



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

RENCANA PEMBANGUNAN JARINGAN IRIGASI AIR TANAH (JIAT) DI DESA KAMBENG, KECAMATAN SLAHUNG, KABUPATEN PONOROGO SEBAGAI PENINGKATAN LAHAN TADAH HUJAN MENJADI IRIGASI TEKNIS

DEVI ARUM HIDAYAH
NRP. 10111610000023

DOSEN PEMBIMBING I
Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
NIP. 19581212 198701 1 001

DOSEN PEMBIMBING II
Dwi Indriyani, S.T., M.T.
NIP. 19810210 201404 2 001

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

**RENCANA PEMBANGUNAN JARINGAN IRIGASI
AIR TANAH (JIAT) DI DESA KAMBENG,
KECAMATAN SLAHUNG, KABUPATEN
PONOROGO SEBAGAI PENINGKATAN LAHAN
TADAH HUJAN MENJADI IRIGASI TEKNIS**

DEVI ARUM HIDAYAH
NRP. 10111610000023

DOSEN PEMBIMBING I
Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
NIP. 19581212 198701 1 001

DOSEN PEMBIMBING II
Dwi Indriyani, S.T., M.T.
NIP. 19810210 201404 2 001

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



APPLIED FINAL PROJECT - VC181819

**DESIGNING GROUND WATER IRRIGATION
NETWORK IN DESA KAMBENG, KECAMATAN
SLAHUNG, KABUPATEN PONOROGO AS THE
TRANSFORMATION OF RAINFED LAND INTO
THE TECHNICAL IRRIGATION**

DEVI ARUM HIDAYAH
NRP. 1011161000023

SUPERVISOR I
Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
NIP. 19581212 198701 1 001

SUPERVISOR II
Dwi Indriyani, S.T., M.T.
NIP. 19810210 201404 2 001

DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

RENCANA PEMBANGUNAN JARINGAN IRIGASI AIR TANAH (JIAT) DI DESA KAMBENG, KECAMATAN SLAHUNG, KABUPATEN PONOROGO SEBAGAI PENINGKATAN LAHAN TADAH HUJAN MENJADI IRIGASI TEKNIS

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
pada
Program Studi Sarjana Terapan
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 24 Agustus 2020

Oleh:



DEVI ARUM HIDAYAH

Nrp. 1011161000023

Disetujui oleh:



DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Edy Sumirman, M.T.

NIP. 19581212 198701 1 001



DOSEN PEMBIMBING 2

Dwi Hendriyani, S.T., M.T

19810210 201404 2 001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Devi Arum Hidayah 2
NRP : 1 10111610000023 2
Judul Tugas Akhir : Rencana Pembangunan jaringan irigasi Ar Tanah (JIAT)
 Di Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo
 sebagai Peningkatan Lahan Tadah Hujan Menjadi Irigasi Teknis
Dosen Pembimbing : Ir. Edy Sumirman, M.T.

No	Tanggal	Tugas/Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
1.	11 April 2020	- Asistensi online. mengirim perhitungan sampai dengan kebutuhan Arr melalui email		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
2.	16 Juni 2020	- Asistensi online, mengirim perbaikan layout petak sawah dan neraca air melalui email		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
3.	17 Juli 2020	- Cari pola tata tanam eksisting - Persiapkan hitungan penurunan air tanah (tidak perlu ditulis di laporan) - Bak penampung lgsg pakai tinggi tekan → yg berpengaruh tinggi telannya - Panjang pipa tidak berpengaruh. - Asistensi melalui zoom		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>

Ket :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

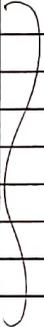
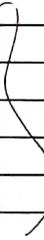
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60118

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipi-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Devi Anum Hidayah 2
NRP : 1 10116100023 2
Judul Tugas Akhir : Rencana Pembangunan Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT) di Desa Kambang, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo sebagai Peningkatan Lahan Tadah Hujan Menjadi Irigasi Teknis
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Edy Sumirman, M.T
 2. Dwi Indriyani, S.T, M.T.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	20 Januari 2020	1). Lokasi uji pompa : petakan letak sumur-sumur yang ada				
		2). Peta sumber air permukaan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3). Petakan ke g google earth / di peta topografi.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4). Petakan sawah irigasi → luasannganya.				
		5). Kondisi desising manly bab iv		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		6). Plot titik stasiun untuk stasiun yg dekat lokasi uji.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	10 Feb. 2020	1). Cek lagi konturnya.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2). Petakan sawah irigasi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3). Hitung hidrologinya.				
		4). Layout dibuat dahulu (petak tensier)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		5). Ciri debit irigasi dahulu.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025

<http://www.djplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Devi Arum Hidayah 2
NRP : 1 10111610000023 2
Judul Tugas Akhir : Rencana Pembangunan Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT) di Desa Kambang, kec. Slahung, Kab. Ponorogo sebagai Peningkatan Lahan Tadah Hujan menjadi Irigasi Teknis
Dosen Pembimbing : Dwi Indriyani, S.T., M.T.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
3.	13 April 2020	→ Lay out per petak sawah diperbaiki				
		→ LP hanya untuk padi		B	C	K
		→ Debit irigasi per sawah		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		→ Rencana pola tata lanam Mulai dari Nopember				
					B	C
4.	27 April 2020	→ Satuan luasan petak sawah di layout diperbaiki		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		→ Petak sawah yg luasanya kecil < 10 Ha digabungkan dg petak yg lain		B	C	K
		→ Kt motong jalan pakai gorong ^{kan} .		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					B	C
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Devi Anum H. **2**
NRP : 1 101461000023 **2**
Judul Tugas Akhir : Rencana Pembangunan Jaringan Irigasi Air Tanah (SIAT) di Desa Kambeng, Kec. Slahung, Kab. Ponorogo sebagai Peningkatan Lahan Tadah Hujan menjadi Irigasi Teknis
Dosen Pembimbing : Dwi Indriyani, ST. MT.

No	Tanggal	Tugas/Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
5.	11 Mei 2020	- Mengirim revisi luasan petak sawah				
6.	25 Juni '20	- Sumur-sumur yg sudah dipetalikan digunakan untuk mengairi sawah.		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
7.	22 July '20	- Panjang pipa mempengaruhi kehilangan tinggi tekan		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
		- Cari rumus & cara perhitungan & buku hidrolika terapan.		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
				B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
				B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
				B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>

Kel :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



Berita Acara Sidang Proyek Akhir

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS
Semester Genap 2019-2020

Nomor BA :

Nomor Jadwal : **22**

Program Studi : D4 Teknik Sipil (TRPPBS)

Diinput oleh : Dwi Indriyani, ST., MT.

Bahwa pada hari ini : Rabu, 05-Agt-2020

Pukul : 13.00 s/d 15.00

Di tempat : Online Meeting

Telah dilaksanakan sidang Proposal Tugas Akhir dengan judul:

RENCANA PEMBANGUNAN JARINGAN IRIGASI AIR TANAH (JIAT) DI DESA KAMBENG, KECAMATAN SLAHUNG, KABUPATEN PONOROGO SEBAGAI PENINGKATAN LAHAN TADAH HUJAN MENJADI IRIGASI TEKNIS

Yang dihadiri dan diresentasikan oleh mahasiswa :

(Hadir / Tidak Hadir)

1011161000023 DEVI ARUM HIDAYAH

Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Pembimbing:

(Hadir / Tidak Hadir)

1 Ir. Edy Sumirman, MT.

Hadir

2 Dwi Indriyani, ST., MT.

Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Penguji:

(Hadir / Tidak Hadir)

1 Dr. Ir. Suharjoko, MT.

Hadir

2 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.

Hadir

3 Muh. Hafizh Imaaddudin, ST., MT.

Bahasannya, musyawarah pembimbing dan penguji pada sidang provek akhir ini memutuskan:

1011161000023 DEVI ARUM HIDAYAH

LULUS, DENGAN REVISI MINOR

Catatan / revisi / masukan :

Dr. Ir. Suharjoko, MT.

a Lokasi seharusnya dirujuk langsung pada Desa Kambeng

b Titik posisi sumur digambar jadi satu dg sistem jaringan dimasukkan di laporan

c Perhitungan kapasitas tandon seharusnya dipertimbangkan dalam operasional pompa (jika tidak ada ditambahkan di batasan)

d

e

f

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.

- a Kondisi existing harus jelas Mana sawah yg murni tadah hujan atau tidak
- b Diplot sumur mana yg bs diairi (bisa dikembangkan) dan mana yg tdk
- c Efisiensi lebih tinggi jika pada jaringan pipa
- d Jika debit tdk 100% terpenuhi, nantinya solusinya bagaimana
- e
- f

Muh. Hafiih Imaaduddin, ST., MT.

- a Ditambahkan kondisi pompa existing dan rencana Gambar potongan memanjang jaringan irigasi pipa dari tower ke sawah lengkap dengan elevasinya dan garis energi
- b
- c Ditunjukkan sumber pertimbangan dari nilai perkolasi dalam laporan
- d
- e
- f

Tindak lanjut :

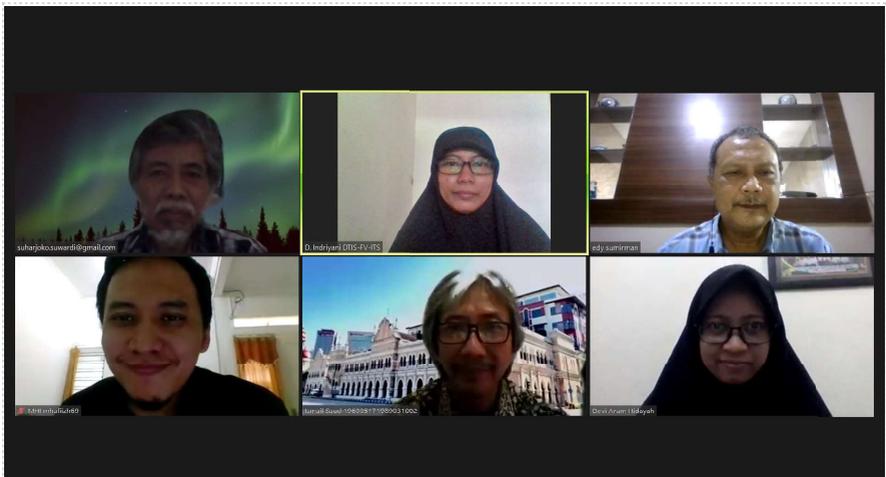
Mahasiswa memperbaiki/merevisi Proyek Akhir sesuai dengan masukan di atas.

Penutup :

Demikian Berita Acara Sidang Proyek Akhir ini dibuat sebagai panduan revisi oleh Mahasiswa.

Lampiran :

Tempelkan screen capture peserta meeting online disini.





ABSTRAK

RENCANA PEMBANGUNAN JARINGAN IRIGASI AIR TANAH (JIAT) DI DESA KAMBENG, KECAMATAN SLAHUNG, KABUPATEN PONOROGO SEBAGAI PENINGKATAN LAHAN TADAH HUJAN MENJADI IRIGASI TEKNIS

Nama Mahasiswa : Devi Arum Hidayah
NRP : 10111610000023
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil FV – ITS
Dosen Pembimbing : (1) Ir. Edy Sumirman, M.T.
(2) Dwi Indriyani, S.T., M.T

Abstrak

Irigasi adalah sebuah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang meliputi irigasi permukaan, rawa, air bawah tanah, pompa, dan tambak. Pengembangan irigasi sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produksi tanam terutama pada lahan tadah hujan agar bisa menjadi irigasi teknis. Dalam studi ini lokasi yang diambil adalah Desa Kambeng, Slahung, Ponorogo. Total luas lahan sawah adalah sebesar 147,02 Ha. Lahan yang dapat terairi dengan air tanah adalah sebesar 135,54 Ha sedangkan luas lahan yang diperkirakan masih menjadi lahan tadah hujan adalah sebesar 11,480 Ha yang akan dikembangkan dengan sistem jaringan irigasi air tanah (JIAT). Debit keluaran dari sumur yang terdapat di lokasi adalah sebesar 12,153 liter/dt. Pola tata tanam yang dikembangkan adalah padi-padi-palawija dengan kebutuhan air lahan sebesar 1,370 liter/dt/ha. Sistem distribusi menggunakan sistem perpipaan, diameter yang dipakai adalah 2”-5”, dan jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC jenis AW. Penambahan tinggi tekan sebesar 10 meter digunakan untuk mengairkan air dari sumur ke lahan yang elevasinya lebih tinggi. Pompa hisap yang digunakan adalah pompa jenis *submersible* merk *Grounfos type* SP-10 dengan *maksimum head* 81 meter. Total biaya

konstruksi pada perencanaan JIAT adalah sebesar Rp 860.191.658,00. Total produksi tanam selama setahun adalah sebesar Rp 970.122.320,00. Analisis ekonomi yang dilakukan menghasilkan nilai BCR sebesar $3,312 > 1$, nilai NPV sebesar Rp 7.174.745.122,13 > 0 , dan IRR sebesar 33,645%. Berdasarkan analisis ekonomi yang dilakukan maka pekerjaan JIAT ini layak untuk dilaksanakan.

Kata kunci: Irigasi, JIAT, Kelayakan Ekonomi. Perpipaan, pompa.

ABSTRACT

DESIGNING GROUND WATER IRRIGATION NETWORK IN DESA KAMBENG, KECAMATAN SLAHUNG, KABUPATEN PONOROGO AS THE TRANSFORMATION OF RAINFED LAND INTO THE TECHNICAL IRRIGATION

Student Name : Devi Arum Hidayah
NRP : 1011161000023
Departemen : Civil Infrastructure Engineering FV
– ITS
Supervisor : (1) Ir. Edy Sumirman, M.T.
(2) Dwi Indriyani, S.T., M.T

Abstract

Irrigation is an effort to provide, regulate, and dispose water to support agriculture which includes surface irrigation, swamps, underground water, pumps, dan ponds. Irrigation development is needed to increase crop production, especially on rainfed land so that it can become technical irrigation. In this study, the location is in Desa Kambeng, Slahung, Ponorogo. Total area of rice field is 147,02 Ha. The land that can be irrigated with groundwater is 135,54 Ha. Meanwhile, the area of land which is estimated to be still rainfed is 11,480 Ha which will be developed with a groundwater irrigation network system (JIAT). The discharge from the wells at the site is 12,153 liter/second. The distribution system uses a piping system, the diameter used is 2" - 5", and the type of pipe used is AW type of PVC pipe. An increase in the compressive height of 10 meters is used to drain water from the well to land with a higher elevation. The suction pump used is a submersible pump, the Grundfos brand SP-10, with a maximum head of 81 meters. Total cost of JIAT construction plan is RP 860.191.685,00. Total planting production for a year is Rp 970.122.320,00. The economic analysis performed resulted in a

BCR value of 3,312 > 1, an NPV value of Rp 7.174.745.122,13 > 0, and an IRR of 33,645%. Based on the economic analysis carried out, the JIAT work is feasible to carry out..

Keyword: Irrigation, JIAT, Feasibility study, Piping, Pump,

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan judul *“Rencana Pembangunan Jaringan Irigasi Air Tanah (Jiat) Di Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo Sebagai Peningkatan Lahan Tadah Hujan Menjadi Irigasi Teknis”*

Tugas Akhir Terapan ini disusun sebagai syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Tugas Akhir terapan ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga penghargaan dan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. M. Khoiri, ST., MT., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
2. Ir. Edy Sumirman, M.T dan Dwi Indriyani, S.T., M.T selaku dosen pembimbing serta bapak ibu dosen DTIS
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan hingga selesainya proposal ini.
4. Teman-teman Diploma Sipil angkatan 2016 dan BA 2016 atas dukungan dan bantuannya.
5. Pihak-pihak lain yang saya tidak bisa sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari Tugas Akhir Terapan ini belum sempurna. Penulis sangat mengharapkan kritik atau saran untuk yang lebih baik. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
5.1 Latar Belakang	1
5.2 Rumusan Permasalahan.....	3
5.3 Batasan Masalah.....	3
5.4 Tujuan.....	3
5.5 Manfaat.....	4
BAB II KONDISI WILAYAH STUDI.....	5
2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi	5
2.2 Karakteristik Hidrologi.....	5
2.3 Karakteristik Klimatologi.....	6
2.3.1 Temperatur Udara.....	6
2.3.2 Lama Penyinaran Matahari.....	6
2.3.3 Kelembapan Relatif	7
2.3.4 Kecepatan Angin	7
2.4 Karakteristik Geologi	7
BAB III METODOLOGI	15
3.1 Studi Pustaka	15

3.2	Pengumpulan Data	15
3.3	Analisis Data	15
3.3.1	Kebutuhan air	15
3.3.2	Penyiapan lahan.....	16
3.3.3	Kebutuhan Konsumtif	17
3.3.4	Perkolasi	20
3.3.5	Pergantian Lapisan Air.....	20
3.3.6	Curah Hujan Efektif	20
3.3.7	Kebutuhan Air di Sawah	21
3.3.8	<i>Difrection Requirement (DR)</i>	21
3.4	Desain Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT).....	22
3.5	Bangunan Pendukung Jaringan Irigasi Air Tanah.....	25
3.5.1	Bangunan Rumah Pompa	25
3.5.2	Saluran Pembawa	26
3.5.3	Bangunan Bagi	26
3.5.4	Bangunan Pengeluaran (<i>Outlet</i>)	27
3.6	Analisis Hidrolika.....	27
3.7	Analisis Kelayakan Ekonomi	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Perhitungan Hidrologi	35
4.1.1	Curah hujan rata-rata	35
4.1.2	Curah hujan efektif.....	35
4.2	Perhitungan Klimatologi	37
4.3	Perkolasi	40
4.4	Penyiapan Lahan untuk Padi	40

4.5	Pergantian Lapisan Air	40
4.6	Kebutuhan air di sawah	41
4.7	Pola Tata Tanam.....	41
4.8	Analisis Ketersediaan Air	42
4.9	<i>Layout</i> Jaringan Irigasi	42
4.10	Neraca Air	43
4.11	Perhitungan Dimensi Pipa	44
4.12	Perhitungan Kehilangan Tinggi tekan	50
4.13	Kebutuhan Pompa	52
4.14	Analisis RAB.....	55
4.15	Analisis Kelayakan Ekonomi	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penggunaan Lahan Desa Kambeng	5
Gambar 2. 2 Susunan tanah Desa Kambeng	8
Gambar 2. 3 Peta Hidrogeologi Desa Slahung.....	9
Gambar 2. 4 Letak Sumur Pompa di Desa Kambeng.....	12
Gambar 2. 5 Petak Tersier di Desa Kambeng	13
Gambar 4. 1 Pembagian petak tersier.....	42
Gambar 4. 2 Skema Jaringan Irigasi	44
Gambar 4. 3 Sketsa <i>head</i> pompa	53
Gambar 4. 4 Pompa <i>submersible</i>	54
Gambar 4. 5 Garis energi pada sumur – reservoir.....	55
Gambar 4. 6 Timbunan untuk jaringan pipa.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Temperatur Udara	6
Tabel 2. 2 Lama Penyinaran Matahari	7
Tabel 2. 3 Kelembapan Relatif.....	7
Tabel 2. 4 Kecepatan Angin	7
Tabel 2. 5 Potensi Kedalaman Akuifer di Kab. Ponorogo	11
Tabel 2. 6 Koordinat Sumur Bor di Desa Kambeng	14
Tabel 4. 1 Nilai Re pada tanaman	36
Tabel 4. 2 Data Klimatologi rata-rata Pacitan 2014-2016.....	39
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan evapotranspirasi	39
Tabel 4. 4 Hasil perhitungan penyiapan lahan padi	40
Tabel 4. 5 Perhitungan neraca air	43
Tabel 4. 6 Luas dan Debit Kebutuhan pada Setiap Saluran	45
Tabel 4. 7 Elevasi Bangunan pada Jaringan Irigasi.....	45
Tabel 4. 8 Nilai NPV dengan nilai Bunga yang berbeda.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

5.1 Latar Belakang

Irigasi adalah sebuah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang meliputi irigasi permukaan, rawa, air bawah tanah, pompa, dan tambak (PP No.20/2006). Dalam kegiatan irigasi dibutuhkan sebuah rekayasa untuk penyediaan air, pengaturan air, dan pemberian air. Rekayasa ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air pada area sawah. Oleh karena itu dalam kegiatan irigasi sangat diperlukan sebuah jaringan irigasi berupa saluran, bangunan, dan pelengkapannya.

Adanya usaha dalam irigasi sangat mendukung produktivitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional. Peningkatan ini bisa terjadi apabila terus dikembangkan sistem irigasi untuk sawah-sawah yang ada sehingga tidak lagi menjadi sawah tadah hujan. Sawah tadah hujan adalah sawah yang sistem pemberian airnya mengandalkan curah hujan sehingga sawah ini hanya memproduksi pada musim hujan. Umumnya sawah tadah hujan hanya dipanen satu tahun sekali. Pada musim hujan, produktivitas lahan tadah hujan memang cukup tinggi, namun sebaliknya dengan musim kering karena kurangnya atau bahkan tidak adanya pemenuhan kebutuhan air. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan air di musim kering dibutuhkan upaya pengadaan dan pengelolaan air dengan menjadikan sawah irigasi teknis.

Sawah dengan irigasi teknis mempunyai bangunan utama yang bersifat permanen. Sebuah jaringan irigasi teknis memungkinkan dilakukannya pengukuran aliran, pembagian air irigasi dan pembuangan air secara efisien. Pengambilan air untuk irigasi teknis di Indonesia sebagian besar menggunakan air permukaan/air sungai yang dibendung atau ditampung terlebih dahulu dengan waduk.

Sebagaimana yang kita ketahui bahwa beberapa tahun terakhir ini kondisi iklim mengalami perubahan yang signifikan. Dilansir dari laman berita Tempo, Kementerian Pertanian

mencatat saat ini terdapat sekitar 100 kabupaten dan kota terdampak kekeringan pada musim kemarau 2019 yang tersebar di wilayah Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, NTB, dan NTT. Jawa timur menjadi propinsi dengan wilayah paling luas terdampak kekeringan mencapai 34.006 Ha dengan puso 5.069 Ha. Dampak kekeringan ini menyebabkan ratusan hektar sawah mengalami gagal panen.

Berdasarkan draft Rencana Strategis Tahun 2015-2025, Deputy Bidang Koordinasi Pangan dan Pertanian, Kementerian Koordinator Bidang Pertanian menyebutkan beberapa kondisi umum pengelolaan sistem irigasi antara lain, rendahnya keandalan air irigasi dimana hanya 76,542 Ha (10,7%) luas irigasi permukaan yang airnya dijamin oleh waduk, sisanya sebesar 6,38 juta Ha (89,3%) mengandalkan debit sungai. Belum optimalnya kondisi dan fungsi prasarana irigasi permukaan nasional, seluas 3,3 juta Ha (46%) prasarana irigasi dalam kondisi rusak.

Air tanah dapat menjadi alternatif sumber pengairan air saat musim kemarau terutama pada sawah tadah hujan. Salah satu desa yang sawahnya masih menjadi sawah tadah hujan adalah Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo. Area sawah di Desa Kambeng tidak terdapat irigasi air permukaan.. Untuk pemenuhan kebutuhan air, beberapa warga menggunakan sumur bor dilihat dari adanya sumur bor yang sudah beroperasi. Namun tidak semua petani di Desa Kambeng memiliki sumur bor, oleh karenanya sebuah jaringan irigasi air tanah diperlukan untuk mengatur pola pemberian air untuk seluruh area sawah di Desa Kambeng.

Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT) adalah jaringan irigasi yang airnya berasal dari air tanah, mulai dari sumur dan instalasi pompa sampai dengan saluran irigasi air tanah termasuk bangunan didalamnya (PP No.20/2006 Tentang Irigasi). JIAT merupakan jaringan irigasi kecil dengan sumur pompa, yang diusahakan merupakan jaringan tersier sempurna untuk setiap sumur pompa.

Pembangunan JIAT ini harus mempertimbangkan aspek-aspek sosial maupun ekonomi yang ada, karena sebagaimana yang kita ketahui proyek irigasi harus senantiasa ada untuk

menjamin produksi pertanian. Maka dilakukan studi kelayakan berdasarkan analisis kelayakan teknis, sosial dan lingkungan, dan kelayakan ekonomi. Studi kelayakan ini sebagai dasar dalam memutuskan kelayakan pembangunan dan dapat pula digunakan sebagai rujukan dalam pengembangan dalam pembangunannya.

5.2 Rumusan Permasalahan

Permasalahan yang akan diselesaikan pada area sawah di Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air tanah pada area sawah di Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo?
2. Bagaimana penentuan lokasi sumur bor dan jaringan irigasi air tanah pada area sawah tersebut?
3. Bagaimana pola pemberian air pada area sawah tersebut?
4. Bagaimana analisis kelayakan ekonomi pada rencana pembangunan jaringan irigasi air tanah pada lahan tersebut?

5.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penyelesaian tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam studi kasus tugas akhir terapan ini tidak dibahas tentang stabilitas tanah akibat pembangunan sumur bor.
2. Tidak dibahas rencana operasi dan pemeliharaan untuk jaringan irigasi yang direncanakan.
3. Sumur yang digunakan adalah sumur eksisting milik warga.
4. Tidak dibahas perhitungan kapasitas reservoir.

5.4 Tujuan

Tujuan dari penyelesaian masalah yang akan diselesaikan pada tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air tanah pada area sawah di Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo.
2. Menentukan lokasi sumur bor dan jaringan irigasi air tanah pada area sawah di Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo.

4

3. Membuat pola pemberian air pada area sawah tersebut.
4. Menganalisis kelayakan ekonomi pada rencana pembangunan jaringan irigasi air tanah pada lahan tersebut.

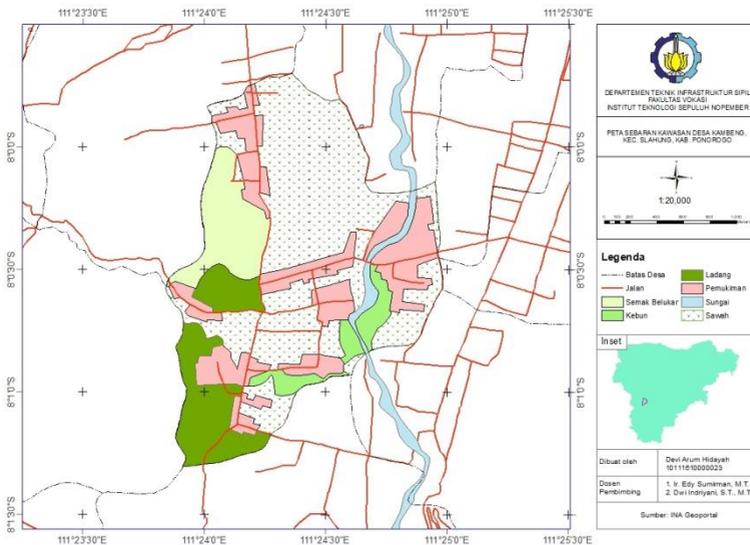
5.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir terapan ini adalah untuk mendapatkan suatu penyelesaian terhadap masalah kekurangan air irigasi di Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Ponorogo yaitu upaya untuk meningkatkan ketersediaan air irigasi dengan menggunakan sistem irigasi teknik. Dengan adanya penyelesaian ini maka sawah warga akan tetap dapat terairi meskipun pada musim kering sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanam.

BAB II KONDISI WILAYAH STUDI

2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi

Desa Kambeng adalah desa yang terletak di Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo. Luas Desa Kambeng sebagaimana pada gambar 2.1 adalah seluas 382,797 Ha dengan rincian pemukiman seluas 121,648 Ha, sawah seluas 147,02 Ha, ladang seluas 58,823 Ha, kebun seluas 17,673 Ha, dan sisanya adalah lahan dengan semak belukar seluas 37,633 Ha.



Gambar 2. 1 Penggunaan Lahan Desa Kambeng
Sumber: (Badan Informasi Geospasial, 2020)

Produksi padi sawah di Desa Kambeng mencapai 20.128 kuintal, jagung 13.053 kuintal, kedelai 463 kuintal, dan ubi kayu 11.392 kuintal (Badan Pusat Statistik Ponorogo, 2017)

2.2 Karakteristik Hidrologi

Kabupaten Ponorogo memiliki 20 stasiun penakar hujan yang tersebar di beberapa titik. Berdasarkan data dari Kementerian

Pertanian (2015) Kabupaten Ponorogo memiliki rata-rata curah hujan tahunan 1.936 mm/tahun. Curah hujan tertinggi pada umumnya terjadi bulan Desember hingga Februari (sekitar 383 mm) dan terendah terjadi bulan Agustus (29 mm). Bulan Juli, Agustus dan September curah hujan relatif rendah.

Berdasarkan kelas curah hujan wilayah Kabupaten Ponorogo termasuk kategori sedang. Stasiun hujan yang terdekat dengan adalah stasiun hujan Ngilo-ilo dengan kode stasiun 45C, koordinat stasiun curah hujan yaitu 7,976 LS dan 111,409 BT dengan elevasi 228 meter diatas permukaan laut. Tipe alat yang digunakan adalah tipe biasa (MRG) yang dikelola oleh DPU Pengairan Ponorogo (Dinas PU SDA Jawa Timur, 2004-2018). Data curah hujan harian Ngilo-ilo dapat dilihat pada lampiran 1 sampai dengan 15.

2.3 Karakteristik Klimatologi

Data klimatologi untuk Kabupaten Ponorogo diambil dari stasiun pengamatan terdekat karena tidak tersedianya sarana pengamatan di Kabupaten Ponorogo. Data yang digunakan adalah data klimatologi Kabupaten Pacitan pada tahun 2014 – 2016.

2.3.1 Temperatur Udara

Tabel 2.1 menunjukkan data temperature udara tahun 2014-2016 pada lokasi pengamatan Lanud Pacitan dalam % (persen).

Tabel 2.1 Temperatur Udara

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2014	34.76	35.05	35.03	35.23	35.15	34.78	34.66	34.32	34.32	35.53	35.85	35.45
2015	34.73	34.95	35.08	35.30	34.82	34.47	34.19	34.27	35.05	34.29	33.23	33.00
2016	33.08	33.00	33.00	32.50	32.50	33.00	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50
Jumlah	102.57	103.00	103.11	103.03	102.47	102.25	101.35	101.09	101.87	102.32	101.58	100.95
Rata-rata	34.19	34.33	34.37	34.34	34.16	34.08	33.78	33.70	33.96	34.11	33.86	33.65

Sumber: (Dinas PU Pacitan, 2014 - 2016)

2.3.2 Lama Penyinaran Matahari

Tabel 2.2 menunjukkan data lama penyinaran matahari tahun 2014-2016 pada lokasi pengamatan Lanud Pacitan dalam % (persen).

