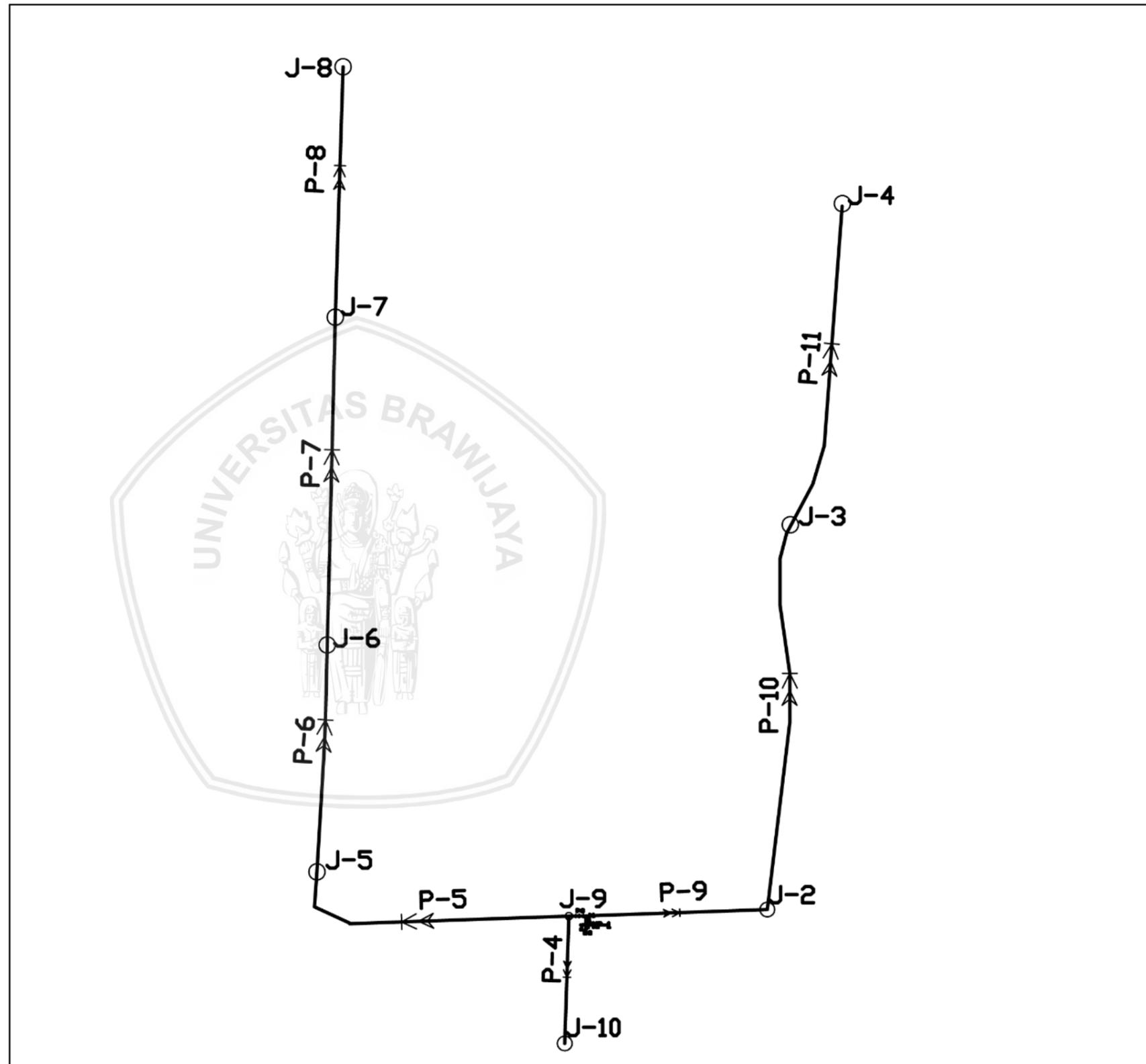
pengontrol tekanan kemudian melewati katup udara yang nantinya disalurkan ke petak – petak sawah melalui *alfavalve*. Air dari *alfavalve* diukur debitnya di alat ukur Thompson yang terdapat pada setiap outlet. Hal ini dilakukan agar mengetahui debit yang dibutuhkan untuk mengairi petak – petak sawah tersebut sehingga memudahkan dalam pembagian air. Setelah itu air dapat dialirkan ke petak – petak sawah secara gravitasi melalui saluran tanah atau saluran cacing. Yang kemudian dibuang melalui saluran drainase yang merupakan elevasi terendah dan terletak di tengah sepanjang daerah studi.

Untuk menghubungkan setiap *junction* maka dilakukan analisis perencanaan pipa jaringan irigasi akan ditampilkan pada *Tabel 4.10* dan hasil analisis *junction* ditampilkan pada *Tabel 4.11*.

Perencanaan jaringan perpipaan dikatakan mengalir bila memenuhi syarat:

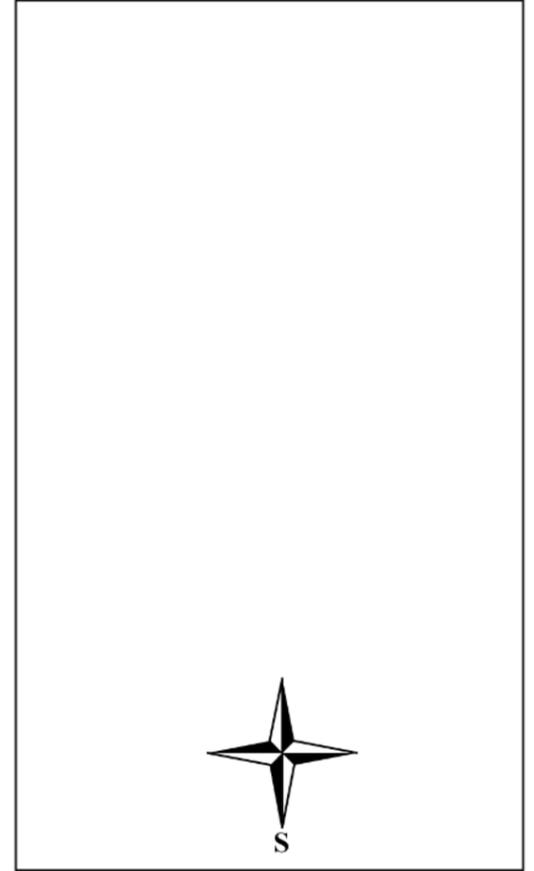
- a. Tekanan di setiap *junction* diantara 1 – 8 atm.
- b. Kecepatan dalam pipa yang ideal 0,1 – 4,5 meter/detik.
- c. Kemiringan garis hidrolis (*headloss gradient*) kurang dari 15 m/km.