Tabel 2. 2 Lama Penyinaran Matahari

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2014	40.65	43.64	67.58	54.27	60.74	53.67	44.74	68.06	72.93	69.26	37.85	39.81
2015	53.81	61.04	53.68	41.07	56.23	62.53	63.42	61.77	71.92	66.74	68.37	63.71
2016	47.32	47.03	53.55	57.33	52.84	45.67	51.26	53.84	51.77	54.26	45.97	33.87
Jumlah	141.78	151.71	174.81	152.67	169.81	161.87	159.42	183.67	196.62	190.26	152.19	137.39
Rata-rata (%)	47.26	50.57	58.27	50.89	56.60	53.96	53.14	61.22	65.54	63.42	50.73	45.80
Rata-rata	0.47	0.51	0.58	0.51	0.57	0.54	0.53	0.61	0.66	0.63	0.51	0.46

Sumber: (Dinas PU Pacitan, 2014 - 2016)

2.3.3 Kelembapan Relatif

Tabel 2.3 menunjukkan data kelembapan relatif tahun 2014-2016 pada lokasi pengamatan Lanud Pacitan dalam % (persen).

Tabel 2. 3 Kelembapan Relatif

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2014	90.81	89.82	92.65	92.87	91.97	92.1	87.03	89.32	89.37	89.74	90.17	90.52
2015	90.97	90.96	91.87	90.13	89.97	84.83	86.16	85.13	88.77	87.26	89.13	89.84
2016	90.19	90.17	91.29	90.5	92.29	91.53	92.29	92.39	87.4	85.29	89.93	90.35
Jumlah	271.97	270.95	275.81	273.50	274.23	268.46	265.48	266.84	265.54	262.29	269.23	270.71
Rata-rata (%)	90.66	90.32	91.94	91.17	91.41	89.49	88.49	88.95	88.51	87.43	89.74	90.24
Rata-rata	0.91	0.90	0.92	0.91	0.91	0.89	0.88	0.89	0.89	0.87	0.90	0.90

Sumber: (Dinas PU Pacitan, 2014 - 2016)

2.3.4 Kecepatan Angin

Tabel 2.4 menunjukkan data kecepatan angin tahun 2014-2016 pada lokasi pengamatan Lanud Pacitan dalam mm/hari.

Tabel 2. 4 Kecepatan Angin

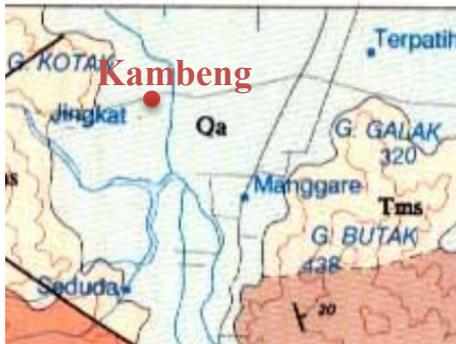
Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2014	32.6	37.74	33.24	33.92	36.17	35.47	35.51	48.1	62.87	64.34	56.12	29.01
2015	47.13	31.9	28.52	25.9	27.72	36.27	41.79	47.92	63.09	64.05	57.26	35.63
2016	36.88	25.27	25.03	23.7	22.93	12.16	9.75	13.86	16.71	9.91	10.53	19.5
Jumlah	116.61	94.91	86.79	83.52	86.82	83.90	87.05	109.88	142.67	138.30	123.91	84.14
Rata-rata (mm/hari)	38.87	31.64	28.93	27.84	28.94	27.97	29.02	36.63	47.56	46.10	41.30	28.05

Sumber: (Dinas PU Pacitan, 2014 - 2016)

2.4 Karakteristik Geologi

Landform Kabupaten Ponorogo terdiri dari Aluvial (A), Volkan (V), dan Tektonik (T) dengan bentuk wilayah datar (lereng <3%) sampai bergunung (lereng >40%). Topografi umumnya datar

sampai berombak dengan lereng <8%. Bahan induk tanah umumnya berupa endapan alluvial, batugamping, volkan, dan napal. Tanah di Kabupaten Ponorogo dikelompokkan menjadi tanah yang terbentuk di daerah *lowland* dan di daerah *upland*. Keadaan tanah di daerah *lowland* berasal dari aluvium dan gambut umumnya tergenang/sering tergenang (*jenuh* air), sehingga karakteristik tanahnya banyak dipengaruhi oleh air. Tanah di daerah *upland*, berkembang dari bahan volkan dan batu liat, yang didominasi oleh proses pencucian (*leaching*) (Kementerian Pertanian, 2015).

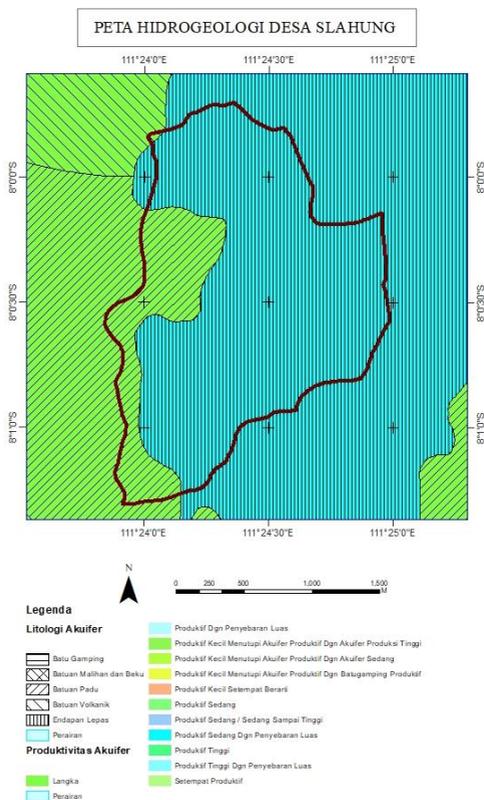


Gambar 2. 2 Susunan tanah Desa Kambeng

Sumber: (Dinas Energi Sumber Daya Mineral Jawa Timur, 1992)

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa Desa Kambeng memiliki bahan induk tanah berupa alluvial. Tanah alluvial memiliki susunan berupa kerikil, kerakal, pasir, lanau, dan lempung. Jika ditinjau berdasarkan peta hidrogeologi skala 1:100.000 lembar Ponorogo (Badan Geologi, 2018) komposisi litologi penyusun Kabupaten Ponorogo terdiri dari batu gamping, malihan dan beku, padu, vulkanik, dan endapan lepas.

Peta hidrogeologi tanah di Kabupaten Ponorogo ditunjukkan oleh gambar 2.3



Gambar 2. 3 Peta Hidrogeologi Desa Slahung
 Sumber: (Badan Geologi, 2018)

Berdasarkan peta diatas, maka dapat dirincikan bahwa ketersediaan air di Kabupaten Ponorogo terdiri atas: 1) Akuiifer dengan aliran air tanah melalui celahan dan antar butir, merupakan akuiifer dengan produktivitas setempat produktif. Akuiifer ini memiliki keterusan rendah – tinggi dan debit langka. 2) Akuiifer dengan aliran melalui celahan, rekahan, dan saluran pelarutan, merupakan akuiifer dengan produktivitas tinggi dengan keterusan rendah. 3) Akuiifer dengan aliran melalui ruang antar butir. Produktivitas pada akuiifer ini dibagi menjadi tiga, yaitu (a) produktif dengan penyebaran luas, (b) produktif sedang (c)

produktif sedang dengan penyebaran luas. 4) Akuifer dengan aliran melalui celah/sarang. Akuifer ini memiliki produktivitas langka, keterusan rendah, dan debit pada area ini tergolong langka.

Keterdapatan air tanah di Desa Kambeng dapat diketahui memiliki litologi berupa sebagian besar endapan lepas dengan kelulusan rendah – sedang dengan komposisi penyusun berupa lanau, pasir, lempung, lumpur, dan kerikil. Akuifer pada area ini memiliki aliran melalui ruang antar butir, produktivitasnya tergolong produktif sedang dengan penyebaran luas.

Sebagian kecil lain berupa bantuan padu dengan kelulusan rendah yang terbentuk dari komposisi batu lempung, batu pasir, dan batu gamping pasiran. Akuifer pada area ini mengalir melalui celah/sarang, produktivitas yang langka, keterusan rendah, dan debit yang dihasilkan tergolong langka.

Wilayah Kabupaten Ponorogo termasuk dalam Cekungan Air Tanah (CAT) Ngawi – Ponorogo. Berdasarkan Peta Daerah Imbuan Air Tanah Propinsi Jawa Timur (Sudadi, 2014) sebagaimana pada lampiran 16, CAT Kabupaten Ponorogo memiliki potensi Q1 (jumlah aliran air tanah bebas) sebesar 1547 juta m³/tahun dan Q2 (jumlah aliran air tanah tertekan) sebesar 66 juta m³/tahun.

Penelitian yang dilakukan oleh Sorja Koesuma, dkk (2016) dilakukan pada 20 lokasi survey mendapatkan hasil kedalaman air tanah dalam (akuifer) adalah bervariasi dari 40 meter sampai 160 meter. Kedalaman ini bervariasi mengikuti kontur topografi yang ada. Penentuan kedalaman akuifer dihitung berdasarkan nilai resistivitas yang rendah dalam satu satuan penampang model. Nilai resistivitas yang rendah menandakan akuifer banyak mengandung air. Selain itu juga dengan analogi terhadap suatu litologi tertentu, misalnya litologi pasir atau tuf pada satuan batuan ini terdapat akuifer air. Tabel 2.5 adalah potensi kedalaman akuifer dari survey geolistrik di Kabupaten Ponorogo

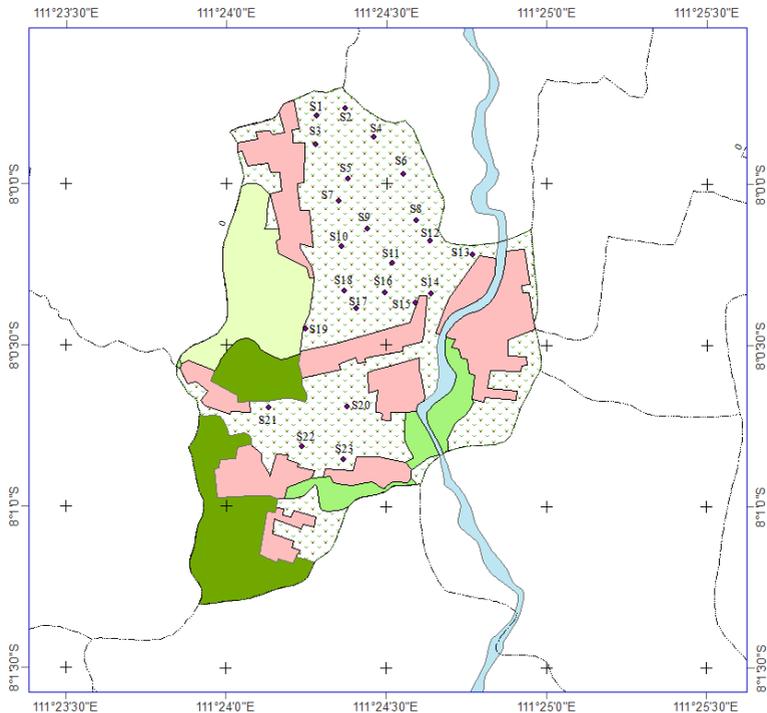
Tabel 2.5 Potensi Kedalaman Akuifer di Kab. Ponorogo

No.	Lokasi (Desa, Kecamatan)	Koordinat		Kedalaman (m)	Litologi
		LS	BT		
1	Desa Nglurup, Sampung	7° 47,686'	111° 21,276'	140	Tuf halus
2	Tanjunggunung, Badegan	7° 53,934'	111° 20,083'	56 - 72	Lempung pasiran
3	Sidoharjo, Jambon	7° 55,309'	111° 20,557'	136	Tuf halus
4	Ngendut, Balong	7° 55,856'	111° 22,266'	-	-
5	Pandak, Balong	7° 59,217'	111° 22,347'	90	Batu pasir
6	Ngilo-ilo, Slahung	7° 59,617'	111° 22,072'	-	-
7	Slahung, Slahung	8° 2,717'	111° 24,834'	15 - 35	akuifer dangkal
8	Munggu, Bungkal	8° 1,765'	111° 27,592'	86 - 151	Batu pasir
9	Koripan, Bungkal	8° 1,751'	111° 27,045'	65 - 98	Pasir lempungan
10	Pelem, Bungkal	8° 2,232'	111° 27,339'	35 - 80.5	Pasir
11	Prayungan, Sawoo	7° 57,860'	111° 33,586'	42 - 80	Tuf halus
12	Sawoo, Sawoo	7° 58,335'	111° 34,789'	50 - 120	Tuf kasar
13	Jurug, Sooko	7° 53,539'	111° 39,631'	9 - 50 dan 120	Tuf sedang
14	Suru, Sawoo	7° 55,000'	111° 38,411'	130 - 166	Tuf kasar
15	Pulung, Pulung	7° 52,817'	111° 37,726'	65	Tuf kasar
16	Patik, Pulung	7° 52,454'	111° 38,374'	93	Tuf kasar
17	Singgahan, Pulung	7° 52,459'	111° 39,279'	70	Tuf kasar
18	Suren, Mlarak	7° 54,513'	111° 32,686'	111	Tuf sedang
19	Semanding, Jenangan	7° 48,374'	111° 32,972'	41	Tuf kasar
20	Wates, Jenangan	7° 49,600'	111° 35,158'	150	Tuf sedang

Sumber: (Soerja Koesuma, 2016)

Jumlah sumur bor yang tersebar di Desa Kambeng berdasarkan hasil pengamatan melalui citra satelit sebanyak 23 sumur yang ditunjukkan oleh gambar 2.4 dan koordinat sumur bor di Desa Kambeng ditunjukkan oleh tabel 2.6.

Sumur tersebut adalah sumur pribadi milik petani, jenis sumur yang digunakan adalah sumur pompa menengah dengan kedalaman sekitar 60 meter. Pompa yang digunakan adalah jenis pompa selam atau *submersible*.



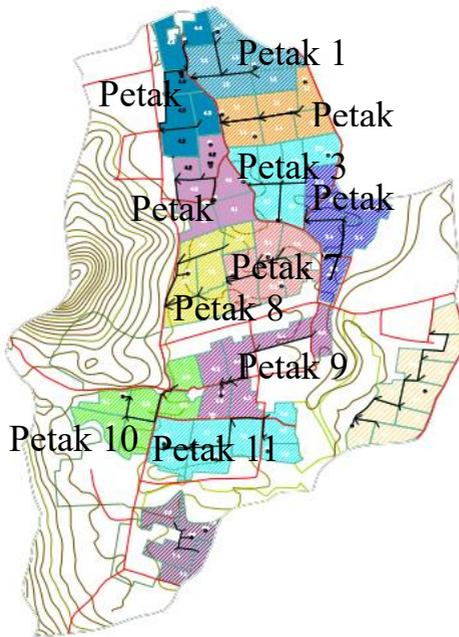
Gambar 2. 4 Letak Sumur Pompa di Desa Kambeng
Sumber: Hasil Pengolahan

Sumur-sumur diatas dapat mengairi seluruh sawah yang terdapat di Desa Kambeng. Lahan sawah yang dipetakan dapat dilihat pada gambar 2.5. Lahan yang dapat terairi oleh sawah tersebut adalah sebesar 135,54 Ha dengan rincian sebagai berikut:

- Petak 1 seluas 12,730 Ha terairi oleh sumur S2 dan S4.
- Petak 2 seluas 12,190 Ha terairi oleh sumur S5 dan S6.
- Petak 3 seluas 12,560 Ha terairi oleh sumur S11, S8, dan S9.
- Petak 4 seluas 12,180 Ha erairi oleh sumur S12, S13, dan S14.
- Petak 5 seluas 11,990 Ha terairi oleh sumur S1 dan S3
- Petak 6 seluas 11,710 Ha terairi oleh sumur S10 dan S7

- Petak 7 seluas 11,710 Ha terairi oleh sumur S19, S17, dan S18
- Petak 8 seluas 12,550 Ha terairi oleh sumur S15 dan S16
- Petak 9 seluas 10,370 Ha terairi oleh sumur S20
- Petak 10 seluas 12,420 Ha terairi oleh sumur S21.
- Petak 11 seluas 15,130 Ha terairi oleh sumur S22 dan S23.

Berdasarkan pengamatan melalui citra satelit lahan yang memiliki elevasi lebih tinggi dari lokasi sumur diperkirakan masih menjadi lahan tadah hujan sebesar 11,480 Ha.



Gambar 2. 5 Petak Tersier di Desa Kambeng
Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 2. 6 Koordinat Sumur Bor di Desa Kambeng

Sumur	Latitude	Longitude	UTM	
	LS	BT	X	Y
Sumur 1	7.9965	111.4047	544596.5136	9116067.1696
Sumur 2	7.9961	111.4061	544758.4962	9116113.3815
Sumur 3	7.9979	111.4046	544593.5995	9115905.3332
Sumur 4	7.9976	111.4077	544927.6160	9115947.3829
Sumur 5	7.9998	111.4063	544776.1557	9115706.4627
Sumur 6	7.9995	111.4092	545094.8508	9115734.0927
Sumur 7	8.0009	111.4059	544724.6064	9115583.0613
Sumur 8	8.0019	111.4099	545170.5066	9115471.7579
Sumur 9	8.0023	111.4073	544889.4423	9115420.7520
Sumur 10	8.0032	111.4060	544742.1061	9115324.4696
Sumur 11	8.0041	111.4086	545033.1253	9115228.3677
Sumur 12	8.0030	111.4106	545247.8355	9115353.1419
Sumur 13	8.0036	111.4128	545492.3438	9115276.1234
Sumur 14	8.0057	111.4107	545254.5766	9115053.1028
Sumur 15	8.0062	111.4098	545163.9112	9114996.6876
Sumur 16	8.0056	111.4082	544987.6499	9115056.4394
Sumur 17	8.0064	111.4068	544825.9352	9114968.1561
Sumur 18	8.0055	111.4061	544756.8547	9115070.1800
Sumur 19	8.0075	111.4041	544535.0129	9114849.9040
Sumur 20	8.0115	111.4063	544773.0352	9114406.5306
Sumur 21	8.0116	111.4022	544322.4403	9114402.3673
Sumur 22	8.0136	111.4039	544510.7849	9114180.7667
Sumur 23	8.0142	111.4061	544752.2283	9114105.2904

Sumber: Hasil pengolahan

BAB III METODOLOGI

3.1 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan pengumpulan referensi yang diperoleh dengan membaca buku-buku literatur, jurnal, internet, dan penelitian terdahulu yang dilaksanakan guna mendesain jaringan irigasi air tanah di Desa Kambeng, Kecamatan Slahung, Kabupaten Ponorogo.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penyelesaian masalah ini dilakukan dengan:

- Pengumpulan data dari instansi terkait
- Pengamatan wawancara dengan petani setempat
- Pelaksanaan dari studi literatur

Data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

a) Data Primer

Diperoleh dengan melakukan wawancara dengan petani di Desa Kambeng

b) Data Sekunder

Diperoleh dari instansi-instansi pemerintah terkait. Data yang dibutuhkan antara lain:

- Peta Cekungan Air Tanah (CAT) Ngawi-Ponorogo
- Peta Hidrogeologi
- Data klimatologi Kabupaten Ponorogo berupa:
 - Data curah hujan
 - Data temperatur
 - Data kelembaban
 - Data intensitas cahaya matahari
 - Data kecepatan angin
- Studi literatur

3.3 Analisis Data

3.3.1 Kebutuhan air

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 (Takeda, 2003).

Kebutuhan air sawah untuk padi yang mengacu pada Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01) tahun 2013 ditentukan oleh faktor berikut:

1. Penyiapan lahan
2. Penggunaan konsumtif
3. Perkolasi dan rembesan
4. Pergantian lapisan air
5. Curah hujan efektif

3.3.2 Penyiapan lahan

Berdasarkan Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01) tahun 2013 kebutuhan air selama penyiapan lahan dapat menggunakan metode yang dikembangkan oleh *Van de Goor dan Zijlstra* (1968). Metode ini didasarkan pada laju air konstan dalam I/dt selama periode penyiapan lahan dengan rumus sebagai berikut:

$$IR = Me^k / (e^k - 1)$$

Dimana:

- IR = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)
M = Kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan
M = $E_o + P$ (mm/hari)
 E_o = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 E_{to} selama penyiapan lahan (mm/hari)
P = Perkolasi
k = $M.T/S$
T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)
S = Kebutuhan air, untuk penjenhuan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni $200 + 50 = 250$ mm
e = Konstanta (2,71828)

3.3.3 Kebutuhan Konsumtif

Kebutuhan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai tanaman untuk proses fotosintesis dari tanaman tersebut dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$ET_c = K_c \times E_{to}$$

Dimana:

E_{tc} = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

K_c = Koefisien tanaman

E_{to} = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

(Kementerian PU SDA, 2013)

Nilai evapotranspirasi tanaman acuan dihitung menggunakan rumus *penman* yang telah dimodifikasi. Parameter yang digunakan adalah temperatur, kelembapan udara, kecepatan angin, dan sinar matahari (radiasi).

Rumus *penman* modifikasi dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$E_{to} = c[W \times R_n + (1 - W) \times f(u) \times (e_s - e_d)]$$

Dimana:

E_{to} = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

c = Faktor penyesuaian kondisi akibat cuaca siang dan malam

w = Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari (hubungan antara suhu (t) dan elevasi daerah)

R_n = Radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari bersih (mm/hari)

R_n = $R_{ns} - R_{n1}$

R_{ns} = Harga netto gelombang pendek (mm/hari)

R_{ns} = $R_s (1 - \alpha)$

α = Koefisien pemantulan = 0,25

R_s = $(0,25 + 0,5(n/N)) R_a$

n/N = Lama penyinaran matahari

- Ra = Radiasi extra teresial (berdasarkan lokasi stasiun pengamatan)
- Rn1 = Harga netto gelombang panjang (mm/hari)
- Rn1 = $f(t).f(ed).f(n/N)$
- f(t) = Fungsi suhu/konstanta bolzman
- f(ed) = fungsi tekanan uap/faktor kelembaban
- f(ed) = $0,34 - 0,044\sqrt{ed}$
- f(n/N) = Koreksi rasio penyinaran matahari
- f(u) = Fungsi kecepatan angin
- f(u) = $0,27(1 + U_2/100)$
dimana U_2 merupakan ketinggian angin selama 24 jam dalam km/hari diketinggian 2m
- ea = Tekanan uap jenuh (mbar)
- ed = Tekanan uap nyata (mbar)
- ed = ea.Rh
- Rh = Kelembapan udara relatif (%)

Harga koefisien tanaman padi dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Harga koefisien padi

Bulan	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varietas ² Biasa	Varietas ³ Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0.5	1.20	1.20	1.10	1.10
1	1.20	1.27	1.10	1.10
1.5	1.32	1.33	1.10	1.05
2	1.40	1.30	1.10	1.05
2.5	1.35	1.30	1.10	0.95
3	1.24	0	1.05	0
3.5	1.12		0.95	
4	0 ⁴		0	

Sumber: (Kementerian PU SDA, 2013)

Catatan:

- 1) Harga-harga koefisien ini akan dipakai dengan rumus evapotranspirasi Penman yang sudah dimodifikasi dengan

- menggunakan metode yang diperkenalkan oleh Nedeco/Prosida atau FAO
- 2) Varietas padi biasa adalah varietas padi yang masa tumbuhnya lama
 - 3) Varietas unggul adalah varietas padi yang jangka waktu tumbuhnya pendek
 - 4) Kemudian koefisien tanaman diambil “no1” dan padi akan menjadi masak dengan air yang tersedia

Sedangkan harga koefisien tanaman untuk palawija ditunjukkan oleh tabel 3.2.

Tabel 3. 2 harga koefisien tanaman untuk palawija

1/2 bulan ke-	Tanaman					
	Kedelai	Jagung	Kacang Tanah	Bawang	Buncis	Kapas
1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2	0.75	0.59	0.51	0.51	0.64	0.5
3	1	0.96	0.66	0.69	0.89	0.58
4	1	1.05	0.85	0.9	0.95	0.75
5	0.82	1.02	0.95	0.95	0.88	0.91
6	0.45	0.95	0.95			1.04
7			0.95			1.05
8			0.55			1.05
9			0.55			1.05
10						0.78
11						0.65
12						0.65
13						0.65

Sumber: (Kementerian PU SDA, 2013)

Catatan:

1. Diambil dari FAO *Guideline for Crop Water Requirements* (Ref.FAO, 1977)
2. Untuk diterapkan dengan metode ET Prosida, kalikan harga-harga koefisien tanaman itu dengan 1,15

3.3.4 Perkolasi

Perkolasi adalah gerakan air tanah ke bawah dari zona tidak jenuh, yang tertekan diantara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah (Priyonugroho, 2014). Sifat-sifat tanah sangat mempengaruhi laju perkolasi. Laju perkolasi dapat mencapai 1–3 mm/hari pada tanah dengan pengelolaan yang baik dan bisa lebih tinggi pada tanah yang lebih ringan.

- a) Berdasarkan kemiringan lahan
- Lahan datar = 1 mm/hari
 - Lahan miring >5% = 2-5 mm/hari
- b) Berdasarkan tekstur tanah
- Berat (lempung) = 1-2 mm/hari
 - Sedang (lempung kepasiran) = 2-3 mm/hari
 - Ringan (pasir) = 3-6 mm/hari
- (Susiloputri dan Nurfarida, 2009)

3.3.5 Pergantian Lapisan Air

Penjadwalan dan pergantian lapisan air dilakukan setelah pemupukan sesuai dengan kebutuhan. Apabila tidak dijadwalkan maka pergantian dilakukan sebanyak 2 kali masing-masing 50 mm (3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi (Kementerian PU SDA, 2013)

3.3.6 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah air hujan yang jatuh di suatu daerah dan dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Curah hujan efektif ditentukan berdasarkan R_{80} yaitu curah hujan yang besarnya melampaui 80% atau dengan kata lain dilampauinya 8 kali kejadian dari 10 kali kejadian (Priyonugroho, 2014)

Penentuan nilai R_{80} dapat menggunakan metode *Basic Year* dengan melakukan rangking data dari urutan nilai terkecil hingga terbesar. Rangking yang dipilih untuk perhitungan R_{80} dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R_{80} = (n/5) + 1$$

Dimana:

$$R_{80} = \text{Curah hujan sebesar 80\%}$$

$$n = \text{Jumlah data}$$

Curah hujan efektif yang dimanfaatkan oleh tanaman bergantung pada jenis tanaman

$$Re_{\text{padi}} = R_{80} \times 70\%$$

$$Re_{\text{palawija}} = R_{80} \times 50\%$$

(Priyonugroho, 2014)

3.3.7 Kebutuhan Air di Sawah

Kebutuhan air di sawah ditentukan oleh rumus sebagai berikut:

$$NFR_{\text{pad}} = \text{Etc} + P + WLR - Re_{\text{padi}}$$

$$NFR_{\text{palawija}} = \text{Etc} - Re_{\text{palawija}}$$

Dimana:

$$\text{Etc} = \text{Kebutuhan air untuk tanaman (mm/hari)}$$

$$P = \text{Perkolasi (mm/hari)}$$

$$WLR = \text{Pergantian lapisan air (mm/hari)}$$

$$Re = \text{Curah hujan efektif (mm/hari)}$$

3.3.8 Difrection Requirement (DR)

Kebutuhan pengambilan air dari sumber air dinyatakan dalam l/dt/ha sebagaimana rumus berikut:

$$DR = NFR / (e \times 8,64)$$

Dimana:

$$DR = \text{Kebutuhan air irigasi (l/dt/ha)}$$

$$e = \text{efisiensi saluran}$$

$$NFR = \text{Kebutuhan air di sawah (mm/hari)}$$

Nilai 8,64 adalah konversi satuan dari mm/hari menjadi l/dt/ha. Efisiensi saluran pada saluran terbuka dibedakan berdasarkan jenis saluran. Saluran tersier memiliki efisiensi sebesar 80%, sekunder 90%, primer 90%. Sehingga efisiensi total sebesar 65%.

Pada saluran perpipaan kehilangan air di saluran dan di lahan relatif kecil yaitu sebesar 90 – 95% (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi, 2017)

3.4 Desain Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT)

3.4.1 Pemetaan Topografi

Tahap awal dalam merencanakan JIAT dengan sistem perpipaan menurut Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi (2017) adalah pemetaan topografi. Peta topografi dapat dibuat dengan metode terestris atau melalui foto udara. Perencanaan JIAT sistem perpipaan diperlukan peta topografi dengan skala 1:2000 dengan interval kontur 1,00 m. sedangkan peta ikhtisar dengan skala 1:5000 untuk melokalisasi daerah JIAT dengan perencanaan jalur perpipaan yang mencakup trase jaringan dan lokasi sumur bor.

Dalam peta *layout* perencanaan JIAT sistem perpipaan memuat hal-hal berikut ini:

- Garis kontur
- Batas petak/kepemilikan lahan
- Tata guna lahan
- Sungai/saluran irigasi jika ada
- Batas-batas daerah administrasi (desa, kampung)
- Rawa-rawa, kuburan, jalan desa
- Batas areal irigasi

3.4.2 Sumur Bor dan Jenis Pompa

Pertimbangan dalam merencanakan sumur bor menurut Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi (2017) antara lain:

a. Sumur bor dalam (*deep tubewell*)

Sumur bor dalam adalah sumur bor yang memiliki kisaran kedalaman 60-200 m dengan diameter antara 6” – 12”. Konstruksi sumur bor dalam dapat berupa pipa besi galvanis, pipa hitam, pipa fiber ataupun pipa PVC berbahan khusus, dan pipa saringan dari bahan besi *stainless*, fiber, galvanis atau PVC. Sumur bor ini dapat menyadap air tanah pada akuifer semi tertekan atau akuifer tertekan dan memiliki kapasitas 15 – 60 liter/detik. Pengambilan air dapat memakai

pompa *turbine* (*vertical turbine pump*) atau pompa listrik *submersible* / selam (*electric submersible*).

- b. Sumur bor menengah (*intermediate tubewell*)
Sumur bor menengah adalah sumur bor yang memiliki kisaran kedalaman sumur antara 30 – 60 m dengan diameter 4” – 6”. Bahan pipa maupun *screen* yang digunakan dapat berupa pipa galvanis, pipa fiber, atau pipa PVC. Sumur ini menyadap air tanah pada akuider bebas dan akuifer tertekan serta memiliki kapasitas 10 liter/detik. Pengambilan air menggunakan pompa hisap.
- c. Sumur dangkal (*shallow tubewell*)
Sumur dangkal adalah sumur yang memiliki kedalaman 30 – 40 m. Pembuatan sumur dangkal menggunakan tenaga manusia dengan diameter pipa naik sebesar 2”. Sumur ini mampu menyadap air tanah pada akuifer bebas dan tertekan serta memiliki kapasitas antara 1 – 5 liter/detik. Pengambilan air dapat menggunakan pompa hisap.
- d. Sumur gali (*dugwell*)
Sumur gali adalah sumur yang memiliki kedalaman antara 5 – 12 m. Penggalian menggunakan peralatan sederhana dengan diameter sebesar 1 – 2 m. Sumur gali bertujuan untuk menyadap muka air tanah *phreatic* dengan fluktuasi muka air tanah tergantung pada curah hujan. Sumur ini memiliki kapasitas 0,1 – 0,5 liter/detik. Pengambilan air pada sumur ini menggunakan timba atau pompa hisap.