Jika tekanan melebihi batas maka akibatnya adalah pipa tidak akan kuat menahan tekanan dan bisa meledak, kecepatan juga harus diatur agar tidak lebih dan tidak kurang, jika kurang maka air tidak dapat mengalir dan jika lebih maka pipa akan rusak, begitu pula dengan *headloss gradient*.

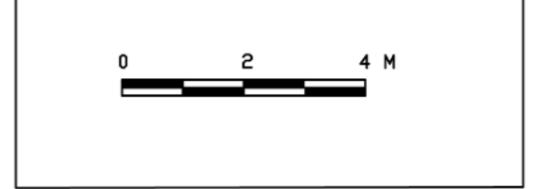


**HASIL PERENCANAAN JIAT  
MENGUNAKAN WATERCAD V8I**

**KETERANGAN**



**SKALA**



Gambar 4.7 Hasil simulasi perencanaan JIAT menggunakan WaterCAD V8i



Halaman ini sengaja dikosongkan

Tabel 4.10  
 Hasil simulasi pipa

ID	Label	Panjang	Start Node	Stop Node	Diameter	Material	Hazen-Williams C	Velocity	Kontrol	Headloss	Kontrol	
		pipa			inch			(m/detik)	0,1 ≤ V ≤ 2,5	Gradient	Hf ≤ 15	
		(m)										
42	P-1	4	R-2	PMP-1	8	PVC	150	1,71	Mengalir	11,037	Mengalir	
43	P-2	9	PMP-1	J-1	8	PVC	150	1,71	Mengalir	11,037	Mengalir	
49	P-3	17	J-1	J-9	8	PVC	150	1	Mengalir	4,056	Mengalir	
50	P-4	127	J-9	J-10	8	PVC	150	0,11	Mengalir	0,063	Mengalir	
96	P-5	292	J-9	J-5	8	PVC	150	0,89	Mengalir	3,299	Mengalir	
100	P-6	226	J-5	J-6	8	PVC	150	0,65	Mengalir	1,842	Mengalir	
103	P-7	326	J-6	J-7	8	PVC	150	0,46	Mengalir	0,952	Mengalir	
104	P-8	249	J-7	J-8	8	PVC	150	0,22	Mengalir	0,253	Mengalir	
105	P-9	181	J-1	J-2	8	PVC	150	0,71	Mengalir	2,19	Mengalir	
106	P-10	389	J-2	J-3	8	PVC	150	0,48	Mengalir	1,061	Mengalir	
107	P-11	321	J-3	J-4	8	PVC	150	0,27	Mengalir	0,364	Mengalir	

Sumber: Hasil Simulasi Paket Program *WaterCAD V8i*, 2018

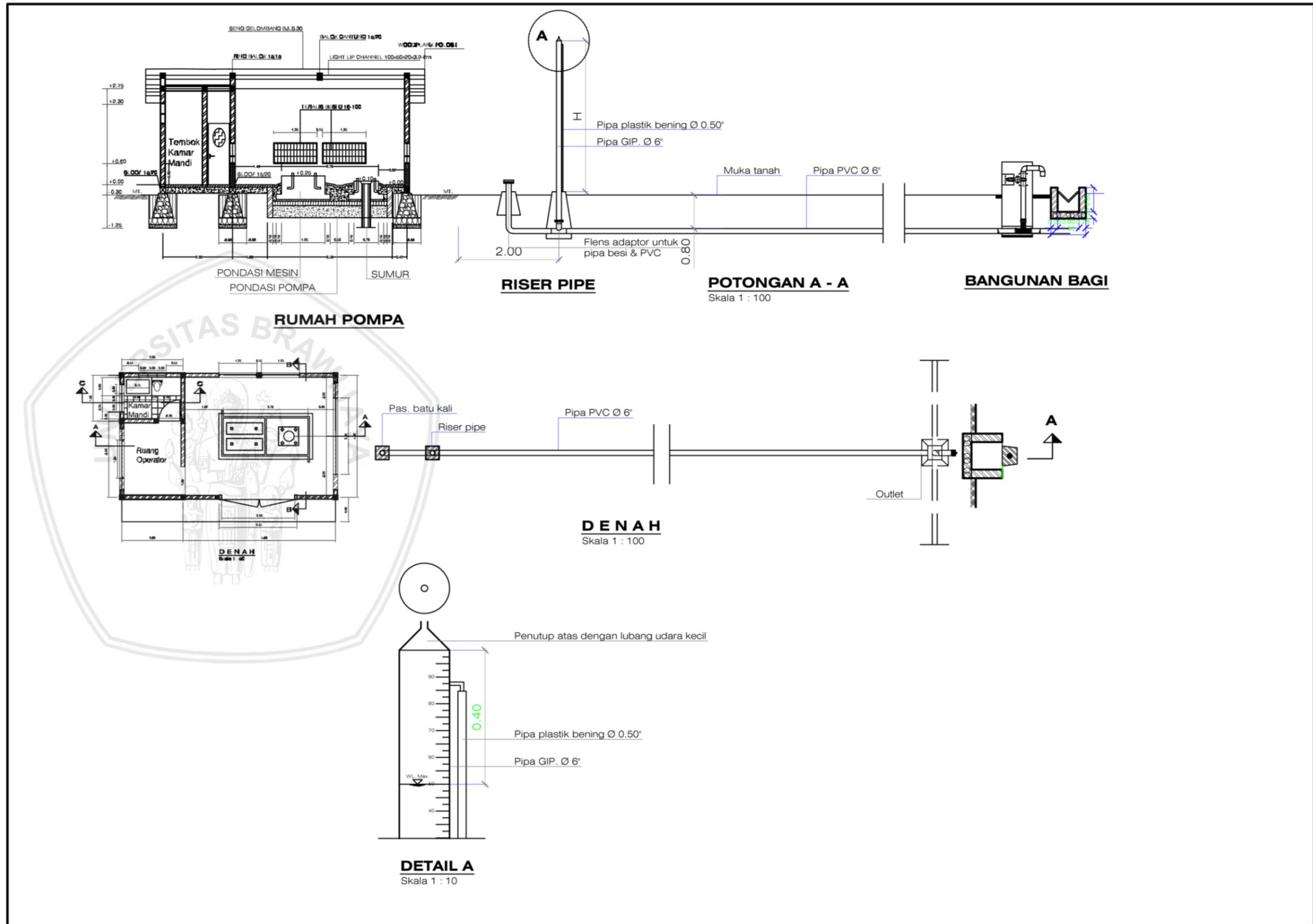
Tabel 4.11  
Hasil simulasi *junction*

ID	Label	Elevation	Demand	Hydraulic Grade	Pressure	Kontrol
		(m)	(L/s)	(m)	(atm)	$1 \geq p \geq 8$
33	J-1	41	0	74,32	3	Mengalir
34	J-2	40,95	8	73,93	3	Mengalir
35	J-3	35,7	7	73,52	4	Mengalir
36	J-4	32,4	9	73,38	4	Mengalir
37	J-5	38,75	8	73,86	3	Mengalir
38	J-6	37	6	73,32	4	Mengalir
39	J-7	33,75	8	73,11	4	Mengalir
40	J-8	31,45	7	73,02	4	Mengalir
41	J-10	43,5	3	74,28	3	Mengalir
48	J-9	40,2	0	74,28	3	Mengalir

Sumber: Hasil Simulasi Paket Program *WaterCAD V8i*, 2018

Dari hasil simulasi pipa menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i* pada Tabel 4.10 di atas menjelaskan bahwa pipa yang digunakan adalah jenis PVC dengan diameter 8". Panjang pipa terpendek adalah P1 yang dimulai dari pompa 1 ke TO 1 sebesar 4 m. Pipa terpanjang adalah P10 yang dihubungkan dari *junction* 2 ke *junction* 3 sepanjang 389 m. Hasil analisis setiap pipa memenuhi syarat dengan kecepatan diantara 0,1 dan 4,5 m/detik. Kecepatan terbesar terletak pada pipa 1 yang letaknya setelah *reservoir* menuju pompa 1 dengan kecepatan 1,71 m/detik, pipa 2 juga memiliki kecepatan sama besar dengan pipa 1 tetapi pipa ini menghubungkan dari pompa ke *junction* 1. Untuk kecepatan terkecil adalah pipa 8 sebesar 0,22 m/detik. Dalam perencanaan ini menggunakan pipa PVC sehingga koefisien Hazen-William sebesar 150. Kemiringan garis hidrolis terkecil adalah P-4 sebesar 0,063 m/km, kemudian P-8 sebesar 0,253 m/km, selanjutnya P-11 sebesar 0,364 m/km. Kemiringan garis hidrolis terbesar pada saat P-1 dan P-2 sebesar 11,037 m/km. Tetapi hasil analisis tetap memenuhi syarat kurang dari 15 m/km.

Hasil simulasi *Junction* pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa tekanan pada daerah studi sebesar 3 atm dan 4 atm. J-1, J-2, J-5, J-9, dan J-10 adalah *Junction* yang bertekanan 3 atm. Sedangkan sisanya yaitu J-3, J-4, J-6, J-7, dan J-8 bertekanan 4 atm. Hasil di atas memenuhi syarat kurang dari 15m/km. Sehingga seluruh hasil simulasi pipa dan *junction* menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i* sesuai dengan persyaratan dan dinyatakan mengalir ke semua petak yang direncanakan.



Gambar 4.8 Mekanisme gambar dari rumah pompa hingga bangunan pembagi



Halaman ini sengaja dikosongkan

### 4.2.3. Bangunan Teknis Sistem Perpipaan

Perencanaan jaringan irigasi air tanah saja masih belum dapat memberikan manfaat bagi petani, untuk mendukung sistem irigasi air tanah hingga dapat mengalirkan air ke petak – petak sawah maka perlu dilakukan pembangunan sarana dan prasarana jaringan irigasi air tanah sistem perpipaan. Bangunan teknis dalam sistem ini merupakan bangunan tipikal yang disesuaikan dengan kondisi dilapangan. Dalam studi ini terdapat 8 bangunan pembagi (*outlet box*) yang masing – masing memiliki bangunan pengukur debit yaitu alat ukur thompson di setiap titiknya, terdapat 1 rumah pompa beserta kelengkapannya seperti pagar rumah pompa, pondasi pompa, dan pondasi mesin. Terdapat 1 bangunan pipa pengontrol tekanan yang terletak di daerah rumah pompa. Mekanisme alur perpipaan hingga titik *outlet* dapat dilihat pada **Gambar 4.8**. Untuk lebih jelas mengenai bangunan teknis perencanaan jaringan irigasi air tanah ini dapat dilihat penjelasan berikut ini:

#### 1. Bangunan rumah pompa

Bangunan rumah pompa berfungsi untuk melindungi pompa, motor penggerak dan sekaligus sebagai tempat perbaikan kerusakan kecil dan untuk menyimpan suku cadang. Tipe dan ukuran rumah pompa dipengaruhi oleh jenis pompa dan motor penggerak yang ada didalamnya. Rumah pompa harus mempunyai ventilasi udara yang cukup untuk pendinginan motor penggerak.

Konstruksi rumah pompa dibuat dengan susunan batu bata, berlantai beton, atap sebaiknya dari asbes bergelombang agar dapat dibuka dan ditutup untuk mempermudah bongkar-pasang pompa apabila ada perbaikan dan pemeliharaan. Palang balok (*grider*) dipasang dengan cara yang mudah dipindahkan untuk mempermudah pemindahan mesin. Pondasi pompa dan mesin dibuat dari kerangka beton agar terhindar dari banjir. Kerangka beton berguna untuk menahan getaran dari mesin penggerak atau pompa. Struktur bangunan yang menyebabkan penurunan pondasi dan labil harus diperhitungkan dari hasil rasio pengurangan tekanan daya dukung oleh beban total dinamika sehingga pondasi dalam keadaan stabil dan aman.

Rumah pompa mempunyai lebar 4 meter dan panjang 7 meter. Sekeliling rumah pompa diberi pagar kawat yang telah didesain sedemikian, sehingga ruangan halaman rumah pompa dapat menampung semua kebutuhan yang bertujuan untuk operasi dan pemeliharaan mesin dan pompa. Pintu pagar dibuat dengan sistem buka-tutup karena memiliki halaman luas. Bila yang dipasang didalamnya adalah pompa turbin, maka

konstruksi atap rumah pompa tersebut dibuat dengan sistem bongkar pasang (*knock down*).

Rumah pompa ini memiliki 3 ruangan yakni ruang pompa berukuran 4 m x 5 m, ruang operator berukuran 2,5 m x 2 m, dan kamar mandi berukuran 1,5 m x 2 m. Ruang pompa berfungsi untuk tempat pompa, mesin, sumur bor dan peralatan lain (Flowmeter, katup pintu). Pondasi pompa dan mesin dibangun dengan blok perkuatan beton.