Luas daerah oncoran untuk JIAT sistem perpipaan yaitu antara 10 – 30 Ha. Luasan daerah tersebut menyesuaikan dengan debit yang umum tersedia antara 10 – 30 liter/detik. Hubungan debit pemompaan dengan luas daerah oncoran dapat dilihat pada tabel 3.3. Keunggulan dan kekurangan masing-masing jenis pompa dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3. 3 Hubungan debit pemompaan dengan luas daerah oncoran

No.	Debit sumur (Liter/detik)	Minimum Luas Irigasi (Ha)	Maksimum Luas Irigasi (Ha)
1	25	20	25
2	30	15	20
3	15	12	15
4	12	10	12

Sumber: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017

Tabel 3. 4 Keunggulan dan kekurangan jenis pompa

No	Jenis Pompa	Keunggulan	Kekurangan
1	Sentrifugal	<ul style="list-style-type: none"> - Mudah dipindah-pindah dan bila terjadi kerusakan petani dapat memperbaiki sendiri - Operasi dan pemeliharaan mudah dan murah 	<ul style="list-style-type: none"> - Hanya dapat dioperasikan pada muka air yang memiliki kedalaman kurang dari 9 meter
2	Submersible (selam)	<ul style="list-style-type: none"> - Proses pemasangan lebih mudah dan praktis - Dapat digunakan pada muka air yang memiliki diameter <i>pump bowl</i> yang lebih kecil 	<ul style="list-style-type: none"> - Bila menggunakan tenaga PLN, setiap bulannya petani di bebani biaya abonemen walaupun tidak beroperasi
3	Turbin	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat digunakan pada muka air tanah yang dalam - Menggunakan bahan bakar diesel - Memiliki diameter <i>pump bowl</i> yang lebih kecil 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya operasi dan pemeliharaan dan suku cadang cukup mahal - Bila terjadi kerusakan, petani tidak dapat memperbaiki

-
- sendiri
 - Proses pemasangan lebih susah dan memerlukan peralatan bantu
-

Sumber: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017

3.5 Bangunan Pendukung Jaringan Irigasi Air Tanah

3.5.1 Bangunan Rumah Pompa

Bangunan rumah pompa digunakan untuk melindungi pompa, motor penggerak pompa dari sinar matahari dan hujan, sebagai tempat memperbaiki kerusakan sekaligus menyimpan suku cadang. Ukuran rumah pompa dipengaruhi oleh jenis dan motor penggerak pompa yang akan dipasang. Ventilasi udara harus mencukupi untuk pendinginan motor penggerak pompa.

Konstruksi rumah pompa dibuat dari susunan batu bata, lantai dari beton, dan atap dari asbes/seng untuk mempermudah buka tutup ketika memindahkan mesin. Pondasi pompa dan mesin penggerak dibuat dari kerangka beton untuk menghindari banjir dan menahan getaran dari pompa ataupun mesin penggerak pompa.

Ukuran pondasi mesin penggerak pompa dan rumah pompa dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3. 5 Ukuran pondasi mesin penggerak pompa dan rumah pompa

Jenis Sumur	Jenis Pompa	Ukuran Pondasi Mesin	Ukuran Rumah Pompa
Sumur dangkal	Sentrifugal	-	Tanpa rumah pompa
	Sentrifugal	0,4 x 0,8 x 1,5 m	2,5 x 3,0 m / sesuai kebutuhan
Sumur menengah	Turbin	0,4 x 1,3 x 1,9 m	3,0 x 6,0 m / sesuai kebutuhan
	Submersible	0,4 x 0,9 x 1,2 m	2,5 x 3,0 m / sesuai kebutuhan
Sumur	Turbin	0,4 x 1,3 x 1,9 m	3,0 x 6,0 m /

dalam		sesuai kebutuhan
Submersible	0,4 x 0,9 x 1,2 m	2,5 x 3,0 m / sesuai kebutuhan

Sumber: (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi, 2017)

3.5.2 Saluran Pembawa

Saluran pembawa berfungsi mengalirkan air irigasi dari sumber pengambilan ke lahan pertanian. Saluran ini berupa saluran tersier yang dapat dibuat dari saluran tanah, saluran terbuka dengan dinding beton, atau saluran tertutup dari pipa PVC.

Saluran dari pipa PVC lebih efektif digunakan pada perencanaan JIAT karena tidak ada kehilangan air akibat penguapan dan rembesan. Selain itu tidak memerlukan lahan karena pipa ditanam sekitar 1 meter dalam tanah (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017).

3.5.3 Bangunan Bagi

Bangunan bagi berfungsi untuk membagi air irigasi ke petak sawah, alur atau untuk mengecek sistem distribusi. Bangunan bagi pada saluran perpipaan memiliki katup alfalfa di bagian tengah bangunan yang berfungsi mengontrol pembagian air. Ukuran diameter katup alfalfa menyesuaikan diameter pipa PVC yang digunakan pada sistem distribusi. Untuk menghindari pencurian maka bagian atas bangunan bagi ditutup dengan plat baja setebal 3 mm.

Hubungan antara debit pemompaan dan diameter katup alfalfa dapat dilihat pada tabel 3.6

Tabel 3. 6 Hubungan debit pemompaan dan diameter katup alfalfa

Diameter (inchi)	Debit (liter/detik)
8"	20 – 25
6"	15 – 20
4"	12 – 15

Sumber: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017

Hubungan antara ukuran bangunan bagi, diameter katup alfalfa dan diameter pipa PVC dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Hubungan antara ukuran bangunan bagi, diameter katup alfalfa dan diameter pipa PVC

Diameter Pipa PVC	Diameter Katup Alfalfa	Ukuran Bangunan Bagi
8"	8"	1,1 x 1,1 x 0,65 m
6"	6"	1,1 x 1,1 x 0,65 m
4"	4"	0,9 x 0,9 x 0,65 m

Sumber: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017

3.5.4 Bangunan Pengeluaran (*Outlet*)

Bangunan pengeluaran memiliki 2 ukuran yaitu:

- a. Pipa *outlet* diameter 4" untuk pipa distribusi 6"
- b. Pipa *outlet* diameter 3" untuk pipa distribusi 4"

Tekanan pompa masih bisa dimanfaatkan untuk mendorong air ke lahan yang dituju melalui selang plastik (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017)

3.6 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika digunakan pada perencanaan jaringan irigasi pipa bertekanan. Sistem perpipaan pada jaringan irigasi pipa memiliki fungsi untuk mengalirkan zat cair dari satu tempat ke tempat lain yang memiliki perbedaan tekanan yang bisa terjadi karena adanya perbedaan elevasi atau pompa (Dadang R, 2015). Fluida yang bergerak dapat mengalami kehilangan energi. Kehilangan energi ini dapat mengakibatkan semakin kecilnya nilai tinggi tekan.

Kehilangan tinggi tekan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kehilangan tinggi tekan karena tahanan permukaan pipa dan bentuk pipa.

3.6.1 Kehilangan Tinggi Utama (*Mayor Losses*)

Apabila fluida mengalir melalui suatu pipa, akan dijumpai penurunan tekanan yang disebabkan oleh gesekan fluida pada

dinding pipa. (*Mayor Losses*) dapat dihitung dengan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut:

$$H_f = f \frac{L \times V^2}{D \times 2g}$$

Dimana:

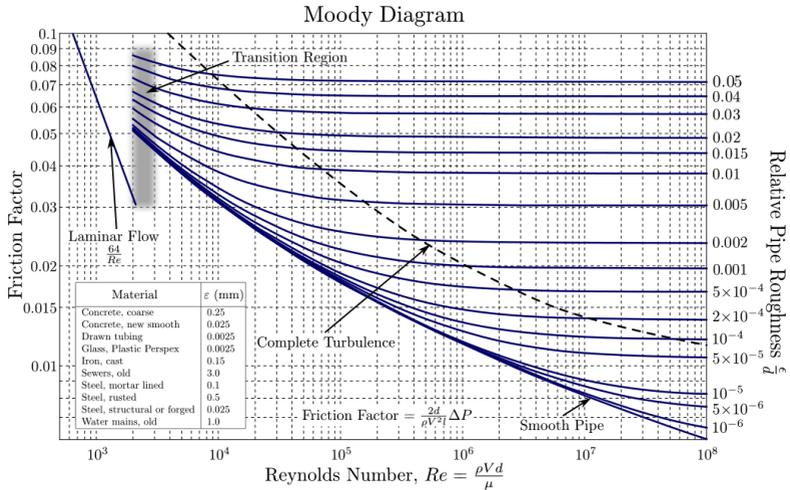
- H_f = Kehilangan tinggi karena tahanan oleh permukaan pipa (m)
 f = Koefisien gesekan Darcy-Weisbach
 L = Panjang pipa (m)
 V = Kecepatan aliran (m/s)
 g = Kecepatan gravitasi (m/s²)
 D = Diameter pipa (m)

Nilai f ditentukan berdasarkan kriteria bilangan Reynold (Re). Selain itu juga dipengaruhi oleh kekasaran mutlak ϵ (dapat dilihat pada tabel 3.8) dan diameter pipa (D). Koefisien gesek (f) ditentukan berdasarkan antara R dan ϵ/D , dengan menggunakan Diagram Moody, sebagaimana pada gambar 3.1

Tabel 3. 8 Koefisien kekasaran mutlak

Bahan	Nilai ϵ (mm)
Kuningan, timah, gelas, semen yang diaduk sentrifugal	0,0015
Baja yang diperdagangkan atau besi tempa, pipa baja yang di las	0,046
Polyvinil Chloride (PVC)	0,05
Besi cor diaspal	0,12
Besi berlapis seng (galvanisir)	0,15
Besi cor	0,26
Papan dari kayu	0,18 – 0,9
Beton	0,3 - 3

Sumber: (Ridwan & Rahmadani, 2015)



Gambar 3. 1 Diagram Moody
Sumber: Wikipedia.org

Nilai Reynold (Re) diperoleh dengan persamaan berikut:

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

Dimana:

- Re = Bilangan Reynold
- V = kecepatan aliran (m/s)
- D = Diameter pipa (m)
- ν = Kekentalan kinematik (m^2/s)

Nilai bilangan Reynold dapat menentukan bagaimana jenis aliran yang terjadi sebagaimana pada tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Jenis aliran berdasarkan Bilangan Reynold

Jenis Aliran	Nilai Bilangan Reynold (Re)
Laminer	<2100
Transisi	$2100 < Re < 4000$
Turbulen	>4000

Sumber: (Ridwan & Rahmadani, 2015)

Nilai koefisien gesekan *Darcy-Weisbach* dapat ditentukan dengan persamaan empiris:

- Untuk aliran turbulen ($Re > 4000$) dapat menggunakan persamaan *Darcy*

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

- Untuk aliran laminar ($Re < 2100$)

$$f = \frac{64}{R}$$

Kehilangan tinggi mayor dapat dihitung dengan rumus empiris yang tidak memerlukan tabel dan diagram moody. Rumus empiris yang banyak digunakan adalah persamaan Hazen - William.

$$Q = 0,278 \times Chw \times A \times R^{0,63} \times S^{0,54}$$

$$V = 0,849 \times Chw \times R^{0,63} \times S^{0,54}$$

$$H_f = \frac{10,675 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

Dimana:

- V = kecepatan aliran pada pipa (m/det)
- C = Koefisien kekasaran Hazen – Williams
- A = Luas penampang aliran (m²)
- Q = debit aliran pada pipa (m³/det)
- L = panjang pipa (m)
- S = kemiringan hidraulis
- R = jari-jari hidraulis (m)
- H_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)

3.6.2 Kehilangan Tinggi Kecil (*Minor Losses*)

Kehilangan tinggi *minor* disebabkan oleh adanya belokan dan perubahan penampang. *Minor Losses* karena belokan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$h_b = K_b \frac{V^2}{2 \times g}$$

Dimana:

- Hb = kehilangan tinggi pada belokan pipa (m)
 Kb = koefisien fluida dalam pipa
 V = kecepatan fluida dalam pipa (m/s)

Sedangkan untuk menghitung *Minor Losses* karena perubahan penampang adalah sebagai berikut:

$$h_m = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2 \times g}$$

Dimana:

- Hm = kehilangan tinggi karena perubahan penampang (m)
 V1 = kecepatan fluida penampang 1 (m/s)
 V2 = kecepatan fluida penampang 2 (m/s)
 (Purnama, dkk, 2018)

3.7 Analisis Kelayakan Ekonomi

Pada analisis kelayakan ekonomi, terdapat pengelompokan komponen biaya. Pengelompokan ini berguna untuk memudahkan pekerjaan analisis perhitungan semua biaya. Komponen biaya tersebut antara lain:

3.7.1 Analisis Biaya

1. Biaya modal menurut Kodoatie (2005) adalah jumlah pengeluaran yang dibutuhkan mulai dari sebelum hingga proyek selesai.

Biaya modal terdiri dari:

- a. Biaya langsung, yaitu biaya yang diperlukan untuk pembangunan suatu proyek
- b. Biaya tidak langsung, dikelompokkan menjadi 3 komponen yaitu:
 - Kemungkinan tak terduga, biasanya biaya ini adalah suatu prosentase dari biaya langsung
 - Biaya teknik, yaitu biaya saat pembuatan desain mulai dari studi awal, pra studi kelayakan, studi kelayakan, perencanaan, dan biaya pengawasan
 - Bunga (*interest*)

- c. Biaya tahunan, yaitu biaya yang terdiri dari bunga, depresiasi, dan biaya operasi pemeliharaan

3.7.2 Analisis ekonomi

Analisis ekonomi digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan atau kegagalan suatu proyek. Jika pada tahapan ini proyek dianggap layak, maka proyek dapat dilanjutkan dalam *detail design* dan pelaksanaan proyek. Kriteria umum yang dipakai dalam tahap ini adalah sebagai berikut:

1. *Benefit Cost Ratio* (BCR)

BCR adalah perbandingan nilai sekarang (*present value*) dari manfaat (*benefit*) dengan nilai sekarang dari biaya (*cost*).

BCR dihitung dengan rumus:

$$\text{BCR} = \frac{\text{PV benefit}}{\text{PV cost}}$$

Ukuran penilaian kelayakan proyek berdasarkan BCR adalah, jika $\text{BCR} > 1$ maka proyek dikatakan layak. Jika $\text{BCR} < 1$ maka proyek tidak layak.

2. *Net Present Value* (NPV)

NPV adalah selisih antara *benefit* dan *cost*. Secara umum, rumus yang digunakan untuk menghitung PV adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Dimana:

P = nilai sekarang

F = nilai pada tahun ke-n

I = suku bunga.

Nilai NPV (B-C) harus mempunyai harga >0 , jika $\text{NPV} = 0$ maka proyek tersebut mengembalikan persis seperti nilai investasi. Jika $\text{NPV} < 0$ maka proyek tersebut tidak layak untuk dibangun berdasarkan segi ekonomi.

3. *Internal Rate of Return* (IRR)

IRR disebut juga laju pengembalian yang merupakan besarnya tingkat bunga yang menjadikan biaya pengeluaran dan pemasukan besarnya sama. Perhitungan IRR dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{IRR} = I' + \frac{(B-C)'}{(B-C)' - (B-C)''} (I' - I'')$$

Dimana:

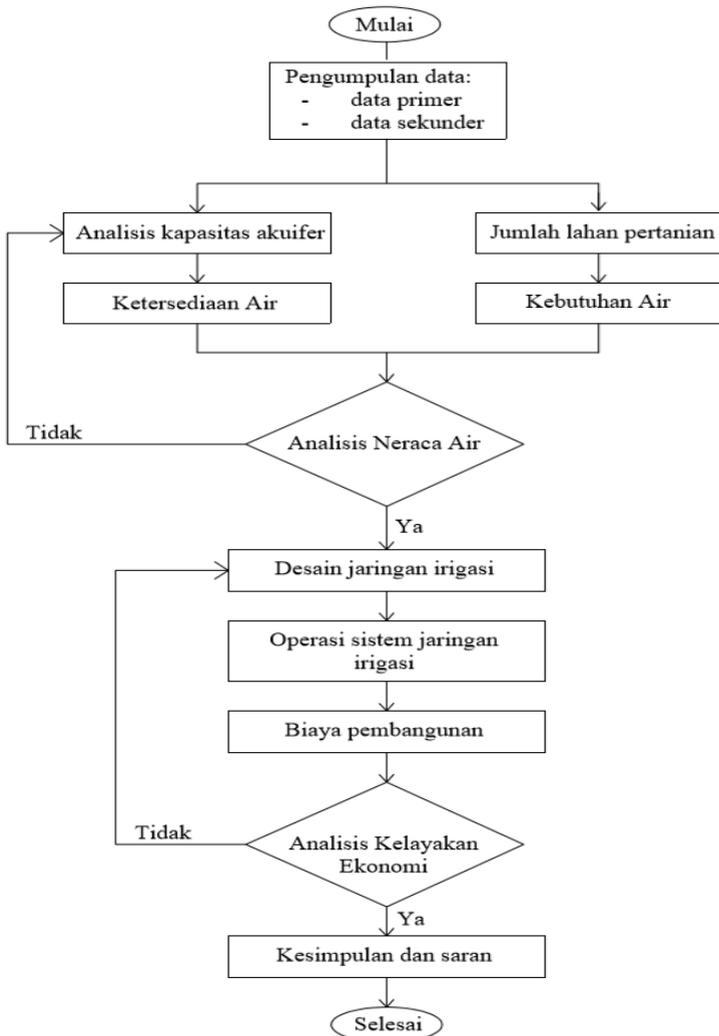
I' = suku bunga yang memberikan nilai NPV positif

I'' = suku bunga yang memberikan nilai NPV negatif

$(B-C)'$ = NPV yang memberikan nilai positif

$(B-C)''$ = NPV yang memberikan nilai negatif

Diagram alur metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 2 Diagram alur metodologi penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Hidrologi

4.1.1 Curah hujan rata-rata

Perhitungan hidrologi dihitung untuk mendapatkan nilai curah hujan rata-rata pertahun.

Curah hujan dibagi menjadi 3 periode. Nilai curah hujan rata-rata dihitung dengan cara sebagai berikut:

Pada periode I Bulan Januari tahun 2013

Total curah hujan = 187 mm

Jumlah hari hujan = 6 hari

$$\bar{R} = 187 / 6 = 31,167 \text{ mm/hari}$$

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata 10 harian dapat dilihat pada lampiran

4.1.2 Curah hujan efektif

Setelah dilakukan perhitungan curah hujan rata-rata 10 harian, maka data tersebut diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar perperiode selama 15 tahun seperti pada lampiran 18.

Curah hujan rata-rata Januari sebelum dan sesudah diurutkan Ranging yang dipilih untuk R80 dihitung dengan rumus:

$$R80 = n/5 + 1$$

$$R80 = 15/5 + 1$$

$$R80 = 4$$

Maka data yang dipilih adalah data pada ranging ke-4 yaitu sebesar 7,3 ; 10,0 ; 10,6 mm/hari. Nilai R80 tersebut digunakan untuk menentukan Re padi dan palawija.

$$Re_{\text{padi}} = 7,3 \times 70\% = 5,130 \text{ mm/hari}$$

$$Re_{\text{tebu}} = 7,3 \times 60\% = 4,400 \text{ mm/hari}$$

$$Re_{\text{palawija}} = 7,3 \times 50\% = 3,670 \text{ mm/hari}$$

Hasil perhitungan Repadi, tebu, dan palawija dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Nilai Re pada tanaman

Bulan	Periode	Re 80% mm/hari	Re		
			Padi mm/hari	Tebu mm/hari	Palawija mm/hari
Januari	1	7.3	5.13	4.40	3.67
	2	10.0	7.00	6.00	5.00
	3	10.6	7.44	6.38	5.31
Februari	1	9.3	6.53	5.60	4.67
	2	9.0	6.30	5.40	4.50
	3	8.5	5.95	5.10	4.25
Maret	1	10.5	7.35	6.30	5.25
	2	10.0	7.00	6.00	5.00
	3	6.8	4.76	4.08	3.40
April	1	7.0	4.90	4.20	3.50
	2	8.3	5.78	4.95	4.13
	3	2.7	1.87	1.60	1.33
Mei	1	0.0	0.00	0.00	0.00
	2	0.0	0.00	0.00	0.00
	3	0.0	0.00	0.00	0.00
Juni	1	0.0	0.00	0.00	0.00
	2	0.0	0.00	0.00	0.00
	3	0.0	0.00	0.00	0.00
Juli	1	0.0	0.00	0.00	0.00
	2	0.0	0.00	0.00	0.00
	3	0.0	0.00	0.00	0.00
Agustus	1	0.0	0.00	0.00	0.00
	2	0.0	0.00	0.00	0.00
	3	0.0	0.00	0.00	0.00
September	1	0.0	0.00	0.00	0.00
	2	0.0	0.00	0.00	0.00
	3	0.0	0.00	0.00	0.00
Oktober	1	0.0	0.00	0.00	0.00
	2	0.0	0.00	0.00	0.00
	3	0.0	0.00	0.00	0.00
November	1	0.0	0.00	0.00	0.00
	2	4.7	3.27	2.80	2.33
	3	6.3	4.38	3.75	3.13
Desember	1	7.0	4.90	4.20	3.50
	2	12.7	8.90	7.63	6.36
	3	11.0	7.70	6.60	5.50

Sumber: Hasil perhitungan

4.2 Perhitungan Klimatologi

Perhitungan evaporasi menggunakan metode *penman* yang dimodifikasi. Data rata-rata Klimatologi pada Kabupaten Pacitan dapat dilihat pada tabel 4.2. Contoh perhitungan pada Bulan Januari adalah sebagai berikut:

$$\text{Temperature (I)} = 34,19^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Kelembapan relative (RH)} = 91\%$$

$$\text{Kecepatan angin (U)} = 38,87 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Penyinaran matahari (n/N)} = 47\%$$

a. Nilai faktor koreksi (c)

Besar faktor koreksi pada Bulan Januari sebesar 1,10

b. Nilai faktor penyinaran matahari (w)

Pada Bulan Januari temperature sebesar $34,19^{\circ}\text{C}$ dan lokasi studi berada pada ketinggian 228 mdpl. Dengan ketinggian tersebut, nilai W adalah:

$$\text{- suhu } 34^{\circ}\text{C} = 0,820$$

$$\text{- suhu } 36^{\circ}\text{C} = 0,830$$

$$\text{- suhu } 34,19^{\circ}\text{C} = 0,821$$

c. Nilai radiasi *extra terresial* (Ra)

Lokasi studi pada 7,977 LS, maka nilai Ra sebesar 16,096 mm/hari

d. Nilai radiasi gelombang pendek (Rs)

$$R_s = (0,25 + 0,5(n/N)) \times R_a$$

$$R_s = (0,25 + 0,5(0,47)) \times 16,096$$

$$R_s = 7,828 \text{ mm/hari}$$

e. Nilai harga netto gelombang pendek

$$R_{ns} = R_s (1 - \alpha)$$

Dengan α sebesar 0,25

$$R_{ns} = 7,828 (1 - 0,25)$$

$$R_{ns} = 5,871 \text{ mm/hari}$$

f. Nilai koreksi terhadap suhu, f(T)

Diketahui $T = 34,19^{\circ}\text{C}$, maka $f(T) = 17,738 \text{ mm/hari}$

g. Nilai tekanan uap jenuh (ea)

Diketahui $T = 34,19^{\circ}\text{C}$, maka $ea = 53,770 \text{ mbar}$

h. Nilai tekanan uap nyata (ed)

$$ed = ea \times Rh$$

$$ed = 53,770 \times 0,91$$

$$ed = 48,746 \text{ mbar}$$

i. Nilai $f(ed)$

$$f(ed) = 0,34 - (0,044 \times ed)^{0,5}$$

$$f(ed) = 0,34 - (0,044 \times 48,746)^{0,5}$$

$$f(ed) = 0,033 \text{ mm/hari}$$

j. Nilai $f(n/N)$

$$f(n/N) = 0,1 + (0,9 \times n/N)$$

$$f(n/N) = 0,1 + (0,9 \times 0,47)$$

$$f(n/N) = 0,525 \text{ mm/hari}$$

k. Nilai harga netto gelombang panjang ($Rn1$)

$$Rn1 = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$$

$$Rn1 = 17,738 \times 0,033 \times 0,525$$

$$Rn1 = 0,306 \text{ mm/hari}$$

l. Nilai radiasi penyinaran matahari (Rn)

$$Rn = Rns - Rn1$$

$$Rn = 5,871 - 0,306$$

$$Rn = 5,565 \text{ mm/hari}$$

m. Nilai $f(U)$

$$f(U) = 0,27 (1 + (U_2/100))$$

$$f(U) = 0,27 (1 + (38,87/100))$$

$$f(U) = 0,375 \text{ mm/hari}$$

n. Nilai evapotranspirasi (Eto)

$$Eto = c[W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times (ea - ed)]$$

$$Eto = 1,1 \times [0,821 \times 5,565 + (1 - 0,821) \times 0,375 \times (53,770 - 48,746)]$$

$$Eto = 5,398 \text{ mm/hari}$$

Hasil Rata-rata klimatologi dapat dilihat pada tabel 4.2 dan perhitungan evapotranspirasi lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 2 Data Klimatologi rata-rata Pacitan 2014-2016

No.	Uraian	Lambang	Satuan	Bulan											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	Temperatur	I	°C	34.190	34.333	34.370	34.343	34.157	34.083	33.783	33.697	33.957	34.107	33.860	33.650
2	Kelembapan Relatif	RH	%	0.907	0.903	0.919	0.912	0.914	0.895	0.885	0.889	0.885	0.874	0.897	0.902
3	Kecepatan Angin	U	mm/hari	38.870	31.637	28.930	27.840	28.940	27.967	29.017	36.627	47.557	46.100	41.303	28.047
4	Penyinaran Matahari	n/N	%	0.473	0.506	0.583	0.509	0.566	0.540	0.531	0.612	0.655	0.634	0.507	0.458

Sumber: Dinas PU Pacitan, 2014 - 2016

Tabel 4. 3 Hasil perhitungan evapotranspirasi

No.	Uraian	Lambang	Satuan	Bulan											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	Faktor Koreksi	c		1.1	1.1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1.1	1.1	1.1	1.1
2	Faktor penyinaran matahari	W		0.821	0.822	0.823	0.822	0.821	0.821	0.818	0.818	0.820	0.821	0.819	0.817
3	Radiasi extra terresial	Ra	mm/hari	16.096	16.099	15.501	14.404	13.104	12.405	12.705	13.704	14.901	15.799	15.998	15.996
4	Radiasi gelombang pendek	Rs	mm/hari	7.828	8.095	8.392	7.266	6.984	6.448	6.552	7.621	8.608	8.960	8.057	7.662
5	Koefisien pemantulan	α		0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
6	Harga netto gelombang pendek	Rns	mm/hari	5.871	6.071	6.294	5.449	5.238	4.836	4.914	5.716	6.456	6.720	6.043	5.747
7	Fungsi suhu	f(T)	mm/hari	17.738	17.767	17.774	17.769	17.731	17.717	17.646	17.624	17.689	17.721	17.665	17.613
8	Tekanan uap jenuh	ea	mbar	53.770	54.200	54.310	54.230	53.670	53.450	52.572	52.320	53.074	53.520	52.794	52.185
9	Tekanan uap nyata	ed	mbar	48.746	48.952	49.931	49.440	49.060	47.831	46.522	46.537	46.978	46.793	47.379	47.090
10	Fungsi tekanan uap	f(ed)	mm/hari	0.033	0.032	0.029	0.031	0.032	0.036	0.040	0.040	0.038	0.039	0.037	0.038
11	Fungsi koreksi rasio matahari	f(n/N)	mm/hari	0.525	0.555	0.624	0.558	0.609	0.586	0.578	0.651	0.690	0.671	0.557	0.512
12	Harga netto gelombang panjang	Rn1	mm/hari	0.306	0.317	0.323	0.304	0.344	0.370	0.407	0.457	0.469	0.464	0.365	0.343
13	Radiasi penyinaran matahari	Rn	mm/hari	5.565	5.754	5.971	5.146	4.895	4.465	4.507	5.258	5.987	6.256	5.678	5.403
14	f(U)	f(U)	mm/hari	0.375	0.355	0.348	0.345	0.348	0.346	0.348	0.369	0.398	0.394	0.382	0.346
15	Evapotranspirasi	Eto	mm/hari	5.398	5.570	5.182	4.073	3.876	3.611	3.664	4.689	5.880	6.171	5.526	5.212

Sumber: Hasil perhitungan

4.3 Perkolasi

Lokasi studi memiliki kemiringan $>8\%$ dan struktur tanah berupa alluvial dengan komposisi kerikil, kerakal, pasir, lanau, dan lempung maka diambil nilai perkolasi sebesar 2 mm/hari.

4.4 Penyiapan Lahan untuk Padi

Kebutuhan air yang dibutuhkan saat penyiapan lahan untuk padi menggunakan metode yang dikembangkan oleh *Van de Goor dan Zijlstra* (1968). Contoh perhitungan pada bulan januari adalah:

- Nilai evaporasi terbuka (E_o) didapat dari $1,1 \times E_{to} = 1,1 \times 5,398$ mm/hari
- Nilai perkolasi diambil sebesar 2 mm/hari
- $M = E_o + P = 5,398 + 2 = 7,938$ mm/hari
- Jangka waktu penyiapan lahan sebesar 30 hari
- Kebutuhan air untuk penjemuran sebesar 250 mm
- $K = M \times (T/S) = 7,938 \times (30/250) = 0,953$
- Kebutuhan air di persawahan (IR) = $Me^k / (e^k - 1) = 12,923$ mm/hari

Hasil perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil perhitungan penyiapan lahan padi

Parameter	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
E_o	mm/hari	5.938	6.127	5.701	4.481	4.263	3.973	4.030	5.157	6.468	6.788	6.079	5.733
P	mm/hari	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
M	mm/hari	7.938	8.127	7.701	6.481	6.263	5.973	6.030	7.157	8.468	8.788	8.079	7.733
T	hari	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S	mm	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
K		0.953	0.975	0.924	0.778	0.752	0.717	0.724	0.859	1.016	1.055	0.969	0.928
IR	mm/hari	12.923	13.047	12.768	11.989	11.854	11.673	11.709	12.418	13.273	13.486	13.015	12.789

Sumber: Hasil perhitungan

4.5 Pergantian Lapisan Air

Jika direncanakan pergantian lapisan air selama 30 hari, maka kebutuhan air sebesar:

$$50 \text{ mm} / 30 \text{ hari} = 1,670 \text{ mm/hari.}$$

4.6 Kebutuhan air di sawah

Contoh nilai kebutuhan air di sawah pada Bulan Januari periode 1 adalah sebagai berikut:

$$Re = 5,130 \text{ mm/hari}$$

$$Eto = 5,400 \text{ mm/hari}$$

$$P = 2 \text{ mm/hari}$$

$$WLR = 1,670 \text{ mm/hari}$$

$$Kc = (1,05 + 1,10 + 1,10)/3 = 1,080$$

$$Etc = Eto \times Kc = 5,40 \times 1,08 = 5,850 \text{ mm/hari}$$

$$NFR = Etc + WLR + P - Eto = 5,85 + 1,67 + 2 - 5,13 = 4,380 \text{ mm/hari}$$

Sehingga nilai kebutuhan pengambilan di sumber adalah:

$$DR = NFR / (e \times 8,64)$$

$$DR = 4,380 / (0,90 \times 8,64)$$

$$DR = 0,560 \text{ lt/dt/ha}$$

4.7 Pola Tata Tanam

Pola tata tanam direncanakan Padi-padi-palawija dengan beberapa alternatif pola tata tanam. Beberapa pola tanam yang diberikan dipilih DR terkecil dari DR maksimal masing-masing alternatif tanam. Hasil perhitungan alternatif tanam adalah sebagai berikut:

1. Alternatif 1 : awal tanam periode 2 Nopember
DR max = 1,510 liter/det/ha
2. Alternatif 2 : awal tanam periode 3 Nopember
DR max = 1,370 liter/det/ha
3. Alternatif 3 : awal tanam periode 1 Desember
DR max = 1.670 liter/det/ha

Hasil DR max terkecil adalah 1,37 liter/det/ha, maka pola tanam yang dipilih adalah padi-padi-palawija dengan awal tanam periode 3 Nopember. Hasil perhitungan kebutuhan air di sawah dengan beberapa awal tanam dapat dilihat pada tabel 4.5 – 4.7.