## 2. Bangunan pembagi (*outlet box*)

*Outlet box* di desain untuk mengairi sawah secara gravitasi dari debit pemompaan dan dioperasikan secara rotasi keseluruhan petak sawah di areal pompa tersebut. Bangunan bagi dan katup alfaalfa merupakan suatu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Katup ini berfungsi untuk mengontrol pengeluaran air dari saluran pipa ke petak – petak sawah. Perencanaan ini terdapat 8 *outlet box*, bagian atas bangunan bagi ditutup dengan plat baja sedalam 3 mm untuk mencegah pencurian. Ukuran bangunan bagi untuk diameter 8” katup alfa adalah 1,1 m x 1,1 m x 0,65 m.

## 3. Bangunan pelepas tekanan air dan bangunan katup udara

Desain bangunan pelepas tekanan air di sesuaikan dengan diameter pipa pvc tertanam. Pemasangan bangunan ini sebaiknya pada bangunan bagi bagian hulu yang berfungsi melindungi gelombang dan menjaga sistem pipa agar tetap penuh dengan air selain itu untuk mengurangi biaya pembangunan.

Bangunan pengontrol tekanan (*riser pipe*) terletak di dekat rumah pompa dengan tinggi 4 meter. Contoh perhitungan pipa pengontrol tekanan dapat di lihat pada **Lampiran II**. Sedangkan bangunan katup udara (*air valve*) digunakan untuk mengontrol udara yang berada didekat *outlet* sebelum ke petak sawah, ketika tekanan udara masih besar di jaringan pipa maka bangunan ini dibuka yang berfungsi untuk meredam tekanan yang ada di pipa. Terdapat 8 bangunan katup udara yang terletak sebelum alat ukur thompson dan *outlet*.

## 4. Bangunan alat ukur

Bangunan boks yang terletak dekat dengan rumah pompa dilengkapi dengan alat Thompson dengan sudut 90° sebagai alat pengukur debit yang ada pada unit instalasi mesin berupa alat ukur Flow meter. Bangunan thompson dipilih karena cocok untuk debit yang kecil. Terdapat 8 alat ukur thomson yang terletak di setiap *outlet box*.

Bangunan untuk mendukung jaringan irigasi air tanah hingga tersalurkan ke petak – petak sawah seperti bangunan rumah pompa, bangunan pembagi, gambar tipekal bangunan jaringan irigasi air tanah disajikan pada **Lampiran II**.

#### 4.3. Pola Operasi Jaringan Irigasi Air Tanah

Debit sumur produksi yang digunakan dalam studi ini ditetapkan sebesar 40,11 liter/detik. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi untuk pola tata tanam Padi – Jagung I – Jagung II sebesar 0,9 liter/detik/ha sehingga dapat mengairi sebesar 39,2 ha. Sistem pola operasi yang digunakan adalah rotasi. Sistem ini digunakan karena menjaga kualitas pompa dan menjaga umur pompa agar dapat digunakan lebih lama. Terdapat Permen PUPR no. 12 tahun 2015 tentang eksploitasi dan pemeliharaan jaringan irigasi telah diatur dalam sistem pembagian air kondisi debit 50-70% dari debit rencana air irigasi dialirkan ke petak-petak tersier dilakukan dengan rotasi. Berdasarkan peraturan menteri di atas pola operasi pada studi ini debit rencana direncanakan sebesar 70% sehingga luas daerah oncoran bertambah 30% menjadi 51 ha. Perhitungan pola operasi ditunjukkan pada **Lampiran III**.

Sesuai dengan kemampuan pompa maka pada waktu musim kemarau atau saat membutuhkan air pengoperasiannya memerlukan waktu 7 – 18 jam selama 1 hari. (Departemen Pekerjaan Umum PSDA, 2004). Perencanaan ini digunakan 8 jam pengaliran tiap harinya. Hal ini dipilih karena dapat memperpanjang umur pompa dan sisanya dapat digunakan masyarakat untuk kepentingan lain seperti air minum desa. Pompa dihidupkan pada jam 07.00 dan mati pada pukul 15.00. Hasil perhitungan pola operasi berdasarkan **persamaan 2.16** hingga **persamaan 2.18**. ditunjukkan pada Tabel 4.12 di bawah ini.

Tabel 4.12  
Pola Operasi Pompa

No. Blok	1	2	3	4	5	6	7	8	Keterangan
Luas Lahan (Ha)	3,65	7,87	7,17	6,00	7,0	8,12	6,69	4,50	
Lama Pemberian air (Jam)	4	9	8	6	8	9	7	5	
Hari	Jam Pemberian Air								Mengairi pada pukul
Senin	07.00 - 11.00						2	2	Blok 6 mulai pukul 07.00 - 09.00 Blok 7 mulai pukul 09.00 - 11.00
	11.00 - 15.00		2	2					Blok 1 mulai pukul 11.00 - 13.00 Blok 2 mulai pukul 13.00 - 15.00

Lanjutan Tabel 4.12 Pola Operasi Pompa

No. Blok	1	2	3	4	5	6	7	8	
Luas Lahan (Ha)	3,65	7,87	7,17	6,00	7,0	8,12	6,69	4,50	Keterangan
Lama Pemberian air (Jam)	4	9	8	6	8	9	7	5	
									Blok 3 mulai pukul 07.00 - 09.00
Selasa			2		2				Blok 5 mulai pukul 09.00 - 11.00
				2				2	Blok 4 mulai pukul 11.00 - 13.00
									Blok 8 mulai pukul 13.00 - 15.00
						2	2		Blok 6 mulai pukul 07.00 - 09.00
Rabu									Blok 7 mulai pukul 09.00 - 11.00
		2		2					Blok 2 mulai pukul 11.00 - 13.00
									Blok 4 mulai pukul 13.00 - 15.00
					2			2	Blok 5 mulai pukul 07.00 - 09.00
Kamis									Blok 8 mulai pukul 09.00 - 11.00
			4						Blok 2 mulai pukul 11.00 - 15.00
		1	3						Blok 1 mulai pukul 07.00 - 09.00
Jumat									Blok 2 mulai pukul 09.00 - 11.00
						2	2		Blok 6 mulai pukul 11.00 - 13.00
									Blok 7 mulai pukul 13.00 - 15.00