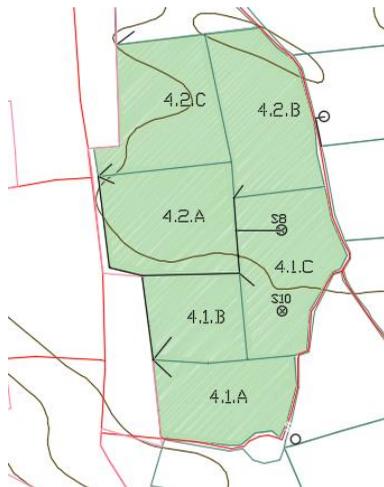
4.8 Analisis Ketersediaan Air

Ketersediaan air diperoleh dari data wawancara dengan petani setempat dengan data sebagai berikut:

1. Luas lahan sawah = 3500 m²
2. Untuk mengairi lahan tersebut, dioperasikan pompa selama 8 jam/hari = 28800 detik/hari
3. Kebutuhan air penggenangan = 10 cm = 0,1 m
4. Volume penggenangan = Luas lahan x penggenangan = 3500 m² x 0,1 m = 350 m³
5. Maka debit keluaran pompa adalah 350 m³/28800 detik/hari = 12,153 liter/detik

4.9 Layout Jaringan Irigasi

Lahan yang akan diairi dipilih berdasarkan lahan yang masih menjadi lahan tadah hujan dan memiliki elevasi yang lebih tinggi daripada sumur eksisting milik petani. Berdasarkan hasil debit keluaran pompa, maka jika mengacu pada modul pelatihan Irigasi air tanah, maka luas yang oncoran tersier yang dapat diairi adalah sekitar 12 Ha.



Gambar 4. 1 Pembagian petak tersier
Sumber: Hasil pengolahan

Luas tersier yang ditunjukkan pada gambar 4.1 dibagi menjadi beberapa blok, tiap blok dibagi menjadi beberapa petak kuarter dengan luas 1-3 Ha.

4.10 Neraca Air

Perhitungan neraca air digunakan untuk menentukan jumlah blok yang akan diairi pada lahan yang sudah dipetakan. Tabel 4.5 menunjukkan hasil perhitungan neraca air.

Tabel 4. 5 Perhitungan neraca air

Bulan	Periode	Kebutuhan	Luas	Kebutuhan Air	Ketersediaan	Pembagian 2 blok	
		Air Irigasi (lt/dt/ha)	Layanan (Ha)	Irigasi di Pengambilan		Air (lt/dt)	Luas Layanan (Ha)
Jan	1	0.78	12.19	9.510	12.153	6.095	4.755
	2	0.43	12.19	5.263	12.153	6.095	2.632
	3	0.34	12.19	4.119	12.153	6.095	2.059
Feb	1	0.50	12.19	6.070	12.153	6.095	3.035
	2	0.51	12.19	6.173	12.153	6.095	3.087
	3	0.07	12.19	0.892	12.153	6.095	0.446
Mar	1	-0.51	12.19	-6.269	12.153	6.095	-3.135
	2	-0.89	12.19	-10.853	12.153	6.095	-5.426
	3	1.78	12.19	21.724	12.153	6.095	10.862
Apr	1	1.76	12.19	21.420	12.153	6.095	10.710
	2	1.75	12.19	21.330	12.153	6.095	10.665
	3	1.12	12.19	13.633	12.153	6.095	6.816
May	1	1.40	12.19	17.072	12.153	6.095	8.536
	2	1.39	12.19	16.932	12.153	6.095	8.466
	3	1.38	12.19	16.792	12.153	6.095	8.396
Jun	1	1.31	12.19	15.928	12.153	6.095	7.964
	2	1.29	12.19	15.667	12.153	6.095	7.834
	3	0.91	12.19	11.115	12.153	6.095	5.557
Jul	1	0.67	12.19	8.119	12.153	6.095	4.059
	2	0.36	12.19	4.341	12.153	6.095	2.171
	3	0.68	12.19	8.317	12.153	6.095	4.159
Aug	1	0.81	12.19	9.888	12.153	6.095	4.944
	2	0.82	12.19	10.040	12.153	6.095	5.020
	3	0.95	12.19	11.601	12.153	6.095	5.800
Sep	1	1.26	12.19	15.403	12.153	6.095	7.701
	2	1.42	12.19	17.360	12.153	6.095	8.680
	3	1.45	12.19	17.615	12.153	6.095	8.808
Oct	1	1.46	12.19	17.826	12.153	6.095	8.913
	2	1.43	12.19	17.379	12.153	6.095	8.690
	3	1.40	12.19	17.067	12.153	6.095	8.533
Nov	1	1.29	12.19	15.736	12.153	6.095	7.868
	2	0.00	12.19	0.000	12.153	6.095	0.000
	3	1.89	12.19	23.096	12.153	6.095	11.548
Dec	1	1.80	12.19	21.956	12.153	6.095	10.978
	2	1.24	12.19	15.083	12.153	6.095	7.541
	3	0.30	12.19	3.689	12.153	6.095	1.844

Sumber: Hasil perhitungan

Contoh perhitungan pada tabel di atas adalah sebagai berikut:

Kebutuhan air tertinggi = 1,370 liter/det/ha

Luas oncoran = 11,480 Ha

Kebutuhan di pengambilan = $1,370 \times 11,480 = 15,709$ liter/det

Jika petak tersier dibagi menjadi 2 blok, maka:

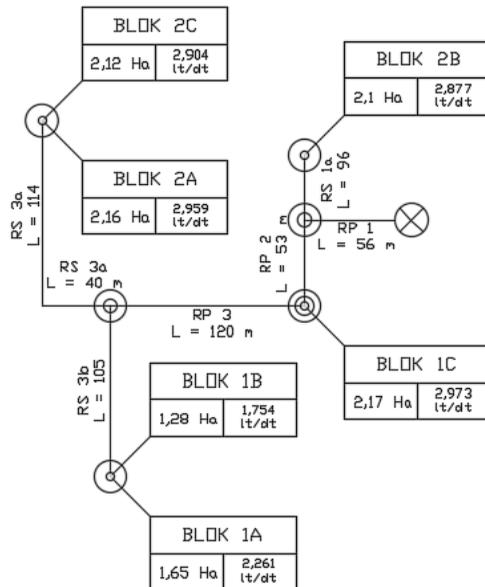
Luas layanan = $11,480 / 2 = 5,740$ Ha

Kebutuhan di pengambilan = $5,740 \times 1,370 = 7,854$ liter/det.

4.11 Perhitungan Dimensi Pipa

Perhitungan dimensi pipa menggunakan Rumus Hazen-William.

Berikut adalah contoh pada jaringan petak 2. Skema jaringan pada petak 2 dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Skema Jaringan Irigasi

Sumber: Hasil pengolahan

Luas dan debit yang harus dialiri pada tiap ruas saluran dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Luas dan Debit Kebutuhan pada Setiap Saluran

No	Nama Saluran	Luas (Ha)	Debit (lt/det)
1	Blok 2C	2.12	2.901
2	Blok 2A	2.16	2.956
3	Ruas sekunder 3a g	4.28	5.857
4	Blok 1A	1.65	2.258
5	Blok 1B	1.28	1.751
6	Ruas sekunder 3b p	2.93	4.009
7	Ruas primer 3 p	7.21	9.866
8	Blok 1C	2.17	2.969
9	Ruas primer 2 p	9.38	12.835
10	Blok 2B	2.10	2.874
11	Ruas sekunder 1a g	2.10	2.874
12	Ruas primer 1 p	11.48	15.709

Sumber: Hasil perhitungan

Elevasi tiap bangunan pada jaringan irigasi dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Elevasi Bangunan pada Jaringan Irigasi

Nama bangunan	Elevasi (mdpl)
Sumur 1	128
BB 1	128
BS 1	126
BBS 1	130
BB 2	132
BS 2	134
BS 3	130

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil pengolahan, maka direncanakan distribusi air dilakukan secara gravitasi dan dengan pipa tertutup pada lahan yang memiliki elevasi lebih tinggi daripada sumur bor.

Sesuai pertimbangan elevasi, maka saluran yang distribusi airnya dengan gravitasi adalah ruas sekunder 1a dan 3a, sedangkan saluran yang distribusinya menggunakan pipa tertutup bertekanan adalah ruas primer 1, ruas primer 2, ruas primer 3, dan ruas sekunder 3b.

Menurut RSNI T-03-2003, kecepatan dalam pipa perlu dijaga antara 0,9 – 1,2 m/s dengan maksimum kecepatan 2 m/s. Dalam perencanaan ini dimisalkan kecepatan dalam pipa dijaga sebesar 1,5 m/s. perhitungan dimensi pipa adalah sebagai berikut:

1) Ruas primer 1

Diket:

$$Q = 15,709 \text{ liter/det}$$

$$Q = 0,016 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 56 \text{ m}$$

$$V = 1,5 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{V} \\ = \frac{0,016}{1,5} = 0,011 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\ = \sqrt{\frac{4 \times 0,011}{\pi}} = 0,116 \text{ m}$$

$$D = 0,116 \text{ m} / 0,025 = 4,546 \text{ inch}$$

D yang dibulatkan = 5 inch

Cek nilai V:

$$D = 5 \times 0,025 = 0,127 \text{ m}$$

$$A = \frac{D^2 \pi}{4} \\ = \frac{0,127^2 \pi}{4} = 0,013 \text{ m}^2$$

$$V = Q / A \\ = 0,016 / 0,013 = 1,240 \text{ m/s}$$

V masih berada diantara 0,9 – 2 m/s

2) Ruas primer 2

Diket:

$$Q = 12,709 \text{ liter/det}$$

$$Q = 0,013 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 53 \text{ m}$$

$$V = 1,5 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{V} \\ = \frac{0,013}{1,5} = 0,009 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\ = \sqrt{\frac{4 \times 0,009}{\pi}} = 0,104 \text{ m}$$

$$D = 0,104 \text{ m} / 0,025 = 4,109 \text{ inch}$$

D yang dibulatkan = 5 inch

Cek nilai V:

$$D = 5 \times 0,025 = 0,127 \text{ m}$$

$$A = \frac{D^2 \pi}{4} \\ = \frac{0,127^2 \pi}{4} = 0,013 \text{ m}^2$$

$$V = Q / A \\ = 0,013 / 0,013 = 1,013 \text{ m/s}$$

V masih berada diantara 0,9 – 2 m/s

3) Ruas primer 3

Diket:

$$Q = 9,866 \text{ liter/det}$$

$$Q = 0,010 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 120 \text{ m}$$

$$V = 1,5 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{V} \\ = \frac{0,010}{1,5} = 0,007 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\ = \sqrt{\frac{4 \times 0,007}{\pi}} = 0,092 \text{ m}$$

$$D = 0,092 \text{ m} / 0,025 = 3,603 \text{ inch}$$

D yang dibulatkan = 4 inch

Cek nilai V:

$$D = 4 \times 0,025 = 0,102 \text{ m}$$

$$A = \frac{D^2 \pi}{4} \\ = \frac{0,102^2 \pi}{4} = 0,008 \text{ m}^2$$

$$V = Q / A \\ = 0,0099 / 0,0081 = 1,217 \text{ m/s}$$

V masih berada diantara 0,9 – 2 m/s

4) Ruas sekunder 3b

Diket:

$$Q = 4,009 \text{ liter/det}$$

$$Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 105 \text{ m}$$

$$V = 1,5 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{V} \\ = \frac{0,004}{1,5} = 0,003 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\ = \sqrt{\frac{4 \times 0,003}{\pi}} = 0,058 \text{ m}$$

$$D = 0,058 \text{ m} / 0,025 = 2,297 \text{ inch}$$

D yang dibulatkan = 2.5 inch

Cek nilai V:

$$D = 2.5 \times 0,025 = 0,064 \text{ m}$$

$$A = \frac{D^2 \pi}{4} \\ = \frac{0,064^2 \pi}{4} = 0,003 \text{ m}^2$$

$$V = Q / A \\ = 0,004 / 0,003 = 1,127 \text{ m/s}$$

V masih berada diantara 0,9 – 2 m/s

5) Ruas sekunder 1a

Diket:

$$Q = 2,874 \text{ liter/det}$$

$$Q = 0,003 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 96 \text{ m}$$

$$V = 1,5 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{V} \\ = \frac{0,0029}{1,5} = 0,002 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\ = \sqrt{\frac{4 \times 0,002}{\pi}} = 0,049 \text{ m}$$

$$D = 0,049 \text{ m} / 0,025 = 1,944 \text{ inch}$$

D yang dibulatkan = 2 inch

Cek nilai V:

$$D = 2 \times 0,025 = 0,051 \text{ m}$$

$$A = \frac{D^2 \pi}{4} \\ = \frac{0,051^2 \pi}{4} = 0,002 \text{ m}^2$$

$$V = Q / A \\ = 0,0029 / 0,0020 = 1,418 \text{ m/s}$$

V masih berada diantara 0,9 – 2 m/s

6) Ruas sekunder 3a

Diket:

$$Q = 5,857 \text{ liter/det}$$

$$Q = 0,006 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 154 \text{ m}$$

$$V = 1,5 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{V} \\ = \frac{0,006}{1,5} = 0,004 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,004}{\pi}} = 0,071 \text{ m}$$

$$D = 0,071 \text{ m} / 0,025 = 2,776 \text{ inch}$$

D yang dibulatkan = 2.3 inch

Cek nilai V:

$$D = 3 \times 0,025 = 0,076 \text{ m}$$

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

$$= \frac{0,076^2 \pi}{4} = 0,005 \text{ m}^2$$

$$V = Q / A$$

$$= 0,006 / 0,005 = 1,284 \text{ m/s}$$

V masih berada diantara 0,9 – 2 m/s

Perhitungan kebutuhan dimensi pipa dapat dilihat pada lampiran 22.

4.12 Perhitungan Kehilangan Tinggi tekan

Setelah menghitung kebutuhan dimensi, dilakukan perhitungan tinggi tekan.

4.12.1 Kehilangan *Mayor*

$$H_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852} \times L}{C^{1,852} \times D^{4,8704}}$$

Perhitungan kehilangan tinggi pada jaringan pipa adalah sebagai berikut:

1) Ruas primer 1

Diket:

$$Q = 15,709 \text{ lt/det} = 0,016 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 56 \text{ m}$$

$$C = 120 \text{ (dari tabel Hazen William)}$$

$$D = 5 \text{ inch} = 0,127 \text{ m}$$

$$H_f = \frac{10,675 \times 0,016^{1,852} \times 56}{120^{1,852} \times 0,127^{4,8704}}$$

$$= 1,240 \text{ m}$$

2) Ruas primer 2

Diket:

$$Q = 12,835 \text{ lt/det} = 0,013 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{pipa}} &= 53 \text{ m} \\
 C &= 120 \text{ (dari tabel Hazen William)} \\
 D &= 5 \text{ inch} = 0,127 \text{ m} \\
 H_f &= \frac{10,675 \times 0,013^{1,852} \times 53}{120^{1,852} \times 0,127^{4,8704}} \\
 &= 0,585 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3) Ruas primer 3

Diket:

$$Q = 9,866 \text{ lt/det} = 0,010 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 120 \text{ m}$$

$$C = 120 \text{ (dari tabel Hazen William)}$$

$$D = 4 \text{ inch} = 0,102 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 H_f &= \frac{10,675 \times 0,010^{1,852} \times 120}{120^{1,852} \times 0,102^{4,8704}} \\
 &= 2,413 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4) Ruas sekunder 3b

Diket:

$$Q = 4,009 \text{ lt/det} = 0,004 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L_{\text{pipa}} = 105 \text{ m}$$

$$C = 120 \text{ (dari tabel Hazen William)}$$

$$D = 2,5 \text{ inch} = 0,064 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 H_f &= \frac{10,675 \times 0,003^{1,852} \times 105}{120^{1,852} \times 0,064^{4,8704}} \\
 &= 3,936 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total } H_f = 0,898 + 0,585 + 2,413 + 3,936 = 7,832 \text{ m}$$

4.12.2 Kehilangan Tinggi Minor

1) Kehilangan akibat belokan

a) Saluran primer 1 - primer 2

$$\alpha = 90$$

$$k = 0,98$$

$$V = 1,240 \text{ m/s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$H_b = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$= 0,98 \frac{1,240^2}{2 \times 9,8} = 0,077 \text{ m}$$

b) Ruas primer 2 – primer 3

$$\alpha = 90$$

$$k = 0,98$$

$$V = 1,013 \text{ m/s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$H_b = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$= 0,98 \frac{1,0132^2}{2 \times 9,8} = 0,051 \text{ m}$$

c) Ruas primer 3 – sekunder 3a

$$\alpha = 90$$

$$k = 0,98$$

$$V = 1,217 \text{ m/s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$H_b = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$= 0,980 \frac{1,217^2}{2 \times 9,8} = 0,074 \text{ m}$$

$$\text{Total } H_m = 0,077 + 0,051 + 0,074 = 0,202 \text{ m}$$

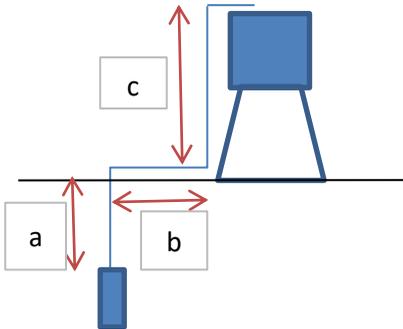
$$\text{Total } \Delta H = H_f + H_m = 7,832 \text{ m} + 0,202 \text{ m} = 8,034 \text{ m}$$

4.13 Kebutuhan Pompa

Kebutuhan pompa ditentukan dari tinggi reservoir. Kebutuhan tinggi reservoir didapat dari besar kehilangan tinggi dengan elevasi terendah dari permukaan sawah. Elevasi sawah sebagaimana pada tabel 4.7.

- Selisih tinggi pada sumur dan daerah layanan tertinggi adalah 128 m – 134 m = - 6m.
- Total kehilangan tinggi sebesar 8,034 m.
- Maka tambahan tinggi yang direncanakan adalah 10 m
- Direncanakan tinggi tower air = 8 m dan tinggi tandon 2 m.

Kebutuhan tinggi untuk perencanaan pompa digambarkan pada gambar



Gambar 4. 3 Sketsa *head* pompa
Sumber: Hasil Pengolahan

Keterangan:

- a = panjang kabel pompa (m) = 32 m
- b = panjang pipa dari sumur ke reservoir (m) = 3 m
- c = kebutuhan tinggi reservoir (m) = 10 m

Total head pompa dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$H = H_a + H_c + h_f + h_m$$

Pipa hisap pompa di pasaran dipilih 2,5 inchi = 0,064 m. Besar debit yang dibutuhkan 12,153 lt/det = 0,012 m³/s

a) Kehilangan tinggi mayor (h_f) didapat dari perhitungan dengan rumus Hazen-William

$$\begin{aligned} - H_f (a) &= \frac{10,675 \times 0,012^{1,852} \times 32}{120^{1,852} \times 0,063^{4,8704}} \\ &= 9,333 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - H_f (b) &= \frac{10,675 \times 0,012^{1,852} \times 3}{120^{1,852} \times 0,063^{4,8704}} \\ &= 0,875 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - H_f (c) &= \frac{10,675 \times 0,012^{1,852} \times (8+2)}{120^{1,852} \times 0,063^{4,8704}} \\ &= 2,916 \text{ m} \end{aligned}$$

$$- \text{Total } H_f = 9,333 + 0,875 + 2,916 = 13,124 \text{ m}$$

b) Kehilangan tinggi minor didapat dari kehilangan akibat belokan pipa.

$$\begin{aligned}
 - \text{ Sudut belok} &= 90^\circ \\
 - \text{ Jumlah belokan} &= 2 \text{ buah} \\
 - \text{ Hm} &= \frac{0,01253^2}{2 \times 9,8} \\
 &= 1,4726 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c) $Z_b = 32 \text{ m}$

d) Maka nilai H_{total} kebutuhan pompa adalah $32 + 10 + 13,124 + 1,4726 = 56,5965 \text{ m}$

Dari pengolahan data kebutuhan Head total dihasilkan head total sebesar 56,5965 meter, maka digunakan pompa hisap dengan spesifikasi sebagai berikut:

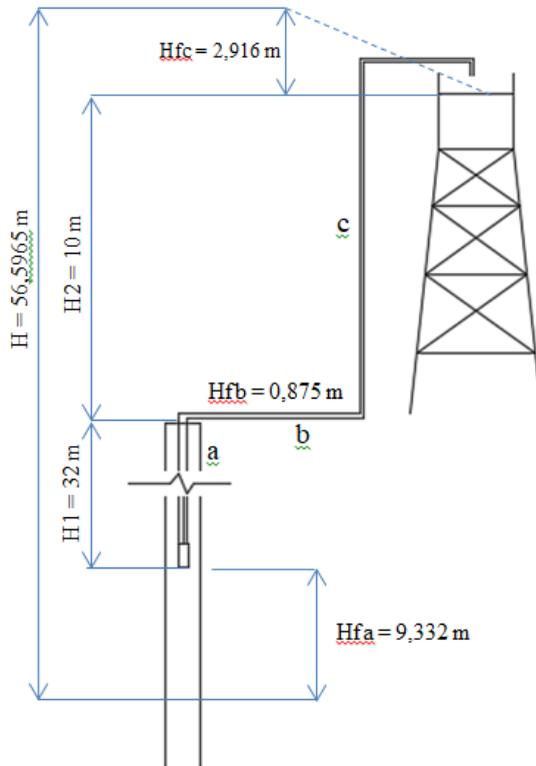


Gambar 4. 4 Pompa *submersible*
Sumber: www.sines-export.com

Merk = Groundfos
 Type = SP 17 – 10
 Diameter casing = 4 inch
 Berat = 70 kg
 Daya listrik = 5,5 kW 7,5HP 3 Phase
 Daya dorong = 81 meter

Inlet = 2½ inch

Garis energi pada sumur – reservoir ditunjukkan pada gambar 4.5

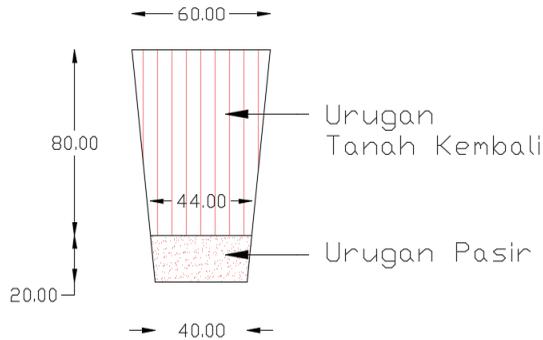


Gambar 4. 5 Garis energi pada sumur – reservoir
Sumber: Hasil Pengolahan

4.14 Analisis RAB

4.14.1 Perhitungan Volume

1. Volume timbunan pipa



Gambar 4. 6 Timbunan untuk jaringan pipa
Sumber: Hasil Pengolahan

- a. Volume urugan tanah kembali:

$$A = (0,6 + 0,44) \times 0,8 \times 1/2 \\ = 0,416 \text{ m}^2$$

$$V = A \times \text{panjang saluran}$$

Total panjang saluran adalah 584 m.

$$\text{Maka, } V = 584 \times 0,416 \text{ m}^2 = 242,944 \text{ m}^3.$$

- b. Volume urugan pasir

$$A = (0,44 + 0,4) \times 0,2 \times 1/2 \\ = 0,084 \text{ m}^2$$

$$V = 584 \times 0,084 \text{ m}^2 = 49,056 \text{ m}^3.$$

- c. Total volume galian = Vol.urugan kembali + urugan pasir =
242,944 + 49,056 = 292 m³

2. Volume rumah pompa

- a. Pekerjaan pondasi

$$1) \text{ Galian tanah} = (0,800 + 1,260) \times 1,150 \times 1/2 \times 0,800 = \\ 0,948 \text{ m}^3$$

$$2) \text{ Urugan pasir} = (0,800 + 0,840) \times 0,1 \times 1/2 \times 0,800 = \\ 0,066 \text{ m}^3$$

$$3) \text{ Batu kosong} = (0,840 + 0,920) \times 0,2 \times 1/2 \times 0,800 = \\ 0,141 \text{ m}^3$$

- 4) Pasangan pondasi batu belah 1PC : 3PP = $(0,6 + 0,4) \times 0,7 \times \frac{1}{2} \times 0,4 = 0,140 \text{ m}^3$
- 5) Urugan tanah kembali = $0,948 - 0,066 - 0,141 - 0,140 = 0,601 \text{ m}^3$
- b. Pekerjaan sloof
- 1) Sloof panjang 2m = $0,3 \times 0,2 \times 2 = 0,120 \text{ m}^3$
 - 2) Sloof panjang 3 m = $0,3 \times 0,3 \times 3 = 0,180 \text{ m}^3$
 - 3) Bekisting panjang 2 m = $0,3 \times 2 \times 2 = 1,200 \text{ m}^2$
 - 4) Bekisting panjang 3 m = $0,3 \times 3 \times 2 = 1,800 \text{ m}^2$
- c. Volume dinding
- 1) Dinding 2 m = $2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$
 - 2) Dinding 3 m = $3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$
- d. Volume lantai = $2 \times 3 \times 0,07 = 0,420 \text{ m}^3$
- e. Volume asbes = $2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$
3. Reservoir H = 5 m
- a) Galian pondasi = $1,5 \times 0,5 \times 0,5 = 0,375 \text{ m}^3$
Dikali 4 footplate = $4 \times 0,375 = 1,5 \text{ m}^3$
 - b) Besi siku 50 x 50 x 5 mm
 - Bagian vertikal = $5 \text{ m} \times 4 \text{ sisi} = 20 \text{ m}$
 - Bagian diagonal = $5,006 \text{ m} + 5,720 \text{ m} = 10,726 \text{ m}$
 $\times 4 \text{ sisi} = 42,904 \text{ m}$
 - Bagian horizontal = $3,050 \text{ m} \times 4 \text{ sisi} = 12,200 \text{ m}$
 - Total panjang besi siku = $20 + 42,904 + 12,200 = 75,104 \text{ m}$
 - Jika 1 m besi siku 50 x 50 x 5 = 22,680 kg, maka 75,104 m = 1703,359 kg
 - c) Tangki fiber 2 x 2 x 2 = 8 m
4. Boks Bagi
- a) Bekisting dinding tegak = $0,5 \times 0,8 = 0,400 \text{ m}^2$
2 sisi dinding = $2 \times 0,4 = 0,800 \text{ m}^2$
4 dinding tegak = $4 \times 0,8 \text{ m}^2 = 3,200 \text{ m}^2$
 - b) Bekisting horizontal = $0,6 \times 0,6 = 0,360 \text{ m}^2$
Total volume bekisting = $3,20 + 0,36 = 3,560 \text{ m}^2$
 - c) Pekerjaan beton

- Dinding tegak 1 = $0,05 \times 0,8 \times 0,5 = 0,020 \text{ m}^3$
- Dinding tegak 2 = $0,005 \times 0,75 \times 0,5 = 0,019 \text{ m}^3$
- Total 4 dinding tegk = $4 \times (0,02+0,0187) = 0,155 \text{ m}^3$
- Dinding horizontal = $0,05 \times 0,6 \times 0,6 = 0,018 \text{ m}^3$
- Penutup = $0,05 \times 0,7 \times 0,7 = 0,025 \text{ m}^3$
- Total volume pekerjaan beton = $0,155 + 0,018 + 0,025 = 0,198 \text{ m}^3$

4.14.2 Analisis Harga Satuan Pokok

1. Penggalan 1m^3 tanah biasa sedalam $> 1 \text{ m}$ s.d. 2 m

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
	1 Pekerja	L.01	OH	0,675	70.000,00	47.250,00
	2 Mandor	L.04	OH	0,0675	90.000,00	6.075,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	53.325,00
B	Bahan					
					Jumlah Harga Bahan	
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					53.325,00
E	<i>Overhead + Profit</i>		15% x D			7.998,75
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m^3 (D+E)					61.323,75

2. m^3 Timbunan atau Urugan Tanah Kembali

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
	1 Pekerja	L.01	OH	0,330	70.000,00	23.100,00
	2 Mandor	L.04	OH	0,033	90.000,00	2.970,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	26.070,00
B	Bahan					
					Jumlah Harga Bahan	
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					26.070,00
E	<i>Overhead + Profit</i>		15% x D			3.910,50
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m^3 (D+E)					29.980,50

3. m³ Timbunan Pasir sebagai Bahan Pengisi

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
	1 Pekerja	L.01	OH	0,400	70.000,00	28.000,00
	2 Mandor	L.04	OH	0,040	90.000,00	3.600,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	31.600,00
B	Bahan					
	1 Pasir pasang	M.14,b	m ³	1,200	151.000,00	181.200,00
					Jumlah Harga Bahan	181.200,00
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					212.800,00
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		31.920,00
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					244.720,00

4. Pemasangan 1 m' Pipa PVC tipe AW diameter 2"

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
	1 Pekerja	L.01	OH	0,054	70.000,00	3.780,00
	2 Tukang Pipa	L.02	OH	0,090	75.000,00	6.750,00
	3 Kepala Tukang	L.03	OH	0,009	80.000,00	720,00
	4 Mandor	L.04	OH	0,003	90.000,00	270,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	11.520,00
B	Bahan					
	1 Pipa PVC 2" type AW panjang 4 meter	M		1,200	138.200,00	165.840,00
	2 Perlengkapan	LS		0,350	48.370,00	16.929,50
					Jumlah Harga Bahan	182.769,50
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					194.289,50
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		29.143,43
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					223.432,93

5. Pemasangan 1 m' Pipa PVC tipe AW diameter 2½"

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,0810	70.000,00	5.670,00
2	Tukang Pipa	L.02	OH	0,1350	75.000,00	10.125,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0135	80.000,00	1.080,00
4	Mandor	L.04	OH	0,0040	90.000,00	360,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	17.235,00
B	Bahan					
1	Pipa PVC 2½" type AW panjang 4 meter		M	1,2	177.500,00	213.000,00
2	Perlengkapan		LS	0,35	62.125,00	21.743,75
					Jumlah Harga Bahan	234.743,75
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					251.978,75
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		37.796,81
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					289.775,56

6. Pemasangan 1 m' Pipa PVC tipe AW diameter 3"

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,0810	70.000,00	5.670,00
2	Tukang Pipa	L.02	OH	0,1350	75.000,00	10.125,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0135	80.000,00	1.080,00
4	Mandor	L.04	OH	0,0040	90.000,00	360,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	17.235,00
B	Bahan					
1	Pipa PVC 3" type AW panjang 4 meter		M	1,2	253.100,00	303.720,00
2	Perlengkapan		%	0,35	88.585,00	31.004,75
					Jumlah Harga Bahan	334.724,75
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					351.959,75
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		52.793,96
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					404.753,71

7. Pemasangan 1 m' Pipa PVC tipe AW diameter 4"

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,0810	70.000,00	5.670,00
2	Tukang Pipa	L.02	OH	0,1350	75.000,00	10.125,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0135	80.000,00	1.080,00
4	Mandor	L.04	OH	0,0040	90.000,00	360,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	17.235,00
B	Bahan					
1	Pipa PVC 4" type AW panjang 6 meter		M	1,2	369.450,00	443.340,00
2	Perlengkapan		%	0,35	129.307,50	45.257,63
					Jumlah Harga Bahan	488.597,63
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					505.832,63
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		75.874,89
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					581.707,52

8. Pemasangan 1 m' Pipa PVC tipe AW diameter 5"

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,0810	70.000,00	5.670,00
2	Tukang Pipa	L.02	OH	0,1350	75.000,00	10.125,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0135	80.000,00	1.080,00
4	Mandor	L.04	OH	0,0040	90.000,00	360,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	17.235,00
B	Bahan					
1	Pipa PVC 4" type AW panjang 6 meter		M	1,2	581.800,00	698.160,00
2	Perlengkapan		%	0,35	203.630,00	71.270,50
					Jumlah Harga Bahan	769.430,50
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					786.665,50
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		117.999,83
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					904.665,33

9. Pemasangan 1m² dinding bata merah tebal 1 batu 1PC : 3PP

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,300	70.000,00	21.000,00
2	Tukang Batu	L.02	OH	0,100	75.000,00	7.500,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,010	80.000,00	800,00
4	Mandor	L.04	OH	0,015	90.000,00	1.350,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	30.650,00
B	Bahan					
1	Bata merah		buah	140	850,00	119.000,00
	Semen portland		kg	32,950	1.355,00	44.647,25
	Pasir pasang		m ³	0,091	428.850,00	39.025,35
					Jumlah Harga Bahan	202.672,60
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					233.322,60
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		34.998,39
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					268.320,99

10. Pemasangan plesteran 1SP : 3PP tebal 15mm

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,300	70.000,00	21.000,00
2	Tukang Batu	L.02	OH	0,150	75.000,00	11.250,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,015	80.000,00	1.200,00
4	Mandor	L.04	OH	0,015	90.000,00	1.350,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	34.800,00
B	Bahan					
	PC		kg	7,776	1.355,00	10.536,48
	PP		m ³	0,023	428.850,00	9.863,55
					Jumlah Harga Bahan	20.400,03
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					55.200,03
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		8.280,00
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					63.480,03

11. Pemasangan 1 m³ batu kosong

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
	1 Pekerja	L.01	OH	0,780	70.000,00	54.600,00
	2 Tukang Batu	L.02	OH	0,390	75.000,00	29.250,00
	3 Kepala Tukang	L.03	OH	0,039	80.000,00	3.120,00
	4 Mandor	L.04	OH	0,039	90.000,00	3.510,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	90.480,00
B	Bahan					
	Batu Belah		m ³	1,200	229.250,00	275.100,00
	Pasir urug		m ³	0,432	183.400,00	79.228,80
					Jumlah Harga Bahan	354.328,80
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					444.808,80
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		66.721,32
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					511.530,12

12. Pemasangan 1m³ pondasi batu belah campuran 1PC : 3PP

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
	1 Pekerja	L.01	OH	1,500	70.000,00	105.000,00
	2 Tukang Batu	L.02	OH	0,750	75.000,00	56.250,00
	3 Kepala Tukang	L.03	OH	0,075	80.000,00	6.000,00
	4 Mandor	L.04	OH	0,075	90.000,00	6.750,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	174.000,00
B	Bahan					
	Batu belah		m ³	1,200	229.250,00	275.100,00
	Semen Portland		kg	202	1.355,00	273.710,00
	Pasir pasang		m ³	0,485	422.850,00	205.082,25
					Jumlah Harga Bahan	753.892,25
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					927.892,25
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		139.183,84
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					1.067.076,09

13. Pemasangan 1m² bekisting untuk sloof

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,520	70.000,00	36.400,00
2	Tukang Kayu	L.03	OH	0,260	75.000,00	19.500,00
3	Kepala Tukang	L.02	OH	0,026	80.000,00	2.080,00
4	Mandor	L.04	OH	0,026	90.000,00	2.340,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	60.320,00
B	Bahan					
	Kayu kelas III		m ³	0,014	3.952.800,00	55.339,20
	Paku 5-10 cm		m ³	0,057	19.550,00	1.114,35
	Minyak bekisting		liter	0,100	30.100,00	3.010,00
					Jumlah Harga Bahan	59.463,55
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					119.783,55
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		17.967,53
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					137.751,08

14. Pekerjaan 1m² beton K-125

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	1,650	70.000,00	115.500,00
2	Tukang Batu	L.02	OH	0,275	75.000,00	20.625,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,028	80.000,00	2.240,00
4	Mandor	L.04	OH	0,083	90.000,00	7.470,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	145.835,00
B	Bahan					
	Semen Portland		zak	6,175	58.500,00	361.237,50
	Pasir Beton		m ³	0,518	272.500,00	141.018,75
	Kerikil		m ³	0,533	278.000,00	148.062,80
	Air		Liter	215	6,00	1.290,00
					Jumlah Harga Bahan	502.256,25
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					648.091,25
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		97.213,69
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					745.304,94

15. Pemasangan 1m² rangka atap sirap, kayu kelas III

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,120	70.000,00	8.400,00
2	Tukang Kayu	L.03	OH	0,120	75.000,00	9.000,00
3	Kepala Tukang	L.02	OH	0,012	80.000,00	960,00
4	Mandor	L.04	OH	0,006	90.000,00	540,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	18.900,00
B	Bahan					
	Kayu kelas II		m ³	0,014	6.446.550,00	90.251,70
	Paku 5-10 cm		m ³	0,057	19.550,00	1.114,35
					Jumlah Harga Bahan	91.366,05
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					110.266,05
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		16.539,91
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m² (D+E)					126.805,96

16. Pemasangan 1m² atas asbes gelombang 0,92 m x 2,5 m x 5

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,140	70.000,00	9.800,00
2	Tukang Kayu	L.03	OH	0,075	75.000,00	5.625,00
3	Kepala Tukang	L.11	OH	0,008	80.000,00	640,00
4	Mandor	L.04	OH	0,008	90.000,00	720,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	16.785,00
B	Bahan					
	Asbes gel. 92 x 250		Lbr	0,500	186.350,00	93.175,00
	Paku pancing 6 x 23		Kg	0,120	34.400,00	4.128,00
					Jumlah Harga Bahan	97.303,00
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					114.088,00
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		17.113,20
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m² (D+E)					131.201,20

17. Pekerjaan m² Bekisting Lantai

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	0,520	70.000,00	36.400,00
2	Tukang Kayu	L.03	OH	0,260	75.000,00	19.500,00
3	Kepala Tukang	L.02	OH	0,026	80.000,00	2.080,00
4	Mandor	L.04	OH	0,026	90.000,00	2.340,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	60.320,00
B	Bahan					
	Paku usuk		kg	0,400	14.800,00	5.920,00
	Plywood Uk 122 x 244 x 9 mm		Lbr	0,350	105.000,00	36.750,00
	Kayu Merant bekisting		m ³	0,040	3.350.400,00	134.016,00
	Kayu Meranti balok 4/6, 5/7		m ³	0,015	4.711.500,00	70.672,50
	Minyak bekisting		Liter	0,200	30.100,00	6.020,00
					Jumlah Harga Bahan	253.378,50
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					313.698,50
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		47.054,78
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m² (D+E)					360.753,28

18. Pemasangan 1 buah bak *fiberglass* vol. 1 m³

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja		OH	0,300	70.000,00	21.000,00
2	Mandor		OH	0,015	90.000,00	1.350,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	22.350,00
B	Bahan					
	Bak <i>fiberglass</i>		Unit	1	3.350.000,00	3.350.000,00
	Perlengkapan		%	12	402.000,00	402.000,00
					Jumlah Harga Bahan	3.752.000,00
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					3.774.350,00
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		566.152,50
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					4.340.502,50

19. Pekerjaan 1m² beton K-200

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja	L.01	OH	1,650	70.000,00	115.500,00
2	Tukang	L.02	OH	0,275	75.000,00	20.625,00
3	Mandor	L.04	OH	0,028	90.000,00	2.520,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	138.645,00
B	Bahan					
	Semen Portland		zak	8,800	58.500,00	514.800,00
	Pasir Beton		m ³	0,4568	272.500,00	124.478,00
	Kerikil		m ³	0,5426	278.000,00	150.842,80
	Air		Liter	215	6,00	1.290,00
					Jumlah Harga Bahan	639.278,00
C	Peralatan					
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					777.923,00
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		116.688,45
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					894.611,45

20. Pekerjaan pemasangan besi siku 50 x 50 x 5 mm

No	Kebutuhan	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan Rp	Jumlah harga Rp
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga					
1	Pekerja		OH	0,014	70.000,00	980,00
	Tukang besi		OH	0,014	75.000,00	1.050,00
	Kepala tukang		OH	0,0014	80.000,00	112,00
	Mandor		OH	0,0014	90.000,00	126,00
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	2.268,00
B	Bahan					
	Besi siku 50 x 50 x 5 mm		Btg	1,1	186.400,00	205.040,00
	Kawat Las		Btg	0,4	5.000,00	2.000,00
					Jumlah Harga Bahan	207.040,00
C	Peralatan					
	Alat Las listrik		sewa-hari	0,0014	250.000,00	350,00
	Genset		sewa-hari	0,0014	200.000,00	280,00
					Jumlah Harga Peralatan	630,00
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					209.938,00
E	<i>Overhead + Profit</i>			15% x D		31.490,70
F	Harga Satuan Pekerjaan per-m³ (D+E)					241.428,70

RENCANA ANGGARAN BIAYA

**PROYEK RENCANA PEMBANGUNAN JARINGAN IRIGASI AIR TANAH (JIAT) DI DESA KAMBENG, SLAHUNG,
PONOROGO SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN LAHAN TADAH HUJAN MENJADI IRIGASI TEKNIS
LOKASI: KABUPATEN PONOROGO**

NO	URAIAN	SAT	VOLUME m ³	HARGA SATUAN Rp	JUMLAH HARGA Rp
I	PEKERJAAN JARINGAN PIPA				
1	Pekerjaan Tanah				
	a Galian Tanah	m ³	292,000	61.323,75	17.906.535,00
	b Urugan tanah kembali	m ³	242,944	29.980,50	7.283.582,59
	c Urugan pasir	m ³	49,056	244.720,00	12.004.984,32
2	Pemasangan Pipa PVC Type AW				
	a Pipa PVC Ø 2"	m	96,000	223.432,93	21.449.560,80
	b Pipa PVC Ø 2½"	m	105,000	289.775,56	30.426.434,06
	c Pipa PVC Ø 3"	m	154,000	404.753,71	62.332.071,73
	d Pipa PVC Ø 4"	m	120,000	581.707,52	69.804.902,25
	e Pipa PVC Ø 5"	m	109,000	904.665,33	98.608.520,43
					319.816.591,17
II	PEKERJAAN RUMAH POMPA				
1	Pekerjaan Pondasi				
	a Galian Tanah	m ³	3,790	61.323,75	232.441,54
	b Urugan pasir	m ³	0,197	244.720,00	48.160,90
	d Pemasangan batu kosong	m ³	0,422	511.530,12	216.070,32
	c Pasangan pondasi batu belah IPC: 3PP	m ³	0,560	1.067.076,09	597.562,61
	d Urugan tanah kembali	m ³	2,331	29.980,50	69.890,54

NO	URAIAN	SAT	VOLUME m ³	HARGA SATUAN Rp	JUMLAH HARGA Rp
2	Pekerjaan Sloof				
	a Pekerjaan bekisting sloof	m ²	6,000	137.751,08	826.506,50
	b Pekerjaan beton K-125	m ³	0,600	745.304,94	447.182,96
3	Pekerjaan Lantai				
	a Pekerjaan beton K-125	m ³	0,420	745.304,94	313.028,07
4	Pekerjaan Dinding				
	a Pemasangan 1m ² dinding bata merah tebal 1 batu 1PC : 3PP	m ²	30,000	268.320,99	8.049.629,70
	b Pemasangan plesteran 1SP : 3PP tebal 15mm	m ²	30,000	63.480,03	1.904.401,04
5	Pekerjaan Atap				
	a Pemasangan rangka atap sirap, kayu kelas III	m ²	0,086	126.805,96	10.956,03
	b Pemasangan atas asbes gelombang 0,92 m x 2,5 m x 5 mm	m ²	6,000	131.201,20	787.207,20
					13.503.037,41
III	PEKERJAAN RESERVOIR				
1	Pekerjaan pemasangan tower air 8 meter				
	a Galian tanah	m ³	1,500	61.323,75	91.985,63
	b Pekerjaan beton K-200	m ³	1,500	894.611,45	1.341.917,18
	c Pemasangan besi siku 50 x 50 x 5 mm	kg	1703,359	241.428,70	411.239.681,40
	d Pembuatan tanki fiberglass	m ³	8,000	4.340.502,50	34.724.020,00
					447.397.604,20

NO	URAIAN	SAT	VOLUME m ³	HARGA SATUAN Rp	JUMLAH HARGA Rp
IV	PEKERJAAN BOKS BAGI				
	a Pekerjaan bekisting boks bagi	m ²	3,560	137.751,08	490.393,85
	b Pekerjaan beton K-125	m ³	0,198	745.304,94	147.197,73
					637.591,58
				2 boks bagi	1.275.183,16
					781.992.415,95
					78.199.241,59
					860.191.657,54
					860.191.658,00

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA
PROYEK: TANAH (JIAT) DI DESA KAMBENG, SLAHUNG,
PONOROGO SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN LAHAN
TADAH HUJAN MENJADI IRIGASI TEKNIS
LOKASI: KABUPATEN PONOROGO

NO	PEKERJAAN	HARGA TOTAL (Rp)
I	PEKERJAAN JARINGAN PIPA	319.816.591,17
II	PEKERJAAN RUMAH POMPA	13.503.037,41
I	PEKERJAAN RESERVOIR	447.397.604,20
II	PEKERJAAN BOKS BAGI	637.591,58
	Jumlah	781.992.415,95
	PPN (10%)	78.199.241,59
	Jumlah Total	860.191.657,54
	Dibulatkan	860.191.658,00

*Terbilang: Delapan Ratus Enam Puluh Juta Seratus Sembilan Puluh Satu Ribu
Enam Ratus Delapan Rupiah*

4.15 Analisis Kelayakan Ekonomi

4.15.1 Komponen Biaya

A. Modal

1) Biaya Langsung = Rp 860.191.658,00

2) Biaya tak langsung

Administrasi (2,5%)	$2,5\% \times \text{Rp } 860.191.658,00$ = Rp 215.047.914,50
Biaya teknik (5%)	$5\% \times \text{Rp } 860.191.658,00$ = Rp 430.095.829,00
Biaya tak terduga (5%)	$5\% \times \text{Rp } 860.191.658,00$ = Rp 430.095.829,00
Total Biaya tak langsung	Rp 1.075.239.572,50

3) Total biaya modal = Rp 1.935.431.230,50

B. Biaya tahunan

1) Depresiasi (A/F, 7%, 20)

Faktor (A/F, 7%, 20) = 0,024

Depresiasi = $0,024 \times \text{Rp } 860.191.658,00$

= Rp 20.283.319,30

2) Biaya operasi

- Biaya operasi dihitung dari operasi pompa pertahun.
- Pompa = 4kW, 380 V
 Lama penggunaan = 8 jam/hari
 Kebutuhan listrik /hari = 4 x 8 = 32 kWh
 Harga listrik/kWh = Rp 1.467,00
 Biaya listrik/hari = 32 x Rp 1,467.00
 = Rp 46.944,00
- Penggunaan perbulan = 32 kWh x 30 hari = 960 kWh
 Penggunaan pertahun = 960 kWh x 12 bulan
 = 11.520 kWh
- Biaya listrik/tahun = 11.520 x Rp 1.467,00
 = Rp 16.899.850,00
- 3) Nilai bunga
 Bunga = 7% x Rp 860.191.658,00
 = Rp 60.213.416,06
- 4) Total Biaya tahunan = Depresiasi+Biaya operasi+ Bunga
 = Rp 97.396.575,36
- Maka total biaya = modal + biaya tahunan
 = Rp 2.032.827.805,86

4.15.2 Komponen Manfaat

A. Produksi pertanian

1) produksi padi

Produksi padi/musim tanam = 12 kuintal tiap 1400 m²
 = 8,571 ton/Ha

Luas total lahan pertanian = 11,480 Ha

Total produksi/musim tanam = 8,571 x 11,48 = 98,400 ton

Jika terjadi penyusutan 15% = (1 - 0,15) x 98,40 = 83,640 ton

Musim tanam padi 2x pertahun = 83,640 x 2 = 167,280 ton = 167.280 kg

Harga gabah kering (GKP)/kg = Rp 4.720,00 (BPS, Juni 2020)

Harga gabah giling (GKG)/kg = Rp 4.819,00 (BPS, Juni 2020)

$$\text{Pendapatan GKP} = 4,720 \times \text{Rp } 167.280,00 = \text{Rp } 789.561.600,00$$

$$\text{Pendapatan GKG} = 4,819 \times \text{Rp } 167.280,00 = \text{Rp } 806.122.320,00.$$

2) produksi palawija

$$\begin{aligned} \text{Produksi palawija/musim tanam} &= 10 \text{ kuintal tiap } 1400 \text{ m}^2 \\ &= 7,143 \text{ ton/Ha} \end{aligned}$$

$$\text{Luas lahan pertanian} = 11,480 \text{ Ha}$$

$$\text{Total produksi/musim tanam} = 82 \text{ ton}$$

$$\text{Harga jagung gelondong/kg} = \text{Rp } 2.000,00$$

$$\text{Pendapatan jagung/tahun} = \text{Rp } 164.000.000,00$$

$$\text{Maka total produksi pertahun} = \text{Rp } 806.122.320,00+$$

$$\text{Rp } 164.000.000,00 = \text{Rp } 970.122.320,00$$

4.15.3 Analisis Benefit Cost Ratio

A. Nilai cost

$$1) \text{ Total biaya konstruksi} = \text{Rp } 1.935.431.230,50$$

$$2) \text{ Faktor konversi (F/P, 7, 1)} = 1,07$$

$$\text{Nilai biaya konstruksi} = \text{Rp } 2.070.911.416,64$$

$$3) \text{ Total biaya operasi} = \text{Rp } 97.396.575,36$$

$$\text{Faktor konversi (P/A, 7,20)} = 10,594$$

$$\text{Nilai biaya operasi} = \text{Rp } 1.031.819.319,32$$

$$4) \text{ Total biaya sekarang} = \text{Rp } 3.102.730.735,95$$

B. Nilai Benefit

$$1) \text{ Total hasil produksi pertanian} = \text{Rp } 970.122.320,00$$

$$2) \text{ Faktor konversi (P/A, 7,20)} = 10,594$$

$$3) \text{ Nilai manfaat sekarang} = \text{Rp } 10.277.475.858,08$$

C. Nilai BCR

$$\text{BCR} = \text{B/C}$$

$$\text{BCR} = \text{Rp } 10.277.475.858,08 / \text{Rp } 3.102.730.735,95$$

$$\text{BCR} = 3,312$$

$$\text{BCR} > 1, \text{ maka proyek dapat dilaksanakan}$$

D. Nilai Net Present Value (NPV)

$NPV = B - C$
 $NPV = \text{Rp } 10.277.475.858,08 - \text{Rp } 3.102.730.735,95$
 $NPV = 7.174.745.122,13 > 0$, maka proyek dapat dilaksanakan
 Nilai NPV pada Bunga yang berbeda dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4. 8 Nilai NPV dengan nilai Bungan yang berbeda

Bunga	PV benefit	PV cost	F/P, 7%, 1	P/A, 7%, 20	B-C
7%	10.277.475.858,08	3.102.730.735,95	1,070	10,594	7.174.745.122,13
8%	9.524.660.937,76	3.046.505.305,78	1,080	9,818	6.478.155.631,98
9%	8.856.246.659,28	2.998.753.377,67	1,090	9,129	5.857.493.281,61
10%	8.259.621.432,48	2.958.208.796,13	1,100	8,514	5.301.412.636,35
11%	7.725.084.034,16	2.923.897.595,41	1,110	7,963	4.801.186.438,75
12%	7.245.843.608,08	2.895.137.999,49	1,120	7,469	4.350.705.608,59
13%	6.815.109.298,00	2.871.248.232,34	1,130	7,025	3.943.861.065,66
14%	6.425.120.125,36	2.851.449.121,35	1,140	6,623	3.573.671.004,01
15%	6.071.995.600,88	2.835.351.080,23	1,150	6,259	3.236.644.520,65
16%	5.751.855.235,28	2.822.564.522,66	1,160	5,929	2.929.290.712,62
17%	5.459.848.416,96	2.812.602.465,79	1,170	5,628	2.647.245.951,17
18%	5.193.064.778,96	2.805.172.719,87	1,180	5,353	2.387.892.059,09
19%	4.948.593.954,32	2.799.983.095,18	1,190	5,101	2.148.610.859,14
20%	4.724.495.698,40	2.796.838.798,58	1,200	4,870	1.927.656.899,82
21%	4.517.859.644,24	2.795.447.640,34	1,210	4,657	1.722.412.003,90
22%	4.326.745.547,20	2.795.614.827,30	1,220	4,460	1.531.130.719,90
23%	4.151.153.407,28	2.797.340.359,46	1,230	4,279	1.353.813.047,82
24%	3.987.202.735,20	2.800.234.650,53	1,240	4,110	1.186.968.084,67
25%	3.835.863.653,28	2.804.395.097,08	1,250	3,954	1.031.468.556,20
26%	3.694.225.794,56	2.809.529.509,38	1,260	3,808	884.696.285,18
27%	3.563.259.281,36	2.815.735.284,02	1,270	3,673	747.523.997,34
28%	3.439.864.572,87	2.822.701.238,92	1,280	3,546	617.163.333,95
29%	3.324.609.190,64	2.830.484.351,09	1,290	3,427	494.124.839,55
30%	3.216.925.613,12	2.839.027.643,53	1,300	3,316	377.897.969,59
31%	3.115.062.769,52	2.848.155.315,42	1,310	3,211	266.907.454,10
32%	3.019.990.782,16	2.857.964.763,34	1,320	3,113	162.026.018,82
33%	2.929.769.406,40	2.868.261.194,14	1,330	3,020	61.508.212,26
34%	2.845.368.764,56	2.879.142.004,39	1,340	2,933	(33.773.239,83)
35%	2.764.848.612,00	2.890.412.400,94	1,350	2,850	(125.563.788,94)

Sumber: Hasil Pengolahan

E. Nilai IRR

$$\begin{aligned}
 IRR &= I' + \frac{(B-C)'}{(B-C)' - (B-C)''} (I'' - I') \\
 IRR &= 33 + \frac{61.508.212,26}{61.508.212,26 - (-33.773.239,83)} (34 - 33) \\
 IRR &= 33,645 \%
 \end{aligned}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dengan luas wilayah Daerah irigasi seluas 11,480 hektare, pola tata tanam Desa Kambeng adalah padi-padi-palawija dengan awal tanam periode ketiga November. Pola tanam tersebut menghasilkan nilai kebutuhan air dipengambilan (DR) sebesar 1,370 liter/detik/Ha. Sumber pengambilan air menggunakan sumur bor yang tersedia di lokasi studi.
2. Debit sumur bor yang tersedia di Desa Kambeng adalah sebesar 12,153 liter/detik. Berdasarkan hasil perhitungan neraca air, maka petak tersier dibagi lagi menjadi 2 blok tersier. Masing-masing blok tersier dibagi lagi menjadi 3 blok kuarter yang mempunyai luas 1 – 3 Ha.
3. Dimensi pipa yang dibutuhkan untuk mengalirkan masing-masing petak kuarter adalah sebesar 2,5” – 5”. Sistem jaringan pipa yang digunakan adalah jaringan pipa tertutup bertekanan dan sistem gravitasi dengan pipa. Pipa yang digunakan adalah pipa PVC tipe AW.
4. Penambahan tinggi tekan untuk distribusi air dari sumur ke sawah yang memiliki elevasi lebih tinggi adalah 10 meter. Sistem distribusi pipa dibutuhkan bantuan tower air dengan tinggi 8 meter dan reservoir 2 meter. Lahan yang memiliki elevasi lebih rendah dari sumur menggunakan sistem gravitasi dalam pipa yang sebelumnya air akan ditampung dalam boks kemudian disalurkan melalui pipa secara gravitasi.
5. Total head untuk kebutuhan pemompaan hingga ke reservoir adalah 47,348 m. Maka pompa yang digunakan adalah pompa *submersible* Merk groundfos SP 17 – 10 7,5 HP 3Phase, casing sumur 4”, diameter inlet 2½”, daya dorong 81 meter, dan daya listrik 5,5 kW.
6. Biaya total pekerjaan konstruksi JIAT di Desa Kambeng adalah sebesar Rp 860.191.658,00 sedangkan produksi

pertanian berupa padi dan palawija dalam 1 satu tahun sebesar Rp 970.122.320,00.

7. Analisis kelayakan ekonomi menghasilkan nilai BCR sebesar $3,312 > 1$, NPV sebesar Rp 7.174.745.122,13 > 0 , dan IRR 33,645%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa proyek layak untuk dilaksanakan.

5.2 Saran

1. Dilakukan pengujian pompa di lapangan untuk penelitian selanjutnya agar menghasilkan nilai ketersediaan tanah yang lebih akurat.
2. Dibutuhkan penelitian lanjutan untuk memprediksi ketersediaan air di Desa Kambeng terutama di musim kemarau.
3. Apabila kebutuhan air pada musim kemarau tidak terpenuhi, maka dilakukan perubahan pada jenis tanaman yang ditanam dan dilakukan penambahan jumlah sumur bor dalam dengan aturan pembagian air yang ketat.
4. Partisipasi masyarakat dan pihak desa sangat dibutuhkan untuk upaya pemeliharaan jaringan irigasi yang sudah direncanakan dengan aturan-aturan yang diberlakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- (Big), B. I. (2020). Retrieved From Tanahair.Indonesia.Go.Id
- Stdandar Perencanaan Irigasi* . (2010).
- Excecutive Summary Pengembangan Teknologi Jaringan Irigasi Air Tanah*. (2016). Bandung: Balai Litbang Irigasi.
- Kecamatan Slahung Dalam Angka 2017*. (2017). Ponorogo: Bps Kabupaten Ponorogo.
- (2018). *Laporan Ketersediaan Air Bawah Tanah Di Kabupaten Semarang*. Ungaran: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Semarang.
- Asid, N. J. (2018). *Analisa Hidrolika Sistem Irigasi Perpipaan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Geologi. (2018). *Petak Hidrogeologi Lembar Ponorogo*.
- Badan Informasi Geospasial. (2020). Retrieved From Tanahair.Indonesia.Go.Id
- Badan Pusat Statistik Ponorogo. (2017). *Kecamatan Slahung Dalam Angka*. Ponorogo.
- Dinas Energi Sumber Daya Mineral Jawa Timur. (1992). *Peta Geologi Lembar Pacitan*.
- Dinas PU Pacitan. (2014 - 2016). *Data Klimatologi Pacitan*. Pacitan.
- Dinas PU SDA Jawa Timur. (2004-2018). *Data Curah Hujan Harian Ponorogo*. Surabaya.

Harga Satuan Bahan Bangunan Dan Upah Pekerja Provinsi Jawa Timur. 2019.

I Made Bayu Purnama, I. N. (2018). Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Desa Penyaringan Kecamatan Mendoyo Kabupaten Jembrana. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil · A Scientific Journal Of Civil Engineering- Vol. 22 No. 1.*

Kementerian Pu Sda. (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi Kp-01.* Jakarta.

Kodoatie, R. J. (2005). *Analisis Ekonomi Teknik.* Yogyakarta: Andi.

Mario Thadeus, M. S. (2018). Analisa Sebaran Tekanan Airtanah Pada Cekungan Airtanah Brantas Dan Upaya Konservasi Di Kota Blitar Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknik Pengarian*, 1-11.

Mario Thadeus, M. S. Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Di Kecamatan Negara Kabupaten Jembrana Provinsi Bali.

Nurcholis, L. (2008). Perhitungan Laju Aliran Fluida Pada Jaringan Pipa. *Traksi Vol. 7.*

Pane, A. H. (2015). *Modul Mekanika Fluida Dasar-Dasar Perhitungan Aliran Fluida.* Medan: Alp Consultant.

Pemerintah Indonesia. (2006). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006.* Jakarta: Sekretariat Negara.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 28 Tahun 2016.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006.

- Ponorogo, D. P. (2016). *Action Plan Kawasan Pertanian Kabupaten Ponorogo Tahun 2017-2021*. Ponorogo: Dinas Pertanian Kabupaten Ponorogo.
- Priyonugroho, A. (2014). Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*.
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). *Modul Jaringan Rigasi Air Tanah*. Bandung.
- Pusat Pendidikn Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). *Modul Bangunan Pendukung Air Tanah*. Bandung.
- Ridwan, D., & Rahmadani, D. (2015). Analisis Hidrolika Jaringan Irigasi Pipa Bertekanan (Studi Kasus Di Desa Cikurubuk Buah Dua Sumedang). *Jurnal Teknik Hidraulik, Vol.6*.
- Singal, R. Z. (2017). *Studi Pengembangan Peta Evapotranspirasi Potensial Dengan Sistem Informasi Geografis (Sig) Untuk Wilayah Jawa Timur*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Soerja Koesuma, S. S. (2016). Pemetaan Potensi Airtanah Dalam Menggunakan Metode Geolistrik Di Kabupaten Ponorogo Sebagai Antisipasi Bencana Kekeringan. *Prosiding Seminar Nasional Geografi Ums 2016*.
- Spasial, B. I. (2020). Retrieved From Tanahair.Indonesia.Go.Id
- Sudadi, P. (2014). *Peta Daerah Imbuhan Air Tanah Propinsi Jawa Timur*. Bandung: Direktorat Tata Lingkungan Geologi Dan Kawasan Pertambangan.