Lanjutan Tabel 4.12 Pola Operasi Pompa

No. Blok	1	2	3	4	5	6	7	8	Keterangan
Luas Lahan (Ha)	3,65	7,87	7,17	6,00	7,0	8,12	6,69	4,50	
Lama Pemberian air (Jam)	4	9	8	6	8	9	7	5	
Sabtu	07.00 - 11.00	1	2					1	Blok 2 mulai pukul 07.00 - 09.00 Blok 8 mulai pukul 09.00 - 11.00
	11.00 - 15.00				1	2	1		Blok 4 mulai pukul 11.00 - 13.00 Blok 5 mulai pukul 13.00 - 15.00
Minggu	07.00 - 11.00		2	1				1	Blok 3 mulai pukul 07.00 - 9.00 Blok 4 mulai pukul 09.00 - 10.00 Blok 7 mulai pukul 10.00 - 11.00.
	11.00 - 15.00					2	2		Blok 5 mulai pukul 11.00 - 13.00 Blok 6 mulai pukul 13.00 - 15.00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dari hasil perhitungan di atas, lama pemberian air tergantung luasan daerah yang akan di air. Perhitungan dan penentuan lama dalam pemberian air menggunakan persamaan (2-9) hingga persamaan (2-10). Semakin luas maka akan semakin lama air yang diberikan dalam satu minggu. Blok 1 merupakan blok paling kecil diantara yang lain, sebesar 3,65 ha. Sehingga dalam seminggu hanya membutuhkan 4 jam untuk di airi. Sedangkan blok 6 memiliki luas 8,12 ha yang akan di airi. Sehingga waktu yang dibutuhkan adalah 8 jam dalam perharinya. Pemberian jadwal jam berdasarkan total air yang dibutuhkan untuk mengairi luas daerah oncoran.

Pembagian air dalam satu hari terdapat 2 sesi yaitu jam 07.00 hingga 11.00 kemudian dilanjutkan jam 11.00 hingga 15.00 yang nantinya pompa dimatikan oleh petani yang terakhir menggunakan pompa untuk mengairi sawah pada jam 15.00. Sebagai contoh hari senin, mulai pukul 07.00 hingga pukul 09.00 kemudian dimatikan digunakan untuk blok 7 mulai pukul 09.00 hingga 11.00. Setelah ini blok 1 menggunakan mulai pukul 11.00 hingga 13.00, dan dilanjutkan blok 2 mulai pukul 13.00 hingga 15.00 dan pompa dimatikan oleh petani yang terakhir

menggunakan. Jika pola operasi ini diterapkan dengan benar dan sesuai, maka pompa akan bertahan lebih lama dan terjadi pemerataan petani untuk sawahnya.

#### 4.4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Pada sub bab sebelumnya telah diuraikan mengenai luas daerah oncoran, perencanaan jaringan irigasi, pola operasi yang saling berkesinambungan hingga dalam sub bab ini menghitung rencana anggaran biaya untuk sistem irigasi air tanah SDMJ 619. Daftar harga satuan bahan dan harga satuan pekerjaan mengacu pada harga satuan HSPK Pemerintah Kabupaten Mojokerto tahun 2017, dapat dilihat dalam *Lampiran IV*. Perhitungan rencana anggaran biaya ini dibagi menjadi 5 jenis pekerjaan yaitu persiapan pekerjaan, pekerjaan rumah pompa serta pendukungnya, pekerjaan mesin dan pompa, pekerjaan jaringan irigasi air tanah, dan pekerjaan tambahan untuk mendukung dibangunnya sistem irigasi air tanah ini. Berikut adalah perhitungan rencana anggaran biaya yang disajikan dalam *Tabel 4.13* dan rekap rencana anggaran biaya dalam *Tabel 4.15*.

Tabel 4.13  
Analisis Harga Satuan

No.	Jenis Upah dan Bahan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
<b>I. Upah Tenaga Kerja</b>				
1	Mandor	Orang / hari	130.000	
2	Kepala tukang gali tanah	Orang / hari	120.000	
3	Kepala tukang batu	Orang / hari	120.000	
4	Kepala tukang kayu	Orang / hari	120.000	
5	Kepala tukang besi	Orang / hari	120.000	
6	Kepala tukang cat	Orang / hari	120.000	
7	Tukang gali tanah	Orang / hari	110.000	
8	Tukang batu	Orang / hari	110.000	
9	Tukang kayu	Orang / hari	110.000	
10	Tukang besi	Orang / hari	110.000	
11	Tukang cat	Orang / hari	110.000	
12	Pekerja	Orang / hari	90.000	
<b>II. Bahan</b>				
1	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	244.750	
2	Pasir cor	m <sup>3</sup>	244.750	
3	Sirtu urug	m <sup>3</sup>	193.750	
4	Kerikil beton	m <sup>3</sup>	245.500	

Lanjutan Tabel 4.13 Analisis Harga Satuan

No.	Jenis Upah dan Bahan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
5	Batu kali	m <sup>3</sup>	193.250	
6	Batu merah	buah	950	
7	Batu bata	m <sup>3</sup>	7.500	
8	Semen gresik 40 kg	sak	77.500	
9	Semen gresik 1 kg	kg	1.938	
10	Paku	kg	21.000	
11	Paku usuk	kg	21.000	
12	Paku sekrup	buah	165	
13	Besi beton polos	kg	13.050	
14	Besi profil siku	kg	13.500	
15	Besi plat strip	kg	13.500	
16	Kawat bendrat	kg	12.500	
17	Kawat duri	m	3.850	
18	Kayu balau/kamper	m <sup>3</sup>	7.500.000	
19	Kayu meranti ( balok )	m <sup>3</sup>	6.753.300	
20	Papan begesting	m <sup>3</sup>	1.850.000	
21	Plywood tebal 9 mm	Lembar	126.350	
22	Kalsiplank uk 30cm x 5mm x 4m	Lembar	95.000	
23	Dolken kayu Ø -10 cm 3 m	batang	23.900	
24	Seng gelombang BJLS 30 uk. 180/90 cm	Lembar	78.950	
25	Seng talang BJLS 30 uk.90	m	45.100	
26	Plamir tembok	kg	36.600	
27	Plamir kayu	kg	36.600	
28	Kunci pintu	buah	63.000	
29	Engsel pintu	buah	45.400	
30	Pipa GIP diameter 2" , t : 1.8 mm L : 6 m	lonjor	340.000	
31	Pipa GIP diameter 2" , t : 1.8 mm L : 6 m	kg	21.600	
32	Besi Kanal CNP 90 ( CNP gording panjang 7,5 m )	m	261.250	
33	Mur baut dia 8 mm x 1 inch	Set	16.400	
34	Mur baut dia 6 mm x 1 inch	Set	500	
35	Besi Plat Strip	buah	13.500	
36	Klos besi siku 10 cm dg angker+ 2 baut	Set	25.700	
37	Klos besi siku 5 cm + 1 baut	Set	15.400	

Lanjutan Tabel 4.13 Analisis Harga Satuan

No.	Jenis Upah dan Bahan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Keterangan
38	Cat tembok	kg	141.700	
39	Cat kayu	kg	77.500	
40	Cat besi	kg	71.500	
41	Kertas gosok	Lembar	5.600	
42	Flinkote / meni besi	kg	54.250	
43	Minyak begesting/solar	liter	15.300	
44	Lem kayu	kg	32.300	
45	Gembok	buah	42.900	
46	Kawat harmonika Ø2.5 mm uk lb 90	m	66.000	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Setelah mengetahui analisis harga satuan sesuai HSPK Kabupaten Mojokerto 2017, di lakukan analisa satuan uraian pekerjaan yang diperlukan dalam perencanaan jaringan irigasi air tanah sumur produksi SDMJ 619. Satuan uraian pekerjaan ini nantinya digunakan untuk menentukan biaya yang dibutuhkan untuk sistem jaringan irigasi ini. Berikut ini analisis satuan uraian pekerjaan:

Tabel 4.14  
Satuan uraian pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Sat	Harga Satuan (Rp)
1	Menggali 1 m <sup>3</sup> tanah biasa sedalam 1 m	m <sup>3</sup>	77.800
2	Mengurug kembali 1 m <sup>3</sup> galian	m <sup>3</sup>	25.900
3	Mengurug 1 m <sup>3</sup> pasir urug	m <sup>3</sup>	354.200
4	Mengurug 1 m <sup>3</sup> sirtu padat	m <sup>3</sup>	284.000
5	Pekerjaan 1 m <sup>3</sup> beton Sloof 15/20 cm	m <sup>3</sup>	6.453.600
6	Pekerjaan 1 m <sup>3</sup> beton Kolom 15/15 cm	m <sup>3</sup>	9.150.700
7	Pekerjaan 1 m <sup>3</sup> beton Ring Balok 15/15 cm	m <sup>3</sup>	6.212.600
8	Membuat 1 m <sup>3</sup> lantai kerja beton mutu f'c = 7.4 Mpa ( K 100 ), slump ( 3-6 ) cm, w/c = 0.87	m <sup>3</sup>	1.030.800
9	Pekerjaan beton pondasi pompa dan mesin penggerak	ls	4.687.400
10	Pemasangan bouwplank	m	160.100
11	Memasang 1 m <sup>3</sup> batu kosong ( aanstamping )	m <sup>3</sup>	506.500
12	Memasang 1 m <sup>3</sup> pondasi batu belah camp 1pc: 4pp	m <sup>2</sup>	1.002.300
13	Memasang 1 m <sup>2</sup> dinding bata merah uk (5x11x22) cm tebal 1/2 bata, campuran spesi 1 Pc : 2 Pp	m <sup>2</sup>	169.000
14	Memasang 1 m <sup>2</sup> dinding bata merah uk (5x11x22) cm tebal 1/2 bata, campuran spesi 1 Pc : 4 Pp	m <sup>2</sup>	154.500

Lanjutan Tabel 4.14 Satuan uraian pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Sat	Harga Satuan (Rp)
15	Memasang 1 m <sup>2</sup> dinding bata merah uk (5x11x22) cm tebal 1 bata, campuran spesi 1 Pc : 4 Pp	m <sup>2</sup>	318.400
16	Membuat 1 m <sup>2</sup> Plesteran, 1 Pc : 2 Pp, tebal 15 mm	m <sup>2</sup>	79.100
17	Membuat 1 m <sup>2</sup> Plesteran, 1 Pc : 4 Pp, tebal 15 mm	m <sup>2</sup>	71.700
18	Memasang 1 m <sup>2</sup> Penutup atap seng gelombang 180/90 cm	m <sup>2</sup>	81.900
19	Memasang 1 m <sup>2</sup> bubungan atap seng	m <sup>2</sup>	97.700
20	Pengecatan 1m <sup>2</sup> bidang kayu baru ( 1x plamir, 1x cat dasar, 2x cat penutup )	m <sup>2</sup>	63.800
21	Pengecatan 1m <sup>2</sup> bidang besi ( 1x cat dasar, 2x cat penutup )	m <sup>2</sup>	54.900
22	Pengecatan 1m <sup>2</sup> tembok baru ( 1x plamir , 1x cat dasar, 2x cat penutup )	m <sup>2</sup>	70.900
23	Memasang 1 kg besi profil	kg	31.400
24	Memasang konstruksi gording CNP 90	lonjor	602.700
25	Pasang 1 kg rangka atap baja	kg	28.900
26	Pipa GIP 2" dgn Dop untuk Sounding	m	100.000
27	Kawat berduri	m	3.850
28	Rangka pintu pipa GIP dia 2"	kg	41.700
29	Kawat harmonika Ø2.5 mm uk 90	m	66.000
30	Gembok	buah	42.900
31	Membuat dan memasang 1 m <sup>3</sup> kusen pintu kayu kelas II atau III	m <sup>3</sup>	12.031.200
32	Membuat dan memasang 1 m <sup>2</sup> pintu dan jendela panel kayu kelas I dan II	m <sup>2</sup>	1.036.500
33	Memasang 1 m <sup>1</sup> kalsiplank uk (5mmx30cm)	m	67.900
34	Pasang 1 buah engsel pintu	buah	66.700
35	Memasang 1 buah Kunci tanam biasa	buah	136.400
36	Memasang konstruksi gording CNP 90	lonjor	602.700
37	Pasang 1 kg rangka atap baja	kg	28.900
38	Pipa GIP 2" dgn Dop untuk Sounding	m	100.000

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Rencana anggaran biaya di hitung dari satuan pekerjaan di atas yang dikalikan dengan volume pekerjaan yang dibutuhkan. Volume pekerjaan pada setiap JIAT sistem perpipaan tergantung pada luas daerah oncoran, keadaan topografi, desain perencanaan dan panjang pipa yang ditanam. Perhitungan RAB ini didasarkan pada uraian sebelumnya yaitu menghitung luas daerah oncoran kemudian merencanakan jaringan irigasi air tanah beserta bangunannya.

Perhitungan rencana anggaran biaya sistem jaringan irigasi air tanah SDMJ 619 dapat dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini.