Triadmodjo, B. (1993). *Hidrolika 1*. Beta Offset.

Zulkarnaen, A. P. (2017). Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Di Desa Buin Baru Kecamatan Buer Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Saintek Unsa, Vol. 2m No. 1*, 15-25.

Lampiran 1: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2004

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2004

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng.Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
3	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	34
4	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5	38	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	30	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	0	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	4	53	0	24	0	0	0	0	0	0
13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
16	21	29	12	0	4	0	0	0	0	0	0	11
17	0	0	29	5	0	0	0	0	0	0	0	19
18	29	0	6	0	9	0	0	0	0	0	0	24
19	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
22	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
26	13	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
27	35	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	26
28	0	26	0	0	26	0	0	0	0	0	0	3
29	0	30	0	2	28	0	0	0	0	0	0	6
30	11		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0				0		0					0
BULANAN	260	311	95	77	92	24	0	0	0	0	0	374
PERIODE 1	93	65	34	7	0	0	0	0	0	0	0	127
PERIODE 2	50	56	61	58	38	24	0	0	0	0	0	141
PERIODE 3	117	190	0	12	54	0	0	0	0	0	0	106
MAX	48	105	29	53	28	24	0	0	0	0	0	82

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 2: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2005

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2005

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	14
2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	23
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
4	0	4	0	42	0	0	0	0	0	0	0	16
5	0	12	0	8	0	0	0	0	0	0	0	34
6	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
8	0	0	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	14	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9
10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
11	0	3	4	0	0	0	8	0	0	0	0	0
12	0	0	0	14	0	0	56	0	0	0	0	22
13	0	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	4	21	25	0	0	0	0	0	0	0	7
15	0	2	18	53	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	1	0	0	40	0	0	0	0	0	4
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
18	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	14
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	9
20	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	24	0	0	0	61	0	0	0	0	0	44
22	20	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	13
23	0	11	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
24	0	3	0	0	0	39	0	0	0	9	0	0
25	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	15	0
26	14	0	39	0	0	0	0	0	0	6	0	6
27	2	0	98	0	0	8	0	0	0	0	0	11
28	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	29
29	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
30	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	36	118	265	189	0	153	80	0	0	44	15	380
PERIODE 1	0	32	21	87	0	0	16	0	0	0	0	132
PERIODE 2	0	48	50	102	0	40	64	0	0	29	0	81
PERIODE 3	36	38	194	0	0	113	0	0	0	15	15	167
MAX	20	27	98	53	0	61	56	0	0	29	15	61

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 3: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2006

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2006

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	8	26	46	21	0	0	0	0	0	0	0	0
2	6	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	13	0	25	0	0	10	0	0	0	0	0	0
4	13	6	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
5	5	6	0	10	17	0	0	0	0	0	0	69
6	0	18	4	8	10	0	0	0	0	0	14	0
7	3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	47
8	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	13
9	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
10	75	21	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	12	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
13	28	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	27
14	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	12
15	13	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	7	0
18	0	0	55	8	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	10	0	50	0	0	0	0	0	0	0	92
20	0	20	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	32
22	0	12	0	4	0	0	0	0	0	0	0	20
23	37	0	56	0	0	0	0	0	0	0	13	0
24	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	31	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	6
26	9	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0
27	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
28	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	2	18
30	0	0	0	10	3	0	0	0	0	0	7	9
31	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	297	166	288	209	92	10	0	0	0	0	45	420
PERIODE 1	48	93	111	82	57	10	0	0	0	0	16	155
PERIODE 2	125	42	117	110	0	0	0	0	0	0	7	131
PERIODE 3	124	31	60	17	35	0	0	0	0	0	22	134
MAX	75	26	56	50	23	10	0	0	0	0	14	92

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 4: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2007

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2007

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng.Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
4	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	8	22
5	0	5	9	0	0	0	0	0	0	0	10	65
6	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	0	50	24	32	0	0	0	0	0	0	39	3
8	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	3
9	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	7	0
11	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	3	0
13	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
14	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	15	5
15	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	4	5
16	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	5	3
17	0	0	11	10	0	0	0	0	0	0	0	62
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	24	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0
21	18	0	35	3	0	0	0	0	0	0	0	11
22	5	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
23	0	39	38	31	0	0	0	0	0	0	0	12
24	33	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	28	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	5	13	0	0	0	0	0	0	0	0	110
27	0	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	17
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9
30	0	0	79	0	0	0	0	0	0	90	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
BULANAN	93	200	263	255	6	0	0	0	0	90	96	411
PERIODE 1	0	76	33	98	0	0	0	0	0	0	69	119
PERIODE 2	24	14	50	93	6	0	0	0	0	0	27	110
PERIODE 3	69	110	180	64	0	0	0	0	0	90	0	182
MAX	33	50	79	49	6	0	0	0	0	90	39	110

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 5: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2008

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2008

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng. Ponor.
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	8	16	33	0	6	0	0	0	0	0	76	0
3	3	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	25	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0
5	15	31	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	4	6	0	17	0	0	0	0	0	9	0
7	0	10	0	0	3	0	0	0	0	0	14	0
8	10	2	18	0	0	0	0	0	0	0	3	0
9	0	20	20	16	0	0	0	0	0	21	21	0
10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	32	4	0
11	0	12	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
15	0	20	8	0	0	0	0	0	0	0	6	0
16	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	0
17	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	4	0
18	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
19	7	9	41	0	0	0	0	0	0	0	5	0
20	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2	5	48	0	0	0	0	0	0	0	21	0
22	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	20	0
25	0	4	4	0	0	0	0	0	0	30	5	0
26	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
27	0	66	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0
28	0	13	0	0	0	0	0	0	0	7	6	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	26
30	0		15	0	0	0	0	0	0	0	0	6
31	16		0		0		0		3		0	
BULANAN	90	369	349	70	26	0	0	0	0	151	236	88
PERIODE 1	53	143	77	55	26	0	0	0	0	53	155	0
PERIODE 2	19	68	89	15	0	0	0	0	0	0	27	56
PERIODE 3	18	158	183	0	0	0	0	0	0	98	54	32
MAX	16	66	75	37	17	0	0	0	0	47	76	56

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 6: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2009

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2009

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	10	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	6	32	8	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	4
9	9	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	12	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
14	28	0	42	4	0	0	0	0	0	0	0	0
15	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
17	4	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10
19	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	20	0
20	26	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0
21	0	0	0	8	14	0	0	0	0	0	0	0
22	0	61	9	0	9	0	0	0	0	0	75	0
23	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	4	12	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0
25	0	11	0	3	0	0	0	0	0	0	0	7
26	80	45	13	0	0	0	0	0	0	0	0	49
27	12	6	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0
28	44	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
30	16	0	5	0	6	0	0	0	0	0	7	8
31	19	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	19
BULANAN	310	397	114	43	56	20	0	0	0	15	151	117
PERIODE 1	22	121	38	21	18	20	0	0	0	0	0	24
PERIODE 2	84	120	42	11	3	0	0	0	0	0	55	10
PERIODE 3	204	156	34	11	35	0	0	0	0	15	96	83
MAX	80	61	42	9	18	20	0	0	0	15	75	49

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 7: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2010

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2010

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	4	0	0	36	0	0	0	0	0	18	7
2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	29
3	28	0	0	20	16	10	0	0	0	0	0	2
4	0	16	0	3	2	0	32	0	0	0	8	30
5	0	5	29	0	0	0	2	0	0	0	0	19
6	0	9	7	17	9	0	0	0	18	3	40	4
7	6	6	0	8	0	0	0	0	0	0	4	9
8	11	0	32	0	0	1	2	0	34	3	22	6
9	13	41	24	5	2	5	3	0	17	0	7	2
10	10	6	70	0	12	3	0	0	0	0	37	4
11	7	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	6
12	5	0	0	9	2	0	0	0	4	0	0	7
13	11	0	0	9	19	0	0	0	9	0	0	78
14	0	0	0	3	7	0	15	0	39	0	0	0
15	0	11	8	5	9	40	0	0	0	60	0	9
16	4	0	0	6	4	0	0	0	5	0	0	0
17	18	0	66	2	21	1	0	0	16	25	0	16
18	9	13	21	2	0	1	2	0	0	11	0	28
19	8	3	0	56	3	0	0	0	6	0	0	0
20	34	0	0	3	0	0	0	0	0	36	0	1
21	4	0	20	0	11	0	0	0	0	0	0	15
22	12	12	17	0	0	0	0	0	0	22	0	1
23	0	0	0	24	6	0	0	0	5	6	0	0
24	0	2	19	8	5	0	0	0	31	7	0	0
25	23	0	0	16	0	0	0	0	2	2	4	0
26	61	33	15	6	0	0	0	0	11	0	0	2
27	23	0	9	0	32	0	0	0	5	0	0	0
28	3	0	9	29	1	6	24	0	0	16	3	0
29	6	0	3	4	28	0	5	0	0	6	3	17
30	0	0	17	0	0	0	0	0	0	3	3	0
31	0	0	12	0	3	0	0	0	0	2	0	1
BULANAN	296	164	378	235	230	67	85	0	204	202	156	293
PERIODE 1	68	90	162	53	77	19	39	0	69	6	143	112
PERIODE 2	96	27	95	95	67	42	17	0	81	132	0	145
PERIODE 3	132	47	121	87	86	6	29	0	54	64	13	36
MAX	61	41	70	56	36	40	32	0	39	60	40	78

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 8: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2011

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2011

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	32
2	36	20	9	2	34	0	0	0	0	0	65	1
3	68	43	0	0	0	18	0	0	0	0	9	16
4	10	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
5	0	15	0	0	21	0	0	0	0	0	16	0
6	0	3	55	0	5	0	0	0	0	0	0	0
7	0	19	3	2	4	0	0	0	0	0	19	0
8	0	6	1	12	7	0	0	0	0	0	0	0
9	79	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2	1	14	1	0	0	0	0	0	0	1	0
11	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	4	0
12	0	2	31	50	0	0	0	0	0	0	2	1
13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
14	0	0	3	0	8	0	0	0	0	0	3	29
15	3	23	0	11	2	0	0	0	0	0	0	0
16	6	0	0	32	19	0	0	0	0	0	0	3
17	1	19	0	10	3	0	0	0	0	0	12	50
18	36	9	5	3	7	0	0	0	0	0	2	2
19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
20	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10
22	1	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	41	8	8	0	0	0	0	0	0	0	6	0
24	18	1	11	6	0	0	0	0	0	0	11	31
25	15	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	24	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	30
27	17	9	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0
28	43	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	6
29	70	3	3	0	0	0	0	0	0	0	5	18
30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
31	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	491	270	186	145	118	18	0	0	0	0	163	234
PERIODE 1	195	110	103	17	79	18	0	0	0	0	110	49
PERIODE 2	50	64	40	115	39	0	0	0	0	0	28	87
PERIODE 3	246	96	43	13	0	0	0	0	0	0	25	98
MAX	79	43	55	50	34	18	0	0	0	0	65	50

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 9: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2012

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2012

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	6	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0
2	73	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	4	3	9	0	0	0	0	0	0	0	13
4	56	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1
5	4	3	2	21	0	0	0	0	0	0	0	40
6	5	0	28	2	17	0	0	0	0	0	0	8
7	3	0	33	5	1	0	0	0	0	0	0	59
8	38	0	7	7	3	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	41
10	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8	5	6	0	1	0	0	0	0	0	0	2
14	34	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	25
15	15	0	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0
16	10	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	53
17	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
18	2	0	1	20	0	0	0	0	0	0	0	5
19	0	0	0	0	39	0	0	0	0	3	9	38
20	2	7	16	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21	0	17	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
23	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	10	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
26	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7
28	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	3
29	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	114
30	14		0	2	0	0	0	0	0	0	8	59
31	3		0		0		0		2			20
BULANAN	282	78	155	89	66	2	0	0	0	5	98	543
PERIODE 1	188	15	83	53	24	2	0	0	0	0	0	166
PERIODE 2	75	29	38	34	42	0	0	0	0	3	14	138
PERIODE 3	19	34	34	2	0	0	0	0	0	2	84	239
MAX	73	17	33	21	39	2	0	0	0	3	33	114

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 10: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2013

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2013

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	21	37	21	8	0	3	0	0	0	0	0	0
3	12	3	81	0	0	0	20	0	0	0	0	0
4	0	22	48	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	27	12	44	0	0	9	6	0	0	0	0	0
6	55	0	4	2	0	6	0	0	0	0	0	5
7	45	2	0	91	5	0	0	0	0	0	0	0
8	2	2	0	61	5	0	0	0	0	0	13	4
9	13	12	22	0	0	21	0	0	0	0	0	0
10	15	1	0	65	0	4	0	0	0	0	0	4
11	2	0	0	0	0	8	6	0	0	0	0	3
12	2	7	0	6	0	3	4	0	0	0	4	24
13	18	23	13	0	0	0	1	0	0	0	54	4
14	60	0	2	18	0	39	2	0	0	0	23	46
15	1	24	0	0	0	1	2	0	0	0	25	17
16	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20
17	22	5	0	0	17	0	0	0	0	0	6	4
18	0	56	29	18	9	0	0	0	0	0	25	30
19	2	0	3	13	9	27	0	0	0	0	0	2
20	10	72	10	0	0	19	0	0	0	0	2	5
21	0	0	0	0	6	50	0	0	0	0	0	20
22	11	41	0	0	1	19	0	0	0	0	0	41
23	18	12	0	3	0	0	0	0	0	0	0	25
24	24	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
25	53	21	2	14	0	0	8	0	0	0	0	8
26	34	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	35
27	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0
28	7	1	0	0	6	0	0	0	0	18	2	0
29	22	0	15	0	3	0	0	0	0	5	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0
31	0	0	51	0	36	0	0	0	0	2	0	25
BULANAN	518	367	345	305	97	210	49	0	0	80	225	328
PERIODE 1	209	91	220	227	10	44	26	0	0	0	13	13
PERIODE 2	127	190	57	55	35	97	15	0	0	0	145	155
PERIODE 3	182	86	68	23	52	69	8	0	0	80	67	160
MAX	60	72	81	91	36	50	20	0	0	31	65	46

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 11: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2014

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2014

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng. Ponor.
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	43	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2	11	0	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0
3	0	2	7	0	16	0	3	0	0	0	0	16
4	7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
5	2	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	1
6	16	0	14	2	0	0	0	0	0	0	0	5
7	25	0	24	2	0	0	7	0	0	0	0	3
8	6	2	0	0	27	0	0	0	0	0	0	11
9	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
12	0	22	16	0	0	0	0	0	0	0	3	35
13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	9	1	58	0	3	0	3	0	0	0	0	15
15	2	8	0	7	25	0	4	0	0	0	0	0
16	37	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18	58
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	43
18	0	1	0	0	0	31	0	0	0	0	1	0
19	9	70	4	0	0	46	0	0	0	0	0	8
20	9	1	0	6	0	5	0	0	0	0	0	49
21	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	40	23
22	41	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	18
23	25	18	0	4	0	0	0	0	0	0	0	42
24	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
25	8	6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	7
26	35	7	0	2	0	4	0	0	0	0	2	0
27	0	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0
28	0	12	12	7	0	0	0	0	0	0	5	13
29	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	13
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	25		10		0		0		0		0	0
BULANAN	346	173	168	44	91	87	23	0	0	0	104	378
PERIODE 1	110	21	62	4	63	0	11	0	0	0	8	49
PERIODE 2	76	105	78	13	28	82	7	0	0	0	47	208
PERIODE 3	160	47	28	27	0	5	5	0	0	0	49	121
MAX	43	70	58	11	27	46	7	0	0	0	40	58

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 12: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2015

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2015

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	108	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	0	14	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3	20	22	0	0	0	0	0	0	6
4	0	0	39	2	6	0	0	0	0	0	0	8
5	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
6	0	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	14
7	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	5	1	40	0	0	0	0	0	0	75	0
9	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	1	15
10	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0
11	0	4	9	0	0	0	0	0	0	0	10	0
12	10	75	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	32	10	17	5	3	0	0	0	0	0	0	0
14	36	7	0	8	1	0	0	0	0	0	0	17
15	3	22	22	0	0	0	0	0	0	0	0	14
16	4	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	22
17	7	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	28
18	71	10	3	0	0	0	0	0	0	0	32	13
19	24	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	33
22	66	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1
23	5	0	21	14	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	3	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	16	35	37	0	0	0	0	0	0	40	36
26	6	0	7	7	0	0	0	0	0	0	38	0
27	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	16	0
28	19	2	0	25	0	0	0	0	0	0	6	0
29	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	301	365	355	200	35	3	0	0	0	0	222	218
PERIODE 1	8	136	84	77	31	3	0	0	0	0	78	48
PERIODE 2	197	208	159	28	4	0	0	0	0	0	42	94
PERIODE 3	96	21	112	95	0	0	0	0	0	0	102	76
MAX	71	108	59	40	22	3	0	0	0	0	75	36

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 13: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2016

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2016

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	8	21	1	0	0	0	0	0	0	0	13
2	0	82	0	1	2	5	0	0	0	16	0	24
3	45	45	2	1	0	0	0	0	0	50	1	13
4	14	2	6	1	3	0	0	0	0	0	0	7
5	0	19	0	0	0	0	0	34	14	0	0	0
6	12	36	62	0	0	0	0	0	4	0	0	30
7	0	5	0	14	65	24	0	7	0	3	0	3
8	2	8	0	0	29	0	0	0	0	0	3	0
9	72	2	30	87	0	0	0	15	0	12	9	28
10	0	4	0	0	0	9	0	0	4	20	69	2
11	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0
12	96	5	9	44	25	0	0	0	0	0	10	0
13	0	0	1	4	0	0	0	9	0	0	1	0
14	0	0	0	5	0	43	0	10	0	0	4	16
15	0	0	0	8	2	1	0	2	0	0	4	1
16	0	0	0	0	0	13	0	0	3	0	6	15
17	2	5	0	3	0	0	4	0	5	0	33	0
18	0	0	17	55	0	5	0	0	13	0	17	12
19	7	0	0	0	0	14	0	0	0	0	26	0
20	2	0	0	5	0	2	0	0	24	0	2	0
21	3	0	0	3	0	0	0	0	0	35	66	0
22	8	8	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
23	1	40	0	0	0	0	12	0	41	1	20	0
24	0	22	0	0	0	0	0	0	24	13	0	0
25	0	2	0	0	0	0	0	0	7	2	30	0
26	25	0	41	3	13	0	0	0	0	2	45	0
27	0	5	0	0	0	0	23	0	0	3	0	5
28	10	16	16	0	18	0	0	0	49	5	3	0
29	16	37	63	0	0	0	0	0	0	1	33	0
30	6	18	18	2	4	0	0	0	0	0	50	13
31	14	12	28	28	0	0	0	0	0	0	14	14
BULANAN	345	357	298	237	189	116	39	77	188	170	467	196
PERIODE 1	145	211	121	105	99	38	0	56	22	101	82	120
PERIODE 2	117	16	27	124	27	78	4	21	45	0	138	44
PERIODE 3	83	130	150	8	63	0	35	0	121	69	247	32
MAX	96	82	63	87	65	43	23	34	49	50	69	30

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 14: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2017

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2017

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	6	2	22	1	0	0	0	0	0	0	0	5
2	0	29	14	2	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	15	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0
4	7	0	0	5	15	0	0	0	0	0	0	0
5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0
6	12	0	0	21	0	0	0	0	0	0	19	0
7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	3
8	7	27	29	0	0	7	0	0	0	0	0	15
9	19	18	0	3	6	1	0	0	0	1	6	0
10	2	30	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2
11	30	15	0	10	0	0	0	0	0	0	2	0
12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
13	11	57	4	5	0	0	0	0	0	0	11	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
15	7	57	10	0	0	1	0	0	0	0	12	1
16	20	0	0	0	0	10	0	0	0	0	38	45
17	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	9	0
18	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	3
19	41	7	6	6	0	0	5	0	0	0	0	7
20	7	17	0	12	0	0	0	0	0	0	10	6
21	7	14	0	7	0	0	23	0	0	0	13	26
22	17	13	0	4	0	0	0	0	0	0	18	0
23	4	5	0	50	0	0	0	0	0	0	7	0
24	0	0	7	10	0	0	0	0	0	0	8	0
25	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0	11	0
26	21	0	3	25	0	0	0	0	3	0	23	0
27	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	15	37
28	0	14	0	0	0	0	8	0	48	2	25	5
29	1		0	10	0	0	0	0	39	0	115	0
30	9		0	1	0	0	0	0	0	0	3	0
31	21		0		7		0	0		0		0
BULANAN	310	324	110	192	28	19	36	0	91	3	391	183
PERIODE 1	56	124	72	44	21	8	0	0	0	1	37	26
PERIODE 2	169	153	28	33	0	11	5	0	0	0	116	89
PERIODE 3	85	47	10	115	7	0	31	0	91	2	238	68
MAX	41	57	29	50	15	10	23	0	48	2	115	45

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 15: Data Curah Hujan Harian Ngilo-ilo tahun 2018

DATA CURAH HUJAN HARIAN TAHUN 2018

Nama Stasiun	Ngilo-ilo	Wilayah Sungai	Madiun	Kode Database	
Kode Stasiun	45 C	Desa	Ngilo-ilo	Tahun Pendirian	
Lintang Selatan	-7.97656	Kecamatan	Slahung	Tipe Alat	Biasa (MRG)
Bujur Timur	111.40925	Kabupaten	Ponorogo	Pengelola	DPU Peng Ponor
Elevasi	228 mdpl				

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	26	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	15	52	17	0	0	0	0	0	5	0	12
3	15	6	0	5	0	1	0	0	0	4	0	0
4	0	4	34	3	0	0	0	0	8	7	7	10
5	47	1	0	0	0	0	0	0	5	4	10	7
6	43	0	7	0	0	0	0	0	0	5	0	4
7	4	4	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
8	110	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2	9	0	12	0	0	0	0	0	7	0	0
10	0	9	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	12	38	0	0	0	0	2	0	4	0	10
12	24	12	140	0	0	0	0	0	0	0	14	7
13	10	88	0	14	0	0	0	5	0	8	18	5
14	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	9
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3
16	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	21	12
17	3	0	0	0	0	0	0	0	12	0	9	0
18	24	1	0	5	0	0	0	0	0	0	13	0
19	53	3	0	0	0	0	0	10	0	14	0	4
20	10	33	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
21	2	8	0	0	0	5	0	2	0	0	0	17
22	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	10	14
23	27	3	25	4	0	0	0	5	0	0	7	0
24	1	7	0	18	0	0	0	0	0	19	14	0
25	34	46	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0
26	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
28	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4
29	6	0	0	19	0	0	0	10	0	0	5	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	462	356	300	125	0	6	0	34	25	111	262	127
PERIODE 1	221	84	97	65	0	1	0	0	13	42	17	33
PERIODE 2	154	163	178	19	0	0	0	17	12	26	189	50
PERIODE 3	87	109	25	41	0	5	0	17	0	43	56	44
MAX	110	88	140	19	0	5	0	10	12	24	87	17

Sumber: Dinas PU SDA Jawa Timur, 2014-2018

Lampiran 17: Tabel Koefisien Evaporasi

Adjustment Faktor (c) bulanan

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
c	1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10

Sumber: Singal, 2017

Tekanan Uap Jenuh Terhadap Suhu Udara Rata-rata (mbar)

Temperature (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ea (mbar)	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.7	9.8	10	10.7	11.5	12.3	13.1	14	15	16.1	17	18.2	19.4	20.6	22
Temperature (°C)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
ea (mbar)	23.4	24.9	26.4	28.1	29.8	31.7	33.6	35.7	37.8	40.1	42.4	44.9	47.6	50.3	53.2	56.2	59.4	62.8	66.3	69.9

Sumber: Singal, 2017

Nilai Faktor Penimbang (W) untuk efek Radiasi

Temperature (°C)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Ketinggian (m)																				
0	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.78	0.80	0.82	0.83	0.84	0.85
500	0.44	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.62	0.67	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86
1000	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.69	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87
2000	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.72	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88

Sumber: Singal, 2017

Pengaruh Temperatur Udara f(T) pada Radiasi Gelombang Panjang (Rnl)

Temperature (°C)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
f(T)	11	11.4	11.7	12	12.4	12.7	13.1	13.5	13.8	14.2	14.6	15	15.4	15.9	16.3	16.7	17.2	17.7	18.1

Sumber: Singal, 2017

Extra Terrestrial Radiation (Ra)

LS	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
20	17.3	16.5	15	13	11	10	10.4	12	13.9	15.8	17	17.4
18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12	16.6	16.3	15.4	14	12.5	11.6	12	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16	16
6	15.8	16	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14	15	15.7	15.8	15.7
4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.1	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
0	15	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	13.9	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

Sumber: Singal, 2017

Lampiran 18: Curah hujan rata-rata 10 harian (mm/hari)

Tahun	BULAN																																				
	JAN			FEB			MAR			APR			MEI			JUN			JUL			AGS			SEP			OKT			NOV			DES			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
2003	31.2	0.0	23.2	13.4	29.4	18.8	23.3	21.8	6.7	34.0	0.0	32.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	26.0	21.6	14.3	6.0		
2004	31.0	25.0	23.4	21.7	14.0	38.0	6.8	12.2	0.0	7.0	29.0	6.0	0.0	12.7	27.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8	35.3	15.1		
2005	0.0	0.0	12.0	8.0	9.6	12.7	10.5	10.0	27.7	17.4	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	11.3	1.6	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	7.5	0.0	0.0	15.0	18.9	13.5	23.9			
2006	6.9	41.7	20.7	15.5	14.0	7.8	27.8	39.0	30.0	20.5	13.8	5.7	11.4	0.0	11.7	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	7.0	7.3	38.8	43.7	22.3		
2007	0.0	24.0	17.3	19.0	7.0	22.0	16.5	12.5	22.5	16.3	23.3	21.3	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	13.8	6.8	0.0	19.8	22.0	26.0		
2008	8.8	6.3	9.0	17.9	11.3	26.3	19.3	12.7	30.5	18.3	15.0	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	0.0	19.6	22.1	5.4	10.8	0.0	56.0	2.0		
2009	7.3	14.0	29.1	20.2	30.0	22.3	12.7	42.0	6.8	7.0	3.7	5.5	18.0	3.0	8.8	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	11.0	32.0	12.0	10.0	20.8			
2010	13.6	12.0	18.9	11.3	9.0	15.7	32.4	31.7	13.4	10.6	10.6	14.5	12.8	8.4	12.3	4.8	4.2	0.6	3.9	1.7	2.6	0.0	0.0	0.0	23.0	11.6	10.8	3.0	33.0	8.0	17.9	0.0	3.3	11.2	20.7	7.2	
2011	39.0	10.0	24.6	13.8	12.8	13.7	14.7	10.0	5.4	4.3	16.4	6.5	13.2	7.8	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	4.7	6.3	16.3	14.5	16.3		
2012	20.9	9.4	6.3	3.8	5.8	8.5	10.4	6.3	8.5	7.6	8.5	2.0	6.0	14.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	2.0	0.0	7.0	21.0	55.3	46.0	34.1		
2013	23.2	14.1	22.8	11.4	27.1	14.3	36.7	11.4	22.7	45.4	13.8	7.7	5.0	11.7	10.4	7.3	9.7	6.9	2.6	1.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	13.0	18.1	33.5	4.3	15.5	22.9		
2014	15.7	12.7	22.9	4.2	15.0	7.8	10.3	26.0	9.3	2.0	6.5	5.4	12.6	14.0	0.0	0.0	8.2	0.5	1.1	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	9.4	12.3	7.0	34.7	17.3		
2015	8.0	21.9	24.0	27.2	29.7	7.0	10.5	22.7	22.4	19.3	7.0	13.6	7.8	2.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	21.0	20.4	9.6	18.8	19.0		
2016	29.0	23.4	10.4	21.1	5.3	18.6	24.2	9.0	30.0	17.5	17.7	2.7	24.8	13.5	15.8	12.7	7.8	0.0	0.0	0.4	3.2	18.7	7.0	0.0	7.3	11.3	30.3	20.2	0.0	7.7	20.5	13.8	35.3	15.0	11.0	10.7	
2017	8.0	16.9	10.6	17.7	30.6	9.4	14.4	7.0	5.0	6.3	8.3	12.8	10.5	0.0	7.0	4.0	1.1	0.0	0.0	0.5	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	1.0	0.0	2.0	7.4	16.6	23.8	5.2	12.7	22.7	
2018	36.8	19.3	12.4	9.3	23.3	18.2	24.3	89.0	25.0	10.8	9.5	13.7	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	5.7	6.5	12.0	0.0	6.0	8.7	21.5	8.5	23.6	9.3	8.3	7.1	11.0

Sumber: Hasil pengolahan

Lampiran 19: Kebutuhan Air Lahan Awal Tanam Periode 2 November

Musim Tanam	Bulan	Periode	Re	Eto	P	WLR	Padi						
							Kc				Etc	NFR (mm/hari)	DR (l/dt/ha)
							c1	c2	c3	c			
Padi	Jan	1	5.13	5.40	2	1.67	1.05	1.05	1.1	1.07	5.76	4.29	0.55
		2	7.00	5.40	2	1.67	1.05	1.05	1.05	1.05	5.67	2.33	0.30
		3	7.44	5.40	2	1.67	0.95	1.05	1.05	1.02	5.49	1.72	0.22
	Feb	1	6.53	5.57	2	1.67	0.95	0.95	1.05	0.98	5.48	2.61	0.34
		2	6.30	5.57	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	3.53	0.06	0.01
		3	5.95	5.57	2	0.00		0	0.95	0.48	2.65	-1.30	-0.17
	Mar	1	7.35	5.18	2	0.00			0	0.00	0.00	-5.35	-0.69
		2	7.00	5.18	2	0	LP			LP	12.77	7.77	1.00
		3	4.76	5.18	2	0	1.1	LP		LP	12.77	10.01	1.29
Padi	Apr	1	4.90	4.07	2	0.83	1.1	1.1	LP	LP	12.77	10.70	1.38
		2	5.78	4.07	2	1.67	1.1	1.1	1.1	1.10	4.48	2.37	0.31
		3	1.87	4.07	2	1.67	1.05	1.1	1.1	1.08	4.41	6.21	0.80
	May	1	0.00	3.88	2	1.67	1.05	1.05	1.1	1.07	4.13	7.80	1.00
		2	0.00	3.88	2	1.67	1.05	1.05	1.05	1.05	4.07	7.74	0.99
		3	0.00	3.88	2	1.67	0.95	1.05	1.05	1.02	3.94	7.61	0.98
	Jun	1	0.00	3.61	2	1.67	0.95	0.95	1.05	0.98	3.55	7.22	0.93
		2	0.00	3.61	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	2.29	5.12	0.66
		3	0.00	3.61	2	0.00		0	0.95	0.48	1.72	3.72	0.48
Jul	1	0.00	3.66	2	0.00			0	0.00	0.00	2.00	0.26	
	2	0.00	3.66	2	0	0.50	0.00	0.00	0.50	1.83	3.83	0.49	
	3	0.00	3.66	2	0	0.59	0.50	0.00	0.55	2.00	4.00	0.51	
Palawija	Aug	1	0.00	4.69	2	0.83	0.59	0.59	0.50	0.56	2.63	4.63	0.59
		2	0.00	4.69	2	1.67	0.96	0.59	0.59	0.71	3.34	5.34	0.69
		3	0.00	4.69	2	1.67	1.05	0.96	0.59	0.87	4.06	6.06	0.78
	Sep	1	0.00	5.88	2	1.67	1.05	1.05	0.96	1.02	6.00	8.00	1.03
		2	0.00	5.88	2	1.67	1.02	1.05	1.05	1.04	6.12	8.12	1.04
		3	0.00	5.88	2	1.67	0.95	1.02	1.05	1.01	5.92	7.92	1.02
	Oct	1	0.00	6.17	2	1.67	0.95	0.95	1.02	0.97	6.01	8.01	1.03
		2	0.00	6.17	2	0.83	0.00	0.95	0.95	0.95	5.86	7.86	1.01
		3	0.00	6.17	2	0.00	0.00	0.00	0.95	0.95	5.86	7.86	1.01
Nov	1	0.00	5.53	2	0.00							0.00	
	2	3.27	5.53	2	0	LP			LP	13.02	11.75	1.51	
	3	4.38	5.53	2	0	1.1	LP		LP	13.02	10.64	1.37	
Padi	Dec	1	4.90	5.21	2	0.83	1.1	1.1	LP	LP	13.02	10.95	1.41
		2	8.90	5.21	2	1.67	1.1	1.1	1.1	1.10	5.73	0.50	0.06
		3	7.70	5.21	2	1.67	1.05	1.1	1.1	1.08	5.65	1.61	0.21
												Max	1.51