Tabel 4.15  
Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)
<b>I Pekerjaan Persiapan</b>					
1.1	Papan nama proyek	buah	1,00	882.300,00	882.300,00
1.2	Fasilitas (Basecamp)	bln	6,00	1.722.600,00	10.335.600,00
1.3	Uitzet trase saluran	m	1.465,00	2.900,00	4.248.500,00
1.4	Pasang bouwplank	m	21,15	160.100,00	3.386.115,00
1.5	Pemasangan Patok kayu (Ukuran 5/7)	m	24,00	17.500,00	420.000,00
<b>Jumlah Harga Pekerjaan I</b>					<b>19.272.515,00</b>
<b>II Pekerjaan rumah pompa, pagar dan perkerasan halaman Pekerjaan Tanah</b>					
2.1	Galian tanah biasa sedalam < 1 m	m <sup>3</sup>	44,26	77.800,00	2.381.188,00
2.2	Timbunan tanah atau urugan tanah kembali	m <sup>3</sup>	6,24	31.500,00	196.560,00
2.3	Pengurugan tanah urug dari luar	m <sup>3</sup>	17,90	155.900,00	2.790.610,00
2.4	Pengurugan dengan pasir urug	m <sup>3</sup>	11,08	171.200,00	1.896.896,00
<b>Pekerjaan pemasangan dan beton</b>					
2.5	Pemasangan batu kosong (Anstamping)	m <sup>3</sup>	5,52	459.500,00	2.536.440,00
2.6	Pasangan batu kali dengan mortar tipe N (campuran 1 PC : 4 PP)	m <sup>3</sup>	18,32	1.028.200,00	18.836.624,00
2.7	Pemasangan dinding trasram batu bata	m <sup>2</sup>	14,63	138.700,00	2.029.181,00
2.8	Pemasangan dinding batu bata campuran 1 SP : 4 PP	m <sup>2</sup>	84,44	132.300,00	11.171.412,00

Lanjutan Tabel 4.15 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)
2.9	Plesteran tebal 1,5 cm dengan mortar tipe S (campuran 1 PC : 3 PP)	m <sup>2</sup>	218,69	81.800,00	17.888.842,00
2.10	Beton tumbuk 1 PC : 3 PB : 5 KR	m <sup>3</sup>	1,71	977.500,00	1.671.525,00
2.11	Pemasangan lantai keramik	m <sup>2</sup>	1,75	283.200,00	495.600,00
2.12	Pemasangan dinding keramik	m <sup>2</sup>	6,53	400.500,00	2.615.265,00
<b>Pagar dan pintu pagar</b>					
<b>Pekerjaan tanah</b>					
2.13	Menggali 1 m <sup>3</sup> tanah biasa sedalam 1 m	m <sup>3</sup>	6,770	77.800,00	526.706,00
2.14	Mengurug kembali 1 m <sup>3</sup> galian	m <sup>3</sup>	2,970	25.900,00	76.923,00
2.15	Mengurug 1 m <sup>3</sup> pasir urug	m <sup>3</sup>	1,560	354.200,00	552.552,00
<b>Pekerjaan besi</b>					
2.16	Memasang 1 kg besi profil	kg	40,720	31.400,00	1.278.608,00
2.17	Kawat berduri	m	32,000	3.850,00	123.200,00
2.18	Rangka pintu pipa GIP dia 2"	kg	54,090	41.700,00	2.255.553,00
2.19	Kawat harmonika Ø2.5 mm uk 90	m	6,000	66.000,00	396.000,00
2.20	Gembok	buah	1,000	42.900,00	42.900,00
<b>Jumlah Harga Pekerjaan II</b>					<b>74.008.646,00</b>
<b>III Pekerjaan Mesin dan Pompa</b>					
<b>Pengadaan Mesin</b>					
3.1	Penggerak Min. 43 HP dan asesorisnya	Set	1,00	219.032.000,00	219.032.000,00
3.2	Pengadaan Pompa Kap. 40 Lt/Dt dan asesorisnya	Set	1,00	218.735.000,00	218.735.000,00
<b>Pemasangan Mesin</b>					
3.3	Penggerak, Pompa, dan asesorisnya	Unit	1,00	5.296.500,00	5.296.500,00
<b>Jumlah Harga Pekerjaan III</b>					<b>443.063.500,00</b>
<b>IV Pekerjaan Jaringan irigasi air tanah</b>					
<b>Pekerjaan Tanah</b>					
4.1	Galian tanah biasa sedalam < 1 m	m <sup>3</sup>	542,16	53.800,00	29.168.208,00
4.2	Timbunan tanah atau urugan tanah kembali	m <sup>3</sup>	485,62	31.500,00	15.297.030,00

Lanjutan Tabel 4.15 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)
<b>Pekerjaan Pasangan dan Beton</b>					
4.3	Pasangan batu kali dengan mortar tipe N (campuran 1 PC : 4 PP)	m <sup>3</sup>	18,20	1.028.200,00	18.713.240,00
4.4	Plesteran tebal 1,5 cm dengan mortar tipe S (campuran 1 PC : 3 PP)	m <sup>2</sup>	76,87	81.800,00	6.287.966,00
4.5	Beton tumbuk 1 PC : 3 PB : 5 KR	m <sup>3</sup>	0,16	977.500,00	156.400,00
<b>Pekerjaan Perpipaian dan Asesoris</b>					
4.7	<i>Alfa Valve</i> dia 8"	unit	8,00	2.502.500,00	20.020.000,00
4.8	Inlet, Stand/Pipa pengontrol tekanan GIP dia 8"	m	7,50	888.800,00	6.666.000,00
4.9	<i>Air Valve</i> dia 2" dan Sangkar Pengaman	buah	2,00	1.679.100,00	3.358.200,00
4.10	Tee PVC SNI dia 8"	buah	4,00	828.200,00	3.312.800,00
4.11	Knee PVC SNI dia 8"	buah	5,00	800.000,00	4.000.000,00
4.12	Knee Besi dia 8"	buah	1,00	240.000,00	240.000,00
4.13	Tes Pengaliran Jaringan Perpipaian	unit	1,00	3.684.500,00	3.684.500,00
4.14	Pengecatan kayu/besi baru	m <sup>2</sup>	4,74	61.500,00	291.510,00
4.15	<i>PVC S-16 dia 8"</i>	m	2.141	159.300,00	341.061.300,00
<b>Jumlah Harga Pekerjaan IV</b>					<b>465.268.994,00</b>
<b>V Pekerjaan Pendukung</b>					
5.1	Pisau ukur Thomson	buah	1,00	300.000,00	300.000,00
5.3	Kunci Pembuka/Penutup <i>Alfa valve</i>	buah	2,00	300.000,00	600.000,00
<b>Jumlah Harga Pekerjaan V</b>					<b>900.000,00</b>

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dari tabel 4.15 di atas, rencana anggaran terdiri dari 5 pekerjaan yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan rumah pompa, pekerjaan mesin dan pompa, pekerjaan jaringan irigasi air tana dan yang terakhir adalah pekerjaan pendukung. Untuk pekerjaan rumah pompa terdiri dari pemasangan batu dan beton. Pekerjaan jalur pipa sudah termasuk pembersihan, pembongkaran, penggalian, pemadatan pasir dan variasi diameter pipa PVC. Setelah perhitungan selesai dari setiap bangunan seperti yang telah disebutkan di atas, jumlah semua pekerjaan dapat diringkas dalam **Tabel 4.16** berikut ini.