Sumber: Hasil Pengolahan

Lampiran 20: Kebutuhan Air Lahan Awal Tanam Periode 3 November

Musim Tanam	Bulan	Dekade	Re	Eto	P	WLR	Padi						
							Kc				Etc	NFR (mm/hari)	DR (l/dt/ha)
							c1	c2	c3	c			
Padi	Jan	1	5.13	5.40	2	1.67	1.05	1.1	1.1	1.08	5.85	4.38	0.56
		2	7.00	5.40	2	1.67	1.05	1.05	1.1	1.07	5.76	2.42	0.31
		3	7.44	5.40	2	1.67	1.05	1.05	1.05	1.05	5.67	1.90	0.24
	Feb	1	6.53	5.57	2	1.67	0.95	1.05	1.05	1.02	5.66	2.80	0.36
		2	6.30	5.57	2	1.67	0.95	0.95	1.05	0.98	5.48	2.84	0.37
		3	5.95	5.57	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	3.53	0.41	0.05
	Mar	1	7.35	5.18	2	0.00		0	0.95	0.48	2.46	-2.89	-0.37
		2	7.00	5.18	2	0.00			0	0.00	0.00	-5.00	-0.64
		3	4.76	5.18	2	0.00	LP			LP	12.77	10.01	1.29
Padi	Apr	1	4.90	4.07	2	0.00	1.1	LP		LP	12.77	9.87	1.27
		2	5.78	4.07	2	0.83	1.1	1.1	LP	LP	12.77	9.83	1.26
		3	1.87	4.07	2	1.67	1.1	1.1	1.1	1.10	4.48	6.28	0.81
	May	1	0.00	3.88	2	1.67	1.05	1.1	1.1	1.08	4.20	7.87	1.01
		2	0.00	3.88	2	1.67	1.05	1.05	1.1	1.07	4.13	7.80	1.00
		3	0.00	3.88	2	1.67	1.05	1.05	1.05	1.05	4.07	7.74	0.99
	Jun	1	0.00	3.61	2	1.67	0.95	1.05	1.05	1.02	3.67	7.34	0.94
		2	0.00	3.61	2	1.67	0.95	0.95	1.05	0.98	3.55	7.22	0.93
		3	0.00	3.61	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	2.29	5.12	0.66
Jul	1	0.00	3.66	2	0.00		0	0.95	0.48	1.74	3.74	0.48	
	2	0.00	3.66	2	0.00			0	0.00	0.00	2.00	0.26	
	3	0.00	3.66	2	1.67	0.50	0.00	0.00	0.50	1.83	3.83	0.49	
Polowijo	Aug	1	0.00	4.69	2	1.67	0.59	0.50	0.00	0.55	2.56	4.56	0.59
		2	0.00	4.69	2	1.67	0.59	0.59	0.50	0.56	2.63	4.63	0.59
		3	0.00	4.69	2	1.67	0.96	0.59	0.59	0.71	3.34	5.34	0.69
	Sep	1	0.00	5.88	2	0.83	1.05	0.96	0.59	0.87	5.10	7.10	0.91
		2	0.00	5.88	2	0	1.05	1.05	0.96	1.02	6.00	8.00	1.03
		3	0.00	5.88	2	0	1.02	1.05	1.05	1.04	6.12	8.12	1.04
	Oct	1	0.00	6.17	2	0	0.95	1.02	1.05	1.01	6.21	8.21	1.06
		2	0.00	6.17	2	0	0.95	0.95	1.02	0.97	6.01	8.01	1.03
		3	0.00	6.17	2	0.83	0.00	0.95	0.95	0.95	5.86	7.86	1.01
Nov	1	0.00	5.53	2	1.67	0.00	0.00	0.95	0.95	5.25	7.25	0.93	
	2	3.27	5.53	2	1.67							0.00	
	3	4.38	5.53	2	0.00	LP			LP	13.02	10.64	1.37	
Padi	Dec	1	4.90	5.21	2	0.00	1.1	LP		LP	13.02	10.12	1.30
		2	8.90	5.21	2	0.83	1.1	1.1	LP	LP	13.02	6.95	0.89
		3	7.70	5.21	2	1.67	1.1	1.1	1.1	1.10	5.73	1.70	0.22
												Max	1.37

Sumber: Hasil Pengolahan

Lampiran 21: Kebutuhan Air Lahan Awal Tanam Periode 1 Desember

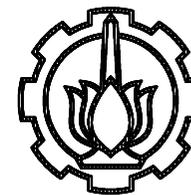
Musim Tanam	Bulan	Dekade	Re	Eto	P	WLR	Padi							
							Kc				Etc	NFR (mm/hari)	DR (l/dt/ha)	
							c1	c2	c3	c				
Padi	Jan	1	5.13	5.40	2	1.67	1.1	1.1	1.1	1.10	5.938	4.47	0.58	
		2	7.00	5.40	2	1.67	1.05	1.1	1.1	1.08	5.848	2.51	0.32	
		3	7.44	5.40	2	1.67	1.05	1.05	1.1	1.07	5.758	1.99	0.26	
	Feb	1	6.53	5.57	2	1.67	1.05	1.05	1.05	1.05	5.849	2.98	0.38	
		2	6.30	5.57	2	1.67	0.95	1.05	1.05	1.02	5.663	3.03	0.39	
		3	5.95	5.57	2	1.67	0.95	0.95	1.05	0.98	5.477	3.19	0.41	
	Mar	1	7.35	5.18	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	3.282	-1.23	-0.16	
		2	7.00	5.18	2	0.00		0	0.95	0.48	2.462	-2.54	-0.33	
		3	4.76	5.18	2	0.00			0	0.00	0.000	-2.76	-0.35	
Padi	Apr	1	4.90	4.07	2	0	LP			LP	11.989	9.09	1.17	
		2	5.78	4.07	2	0	1.1	LP		LP	11.989	8.21	1.06	
		3	1.87	4.07	2	0.83	1.1	1.1	LP	LP	11.989	12.96	1.67	
	May	1	0.00	3.88	2	1.67	1.1	1.1	1.1	1.10	4.263	7.93	1.02	
		2	0.00	3.88	2	1.67	1.05	1.1	1.1	1.08	4.199	7.87	1.01	
		3	0.00	3.88	2	1.67	1.05	1.05	1.1	1.07	4.134	7.80	1.00	
	Jun	1	0.00	3.61	2	1.67	1.05	1.05	1.05	1.05	3.792	7.46	0.96	
		2	0.00	3.61	2	1.67	0.95	1.05	1.05	1.02	3.672	7.34	0.94	
		3	0.00	3.61	2	1.67	0.95	0.95	1.05	0.98	3.551	7.22	0.93	
	Jul	1	0.00	3.66	2	0.83	0	0.95	0.95	0.63	2.320	5.15	0.66	
		2	0.00	3.66	2	0.00		0	0.95	0.48	1.740	3.74	0.48	
		3	0.00	3.66	2	0.00			0	0.00	0.000	2.00	0.26	
	Palawija	Aug	1	0.00	4.69	2	0	0.50	0.00	0.00	0.50	2.34	4.34	0.56
			2	0.00	4.69	2	0	0.59	0.50	0.00	0.55	2.56	4.56	0.59
			3	0.00	4.69	2	0.83	0.59	0.59	0.50	0.56	2.63	4.63	0.59
Sep		1	0.00	5.88	2	1.67	0.96	0.59	0.59	0.71	4.19	6.19	0.80	
		2	0.00	5.88	2	1.67	1.05	0.96	0.59	0.87	5.10	7.10	0.91	
		3	0.00	5.88	2	1.67	1.05	1.05	0.96	1.02	6.00	8.00	1.03	
Oct		1	0.00	6.17	2	1.67	1.02	1.05	1.05	1.04	6.42	8.42	1.08	
		2	0.00	6.17	2	1.67	0.95	1.02	1.05	1.01	6.21	8.21	1.06	
		3	0.00	6.17	2	1.67	0.95	0.95	1.02	0.97	6.01	8.01	1.03	
Nov		1	0.00	5.53	2	0.83	0.00	0.95	0.95	0.95	5.25	7.25	0.93	
		2	3.27	5.53	2	0.00	0.00	0.00	0.95	0.95	5.25	3.98	0.51	
		3	4.38	5.53	2	0.00								
Padi		Dec	1	4.90	5.21	2	0	LP			LP	12.789	9.89	1.27
			2	8.90	5.21	2	0	1.1	LP		LP	12.789	5.89	0.76
			3	7.70	5.21	2	0.83	1.1	1.1	LP	LP	12.789	7.92	1.02
										Max	1.67			

Sumber: Hasil Pengolahan

Lampiran 22 Pehitungan kebutuhan dimensi pipa

No.	Nama Saluran	Debit lt/det	Debit m ³ /det	Panjang m	V m/s	A m ³	D m	D inchi	Dpakai inchi	Dpakai m	Apakai m ³	Vkoreksi m/s
PETAK 1												
1	Ruas primer 1 p	15.7088	0.0157	56	1.5	0.0105	0.1155	4.5462	5	0.127	0.0127	1.2401
2	Ruas primer 2 p	12.8352	0.0128	53	1.5	0.0086	0.1044	4.1094	5	0.127	0.0127	1.0132
3	Ruas primer 3 p	9.8659	0.0099	120	1.5	0.0066	0.0915	3.6028	4	0.1016	0.0081	1.2169
4	Ruas sekunder 3b p	4.0093	0.0040	105	1.5	0.0027	0.0583	2.2967	2.5	0.0635	0.0032	1.2660
5	Ruas sekunder 1a g	2.8736	0.0029	96	1.5	0.0019	0.0494	1.9444	2	0.0508	0.0020	1.4178
6	Ruas sekunder 3a g	5.8566	0.0059	154	1.5	0.0039	0.0705	2.7759	3	0.0762	0.0046	1.2842

Sumber: Hasil Perhitungan



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

LAYOUT JARINGAN IRIGASI

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
1011161000023

KETERANGAN

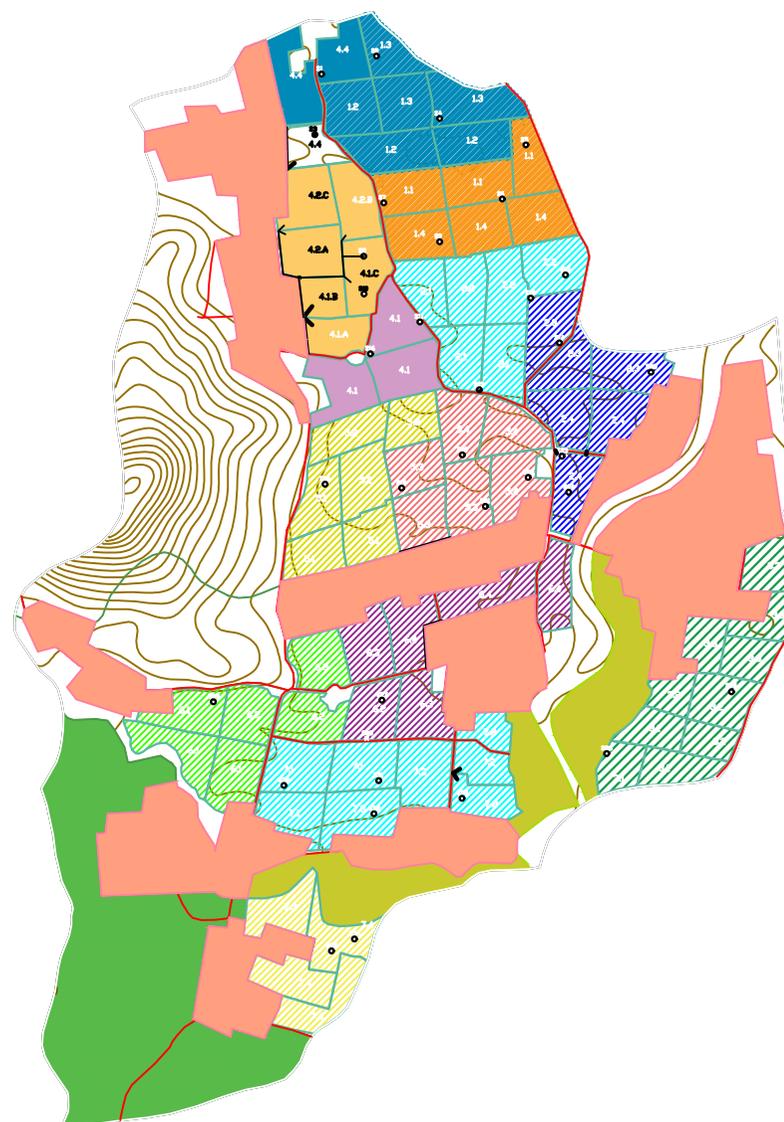
SKALA 1:20.000

NO. GBR

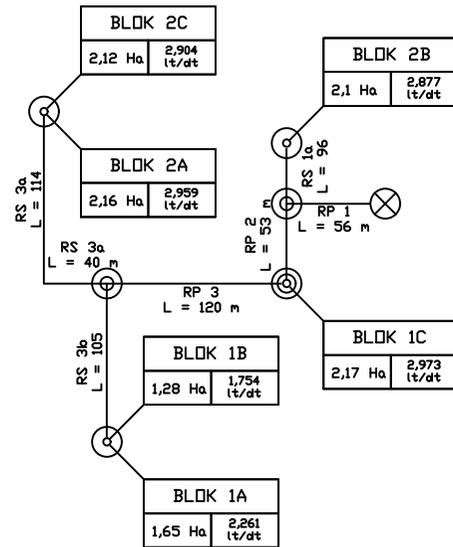
JML. LBR

01

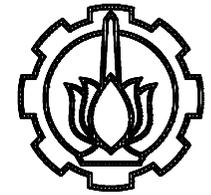
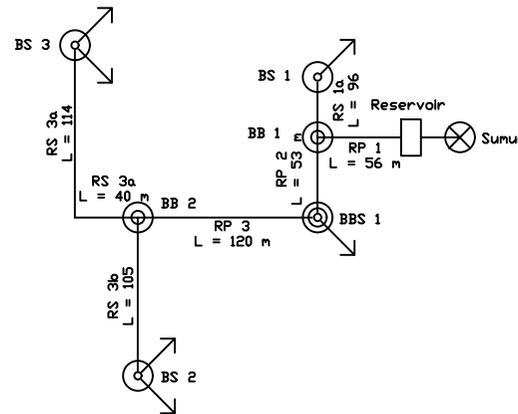
14



SKEMA JARINGAN



SKEMA BANGUNAN



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

SKEMA JARINGAN DAN BANGUNAN

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
10111610000023

KETERANGAN

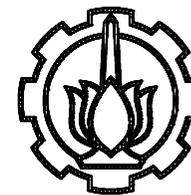
SKALA 1:5000

NO. GBR

JML. LBR

02

14



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
 DISTRIBUSI AIR

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
 10111610000023

KETERANGAN

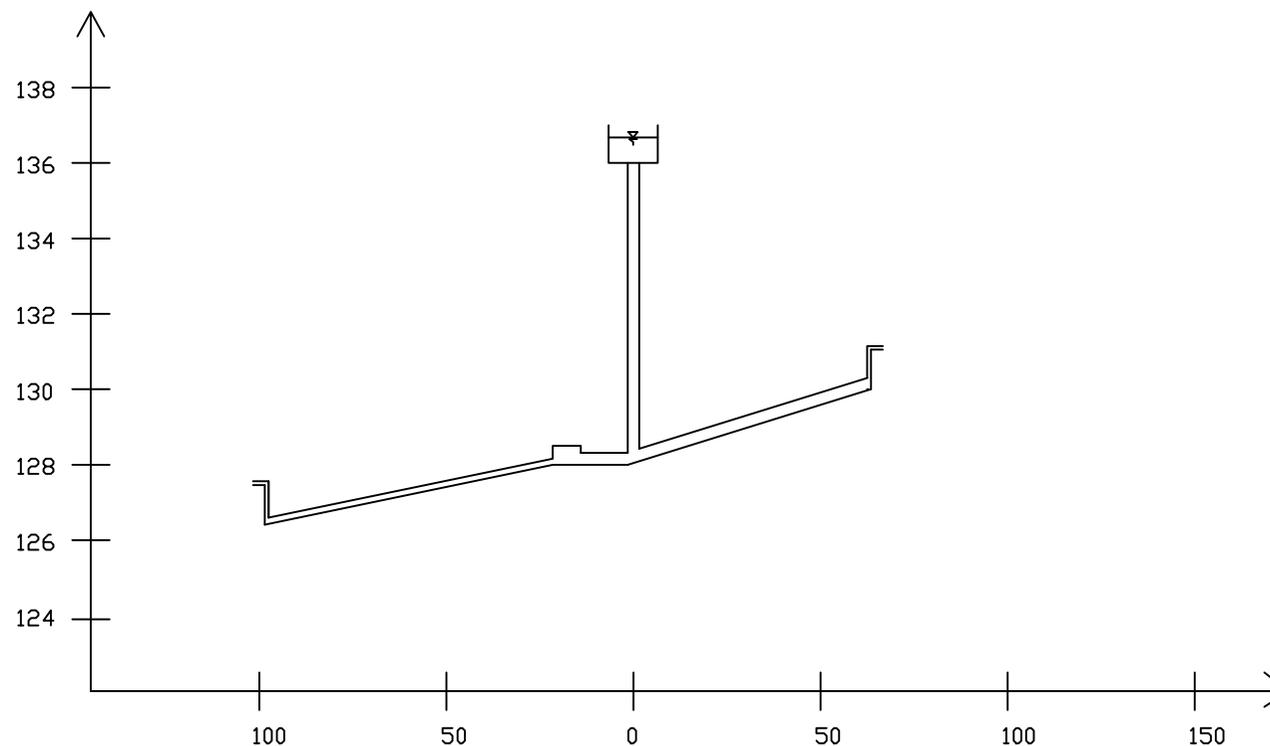
SKALA:
 V 1:200
 H 1:500

NO. GBR

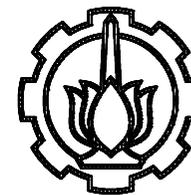
03

JML. LBR

14



NAMA SALURAN		SALURAN SEKUNDER 1a	SALURAN PRIMER 2	
ELEVASI (mdpl)	126	128	130	
PANJANG (m)		96	53	
DIMENSI PIPA (inch)		2.5'	5'	



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
DISTRIBUSI AIR

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
10111610000023

KETERANGAN

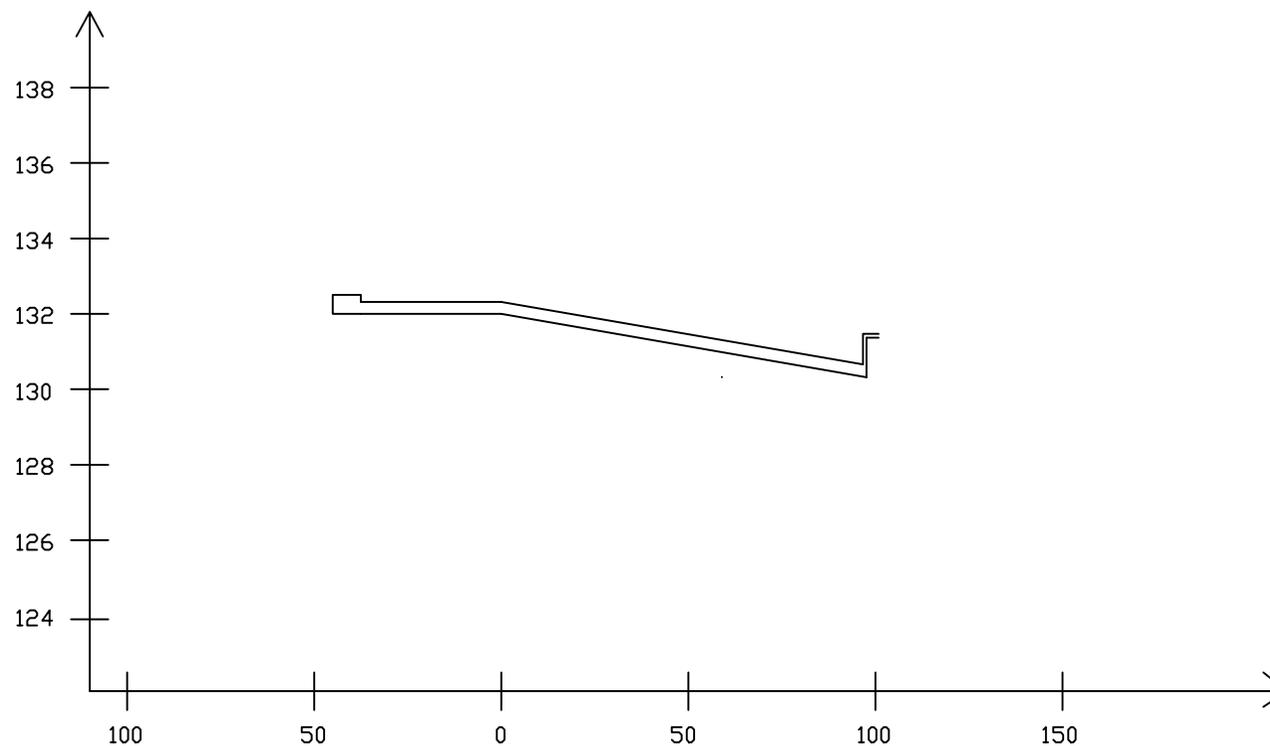
SKALA:
V 1:200
H 1:500

NO. GBR

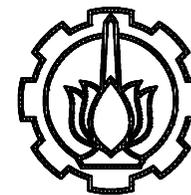
04

JML. LBR

14



NAMA SALURAN		SALURAN SEKUNDER 3"	SALURAN PRIMER 4"	
ELEVASI (mdpl)		132	132	130
PANJANG (m)		40	120	
DIMENSI PIPA (inch)		3"	4"	



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
DISTRIBUSI AIR

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
10111610000023

KETERANGAN

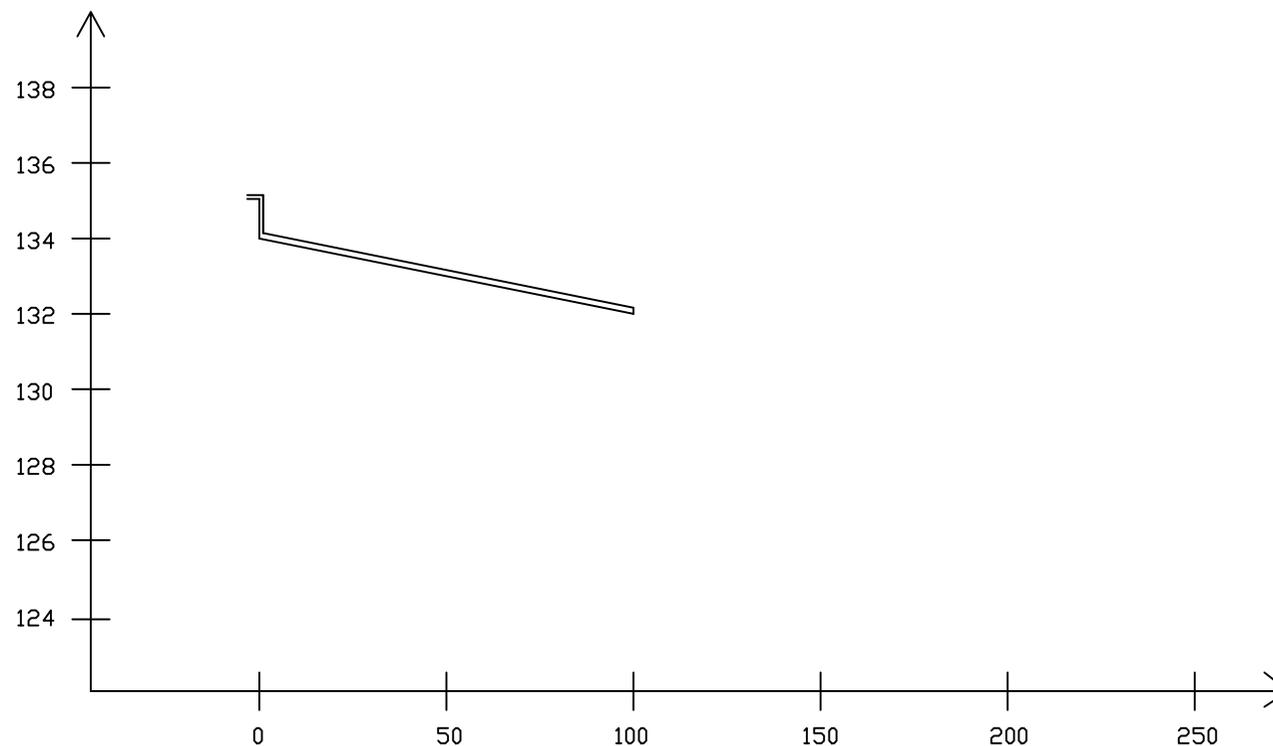
SKALA:
V 1:200
H 1:500

NO. GBR

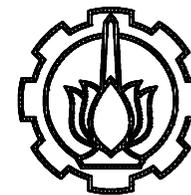
JML. LBR

05

14



NAMA SALURAN		SALURAN SEKUNDER 3b	
ELEVASI (mdpl)	134	132	
PANJANG (m)		105	
DIMENSI PIPA (inch)		2.5'	



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
DISTRIBUSI AIR

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
10111610000023

KETERANGAN

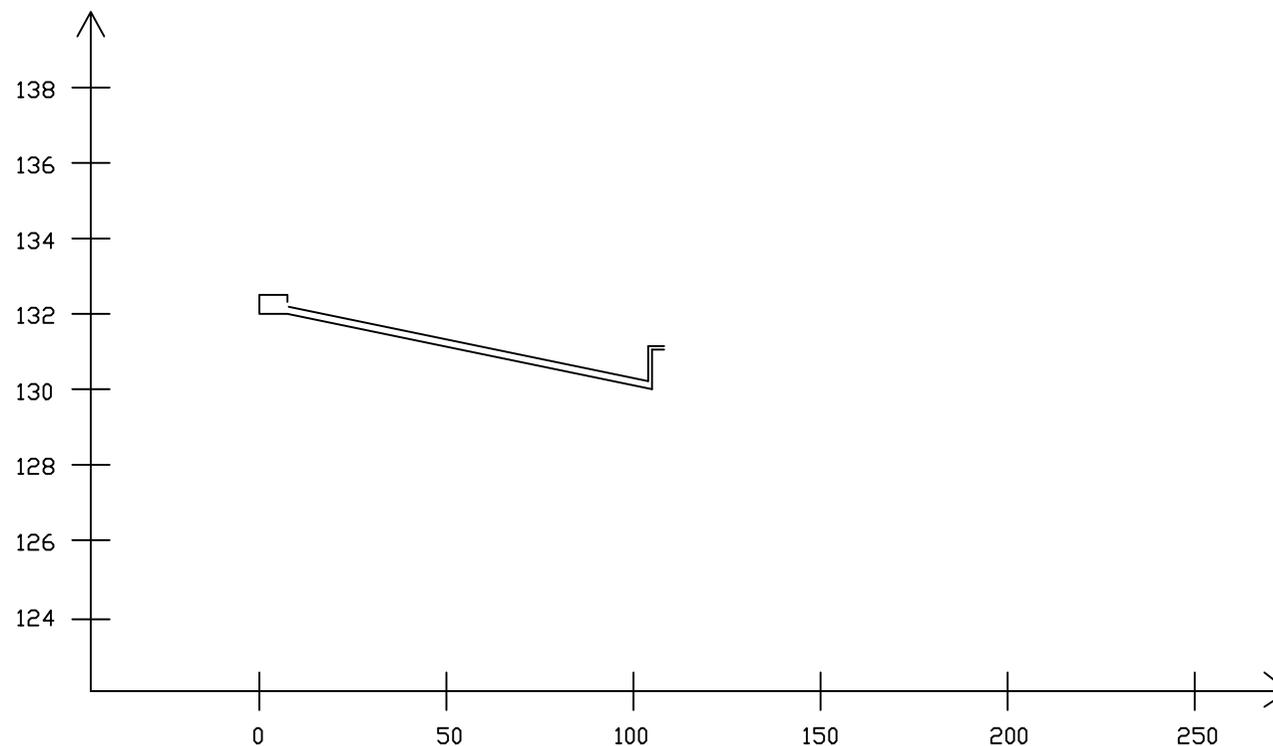
SKALA:
V 1:200
H 1:500

NO. GBR

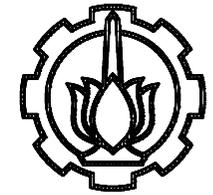
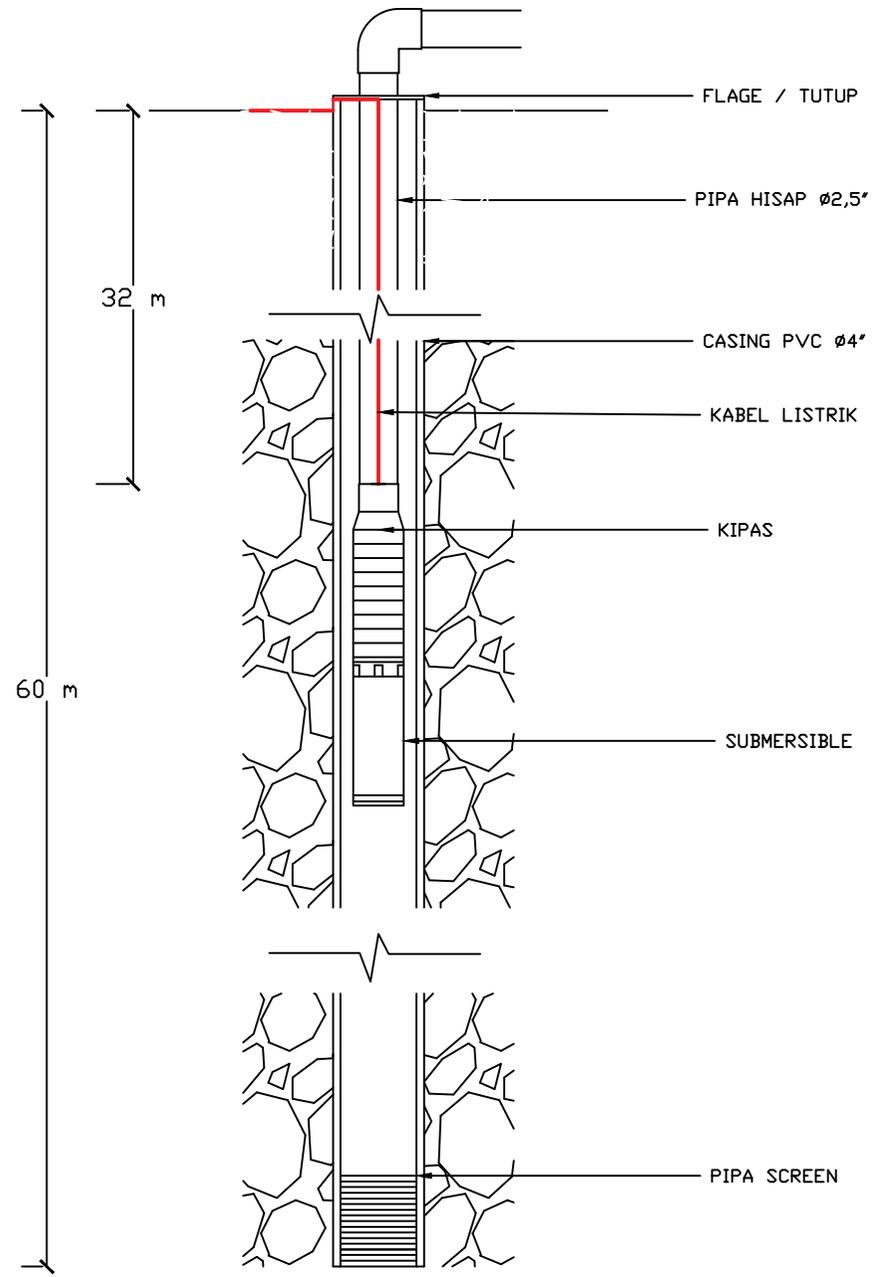
06