Tabel 4.16  
Rekapitulasi rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya		
Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah		
SDMJ 619 Kec. Dlanggu, Kab. Mojokerto		
Nama Kegiatan	: Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah SDMJ 619	
Lokasi	: Desa Sumber Karang, Kecamatan Dlanggu, Kabupaten Mojokerto	
No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Biaya (Rp)
I	Pekerjaan persiapan	19.272.515,00
II	Pekerjaan rumah pompa, pagar, Perkerasan halaman	74.008.646,00
III	Pekerjaan mesin dan pompa	443.063.500,00
IV	Pekerjaan jaringan irigasi air tanah	465.268.994,00
V	Pekerjaan pendukung	900.000,00
	( A ) Jumlah Harga	1.002.513.655,00
	( B ) Pajak Pertambahan Nilai ( PPN ) 10 %	100.251.365,50
	( C ) Jumlah = (A) + (B)	1.102.765.020,50
	Jumlah dibulatkan	1.102.765.000,00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Total biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan pembangunan sistem jaringan irigasi air tanah yang akan direncanakan mengairi 51 ha dengan total pipa yang dibutuhkan sebanyak 2141 meter, terdapat 1 rumah pompa, 1 pipa pelepas tekanan, 8 *outlet*, 8 alat ukur thompson adalah sebesar Rp. 1.102.765.000,00 (Satu Milyar Seratus Dua Juta Tujuh Ratus Enam Puluh Lima Ribu Rupiah).



Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan, maka dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Luas daerah oncoran yang dapat diairi oleh sumur produksi SDMJ 619 adalah 51 ha.
2. Perencanaan jaringan irigasi air tanah di daerah oncoran SDMJ 619 dengan menggunakan sistem perpipaan saluran bercabang terbuka meliputi: 1 buah sumur produksi, 8 buah outlet, 1 bangunan rumah pompa, 1 buah pipa pengontrol tekanan, 8 buah alat ukur Thompson, pipa PVC berdiameter 8 inchi dengan total panjang 2141 meter, dimana dalam analisis hidraulik dengan menggunakan Paket Program *WaterCAD V8i* dapat ditunjukkan bahwa semua *junction* dan pipa dinyatakan mengalir sesuai dengan syarat pengaliran.
3. Pola operasi menggunakan sistem rotasi dengan debit pompa sebesar 40,11 liter/detik selama 8 jam pengaliran dimulai dari pukul 07.00 sampai pukul 15.00, dengan 2 kali pengaliran yaitu pukul 07.00 hingga 11.00 dan pukul 11.00 hingga 15.00. Pengoperasian pompa ini hanya pada musim kemarau atau pada saat tidak ada hujan.
4. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan dan pengembangan sistem irigasi air tanah sumur produksi SDMJ 619 adalah sebesar Rp. 1.102.765.000,00 (Satu Milyar Seratus Dua Juta Tujuh Ratus Enam Puluh Lima Ribu Rupiah) yang digunakan untuk mengairi lahan 51 ha. Maka pembangunan sistem irigasi air tanah ini dikatakan layak.

#### 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan kepada Instansi Kegiatan Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA Brantas, Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas, Provinsi Jawa Timur adalah sumur SDMJ 619 mampu mengairi daerah oncoran seluas 51 ha dengan jaringan irigasi air tanah menggunakan sistem perpipaan saluran bercabang terbuka.



Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, K.M, (2017). *Metode Pengambilan Air dari Sumur*. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi
- Bardan, M. (2014). *Irigasi*. Yogyakarta:Graha Ilmu
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 06-0084-2002. Pipa PVC untuk Saluran Air Minum*. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- Bentley Methods. (2007). *User's Guide WaterCAD v8i for Windows WATERBUY*. Connecticut, USA: Bentley Press.
- Amas, M., Hartomo, W., Purnomo, S. (1994). *Pengembangan Air Tanah Sebagai Subsistem Pengelolaan Sumber Daya Air*. Jakarta:Direktorat Jendral sumber Daya Air
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan. (2013). *Kriteria Perencanaan Irigasi 01*. Jakarta:Direktorat Jendral sumber Daya Air
- Departemen Pekerjaan Umum PSDA. (2004). *Pedoman Teknis Konstruksi Jaringan Irigasi Air Tanah Sistik Perpipaan*. Jakarta:Direktorat Jendral sumber Daya Air.
- Dinas Pertanian Kabupaten Mojokerto. (2018). *Analisa Usaha Tani Kabupaten Mojokerto*. Disperta.mojokerto.kab, diakses pada 1 Agustus 2018.
- Fajar, A. (2016). *Efisiensi Sistem Irigasi Pipa Untuk Mengidentifikasi Tingkat Kelayakan Pemberian Air Dalam Pengelolaan Air Irigasi*. Bogor: Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. (2016). *Panduan Penulisan Skripsi*. Malang:Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Haryono, S. D., Sumarni, H., dan Istanto, H. (2009). *Kriteria Pengembangan & Pengelolaan Irigasi Air Tanah*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Sumber Daya Air Direktorat Irigasi.
- Joko, T. (2010). *Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Limantara, LM. (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung:Lubuk Agung
- Linsley, R. K., Max A. K., and Joseph H.P. (1996). *Hidrologi untuk Insinyur (edisi ketiga)*. Jakarta: Erlangga.
- Linsley, Ray K, & Yoseph B. F. (1996).*Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Pabundu, M. (1990). *Pengelolaan Irigasi Sumur Pompa*. Jakarta:Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Priyantoro, D. (1991). *Hidraulika Saluran Tertutup*. Malang: Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

- Reni, V.G. (2018). *50 Hz Vertical Axis Pumps*. Rubiera : Pompe Zanni.
- Safitri, M. (2014). *Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah SDMJ 557 di Kabupaten Mojokerto*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suhardjono. (1994). *Kebutuhan Air Tanaman*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Soemarto, C. D., (1986). *Hidrologi Teknik*. Erlangga. Jakarta.
- Todd, D.K. (1980). *Ground Water Hidrology*. New York: John Wiley and Sons.
- Triatmodjo, B. (1996). *Hidraulika II*. Edisi kedua. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2016). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmadja, R. (2014). *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Yogyakarta: Beta Offset.