JML. LBR

14



NAMA SALURAN		SALURAN SEKUNDER 3a	
ELEVASI (mdpl)	134	132	
PANJANG (m)		114	
DIMENSI PIPA (inch)		3'	



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

KONSTRUKSI SUMUR
 SUBMERSIBLE

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

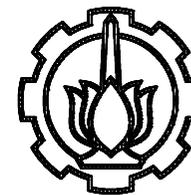
NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
 10111610000023

KETERANGAN

SKALA

NO. GBR	JML. LBR
07	14



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

DENAH RUMAH POMPA

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
1011161000023

KETERANGAN

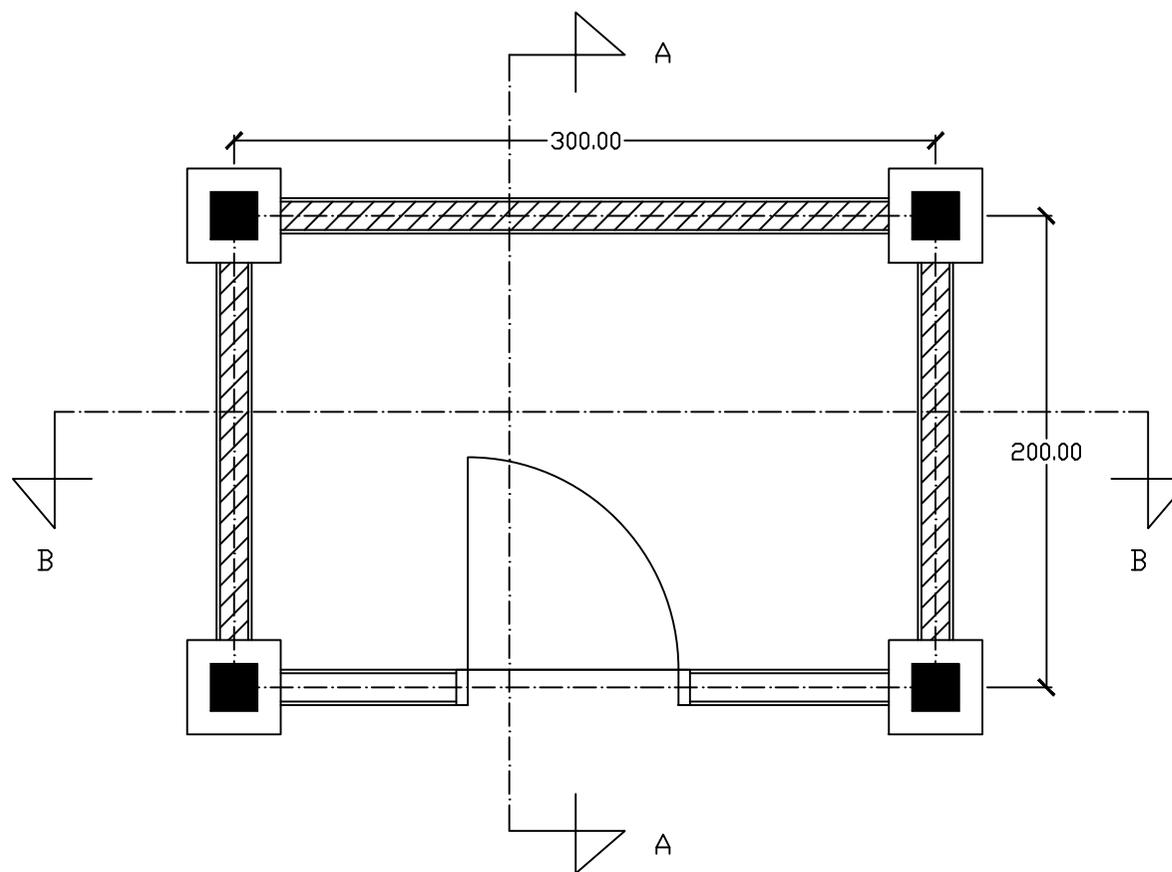
SKALA 1:200

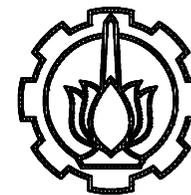
NO. GBR

JML. LBR

08

14





TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

POTONGAN A-A
RUMAH POMPA

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
10111610000023

KETERANGAN

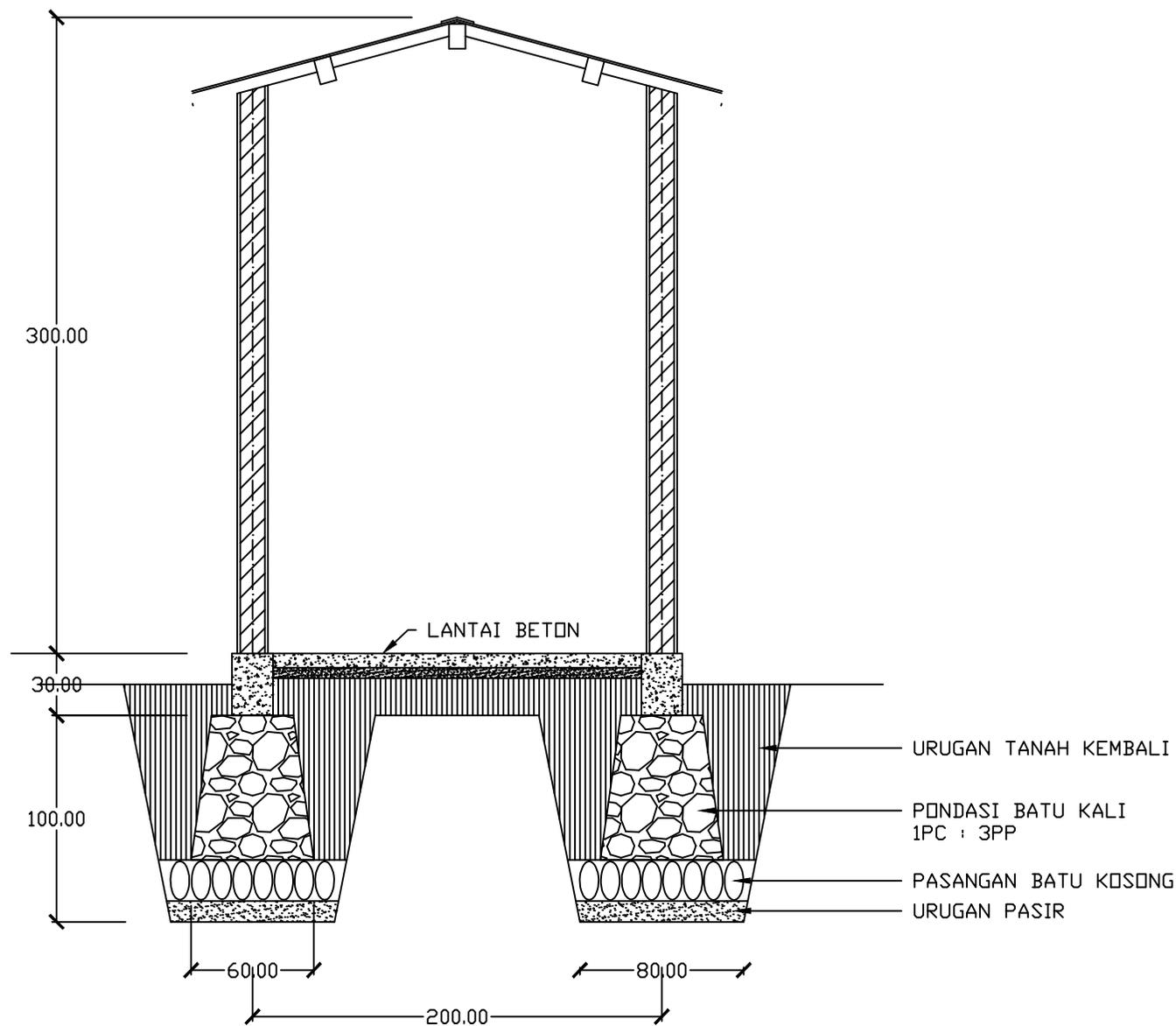
SKALA 1:200

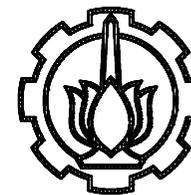
NO. GBR

09

JML. LBR

14





TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

POTONGAN B-B
RUMAH POMPA

DOSEN PEMBIMBING

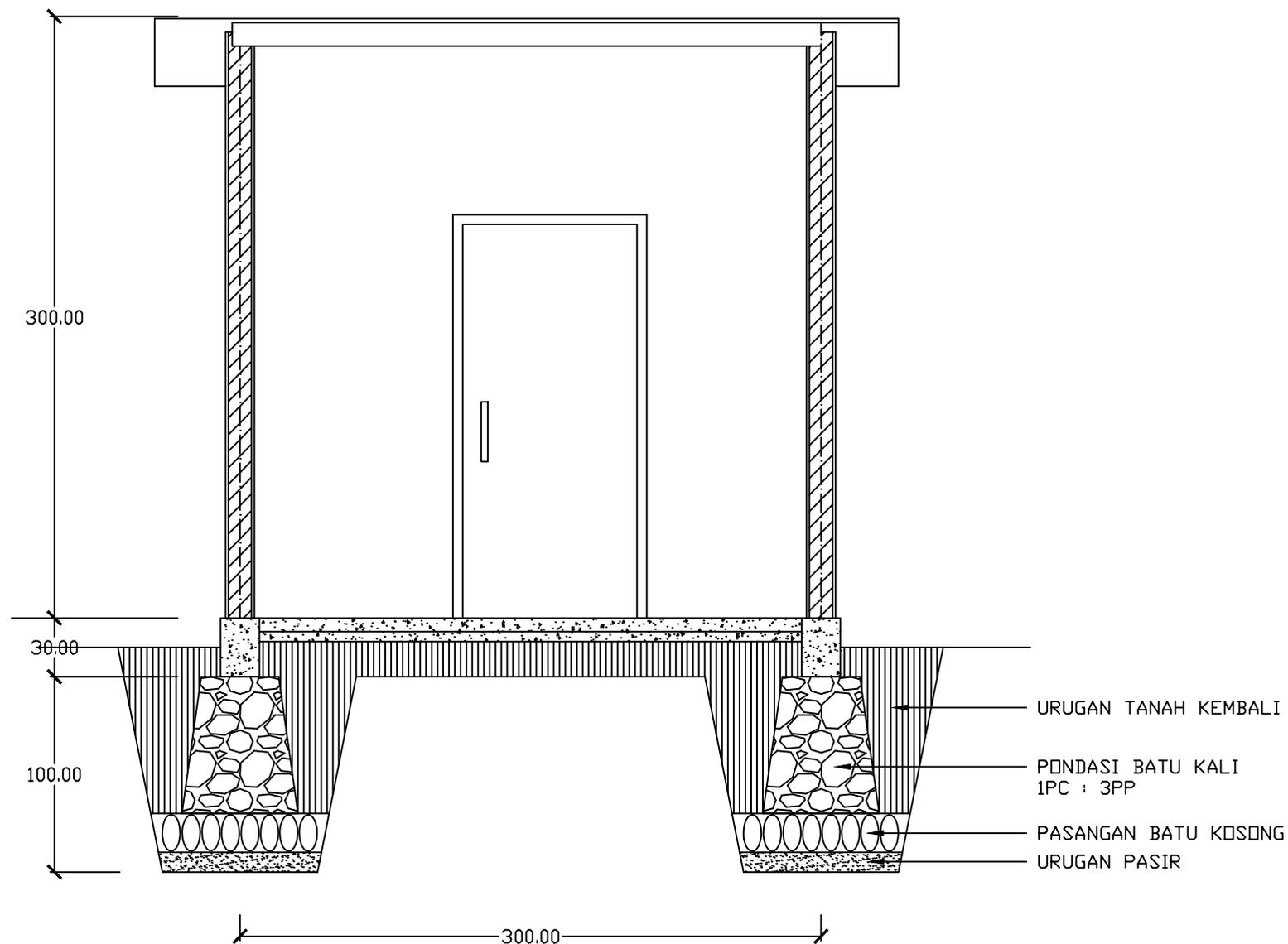
1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
10111610000023

KETERANGAN

SKALA 1:250

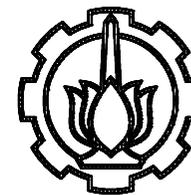


NO. GBR

JML. LBR

10

14



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

KONSTRUKSI TOWER AIR

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
10111610000023

KETERANGAN

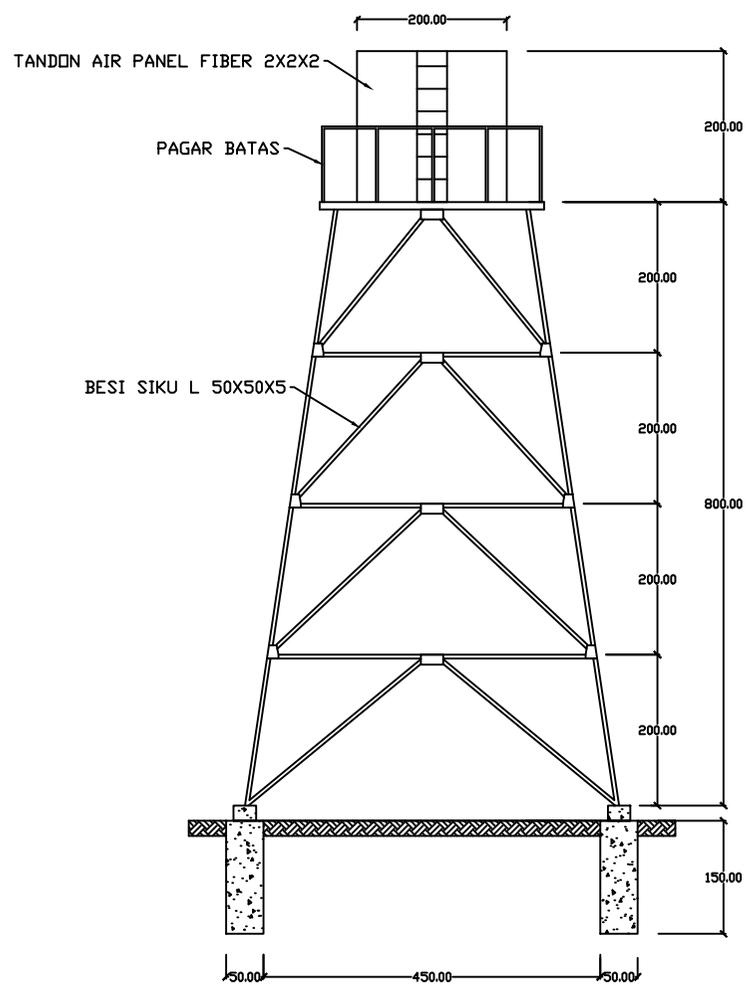
SKALA 1:100

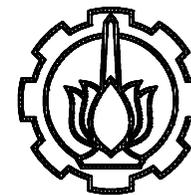
NO. GBR

JML. LBR

11

14





TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

SKEMA DISTRIBUSI AIR

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
1011161000023

KETERANGAN

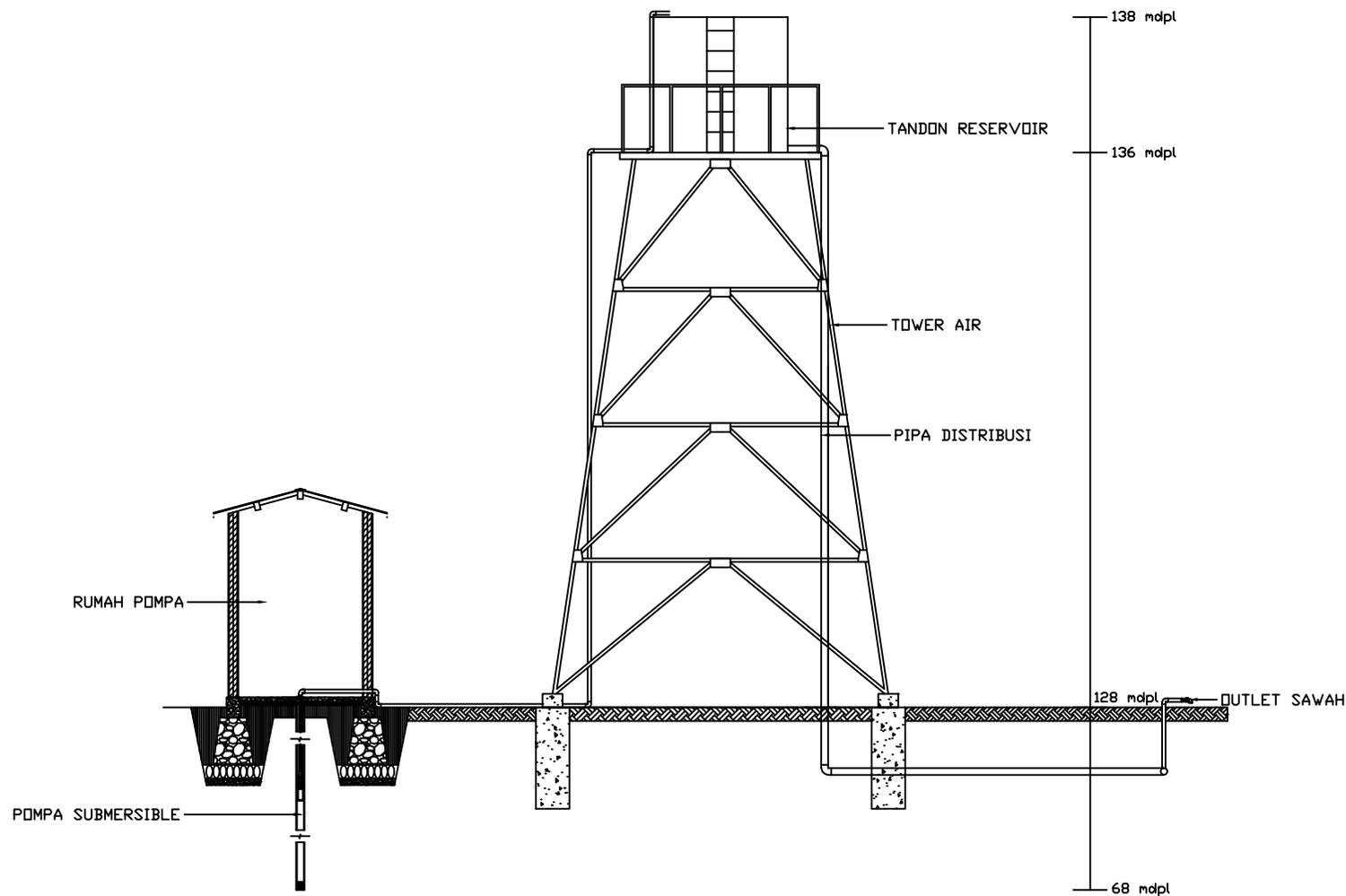
SKALA 1:100

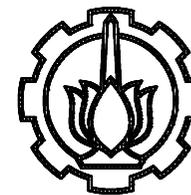
NO. GBR

JML. LBR

12

14





TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

TAMPAK ATAS BANGUNAN
BOKS BAGI

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
10111610000023

KETERANGAN

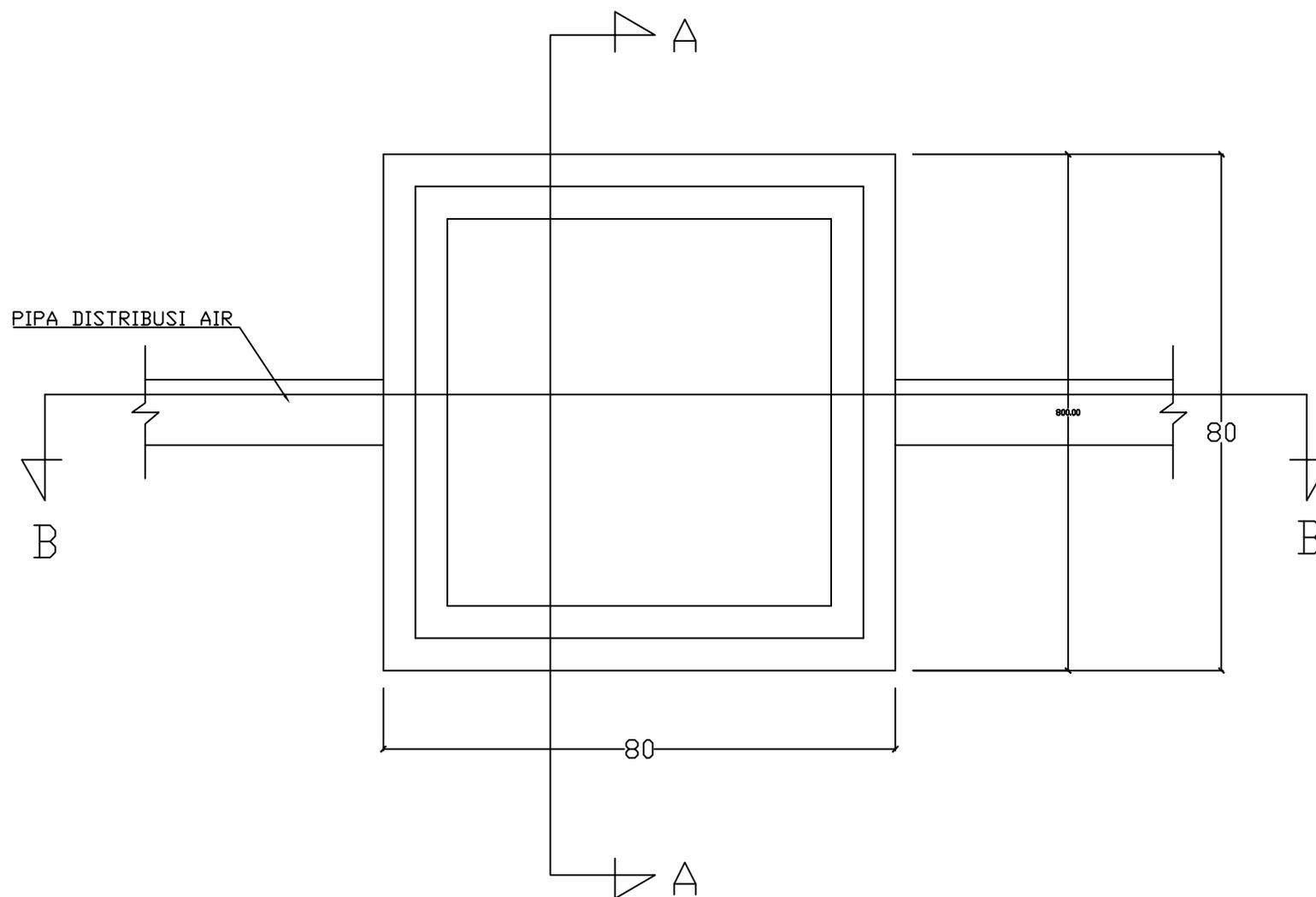
SKALA 1:10

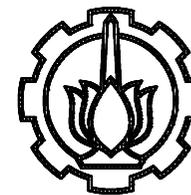
NO. GBR

JML. LBR

13

14





TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

POTONGAN A-A DAN B-B
BANGUNAN BOKS BAGI

DOSEN PEMBIMBING

1. Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
2. DWI INDRIYANI, S.T., M.T.

NAMA MAHASISWA

DEVI ARUM HIDAYAH
1011161000023

KETERANGAN

SKALA 1:10

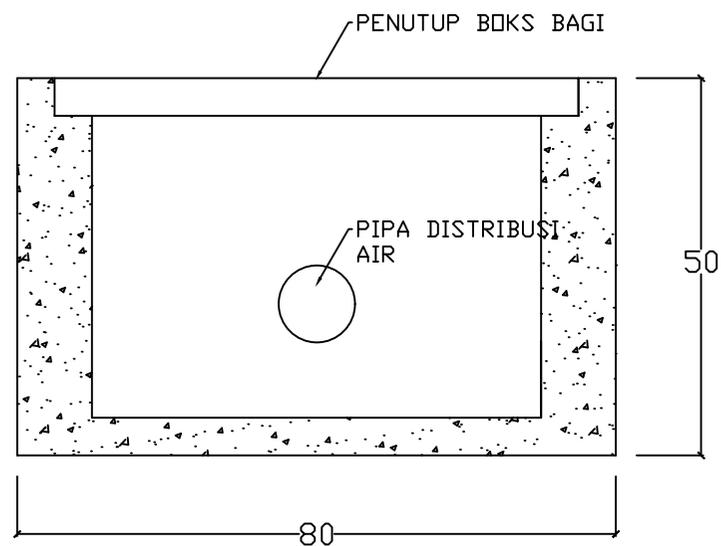
NO. GBR

JML. LBR

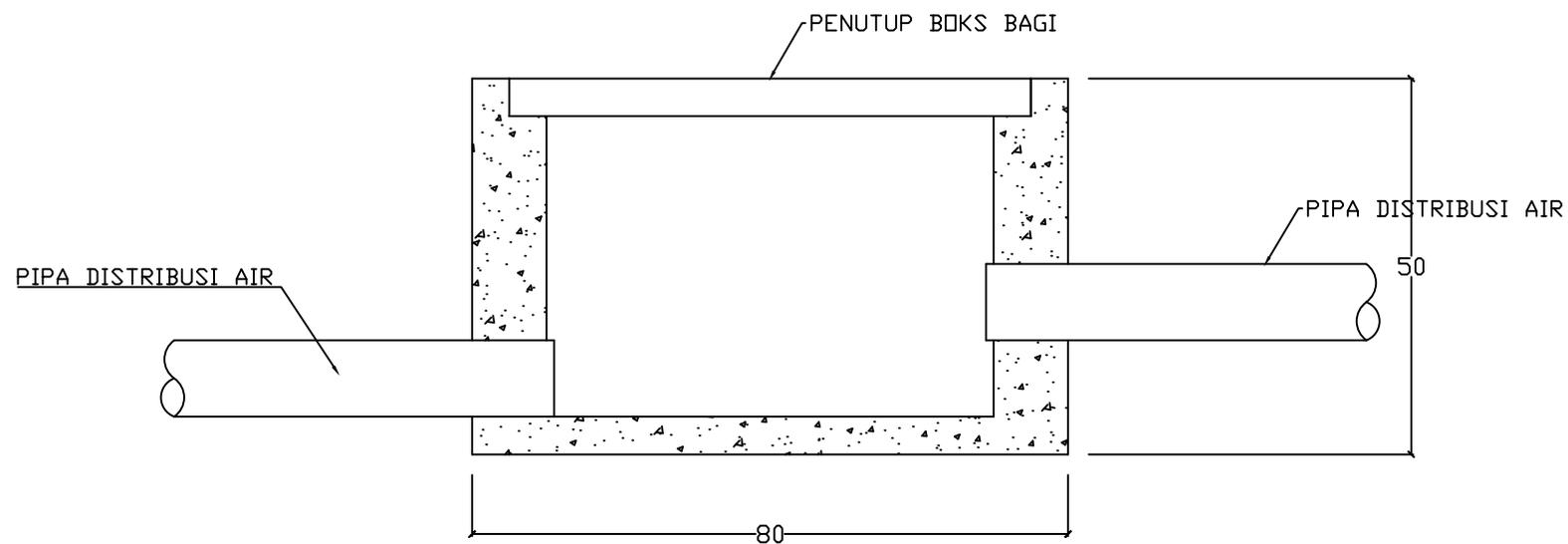
14

14

POTONGAN A-A



POTONGAN B-B



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Ponorogo, 12 Mei 1997, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Tunas Buana Surabaya, SDN Kalirungkut II Surabaya, SMPN 35 Surabaya, dan SMAN 16 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN tahun 2016, penulis diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP. 3116041023. Penulis sempat aktif di beberapa

kegiatan kepanitiaan dan pelatihan yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS). Penulis juga aktif di organisasi kampus seperti UKM PLH SIKLUS ITS, pernah menjabat sebagai staff Divisi Bakti Alam Bakti Masyarakat (BABM) pada kepengurusan 2017-2018 dan Ketua Divisi BABM pada kepengurusan 2019. Organisasi lain yang diikuti penulis adalah Jamaah Masjid Manarul Ilmi ITS (JMMI ITS), pernah menjabat sebagai staff FSLDK pada kepengurusan 2017-2018 dan Wakil Ketua Badan *Public Relation* pada kepengurusan 2019.