

SKRIPSI

PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI SUMUR BOR MENGUNAKAN SISTIM PIPA POMPA DI DESA KAYANGAN KABUPATEN LOMBOK UTARA

Tugas Akhir

Untuk memenuhi persyaratan
untuk mencapai kebulatan Studi strata satu (S-1)



Disusun oleh :

NOVITA WULANDARI
41411A0046

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2019**

LEMBAR PENGESAHAN
S K R I P S I
PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI SUMUR BOR
MENGGUNAKAN SISTIM PIPA POMPA DI DESA
KAYANGAN KABUPATEN LOMBOK UTARA

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh Pembimbing:

1. Pembimbing Utama,


Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.M.T
NIDN. 0824017501

Tanggal : 20 Juni 2019

2. Pembimbing Pendamping,


YULIA PUTRI WIJAYA, S.T., MT.
NIDN. 0810087001

Tanggal : 20 Juni 2019

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Mataram


(ISFANARI, S.T., MT.)
NIDN. 0830086701


(TITIK WAHYUNINGSIH, S.T., MT.)
NIDN. 0819097401

Tugas Akhir

PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI SUMUR BOR
MENGUNAKAN SISTIM PIPA POMPA
DI DESA KAYANGAN KABUPATEN LOMBOK UTARA

Oleh :

NOVITA WULANDARI
41411A0046

Telah di pertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 22 Agustus 2019
Dan dinyatakan memenuhi syarat

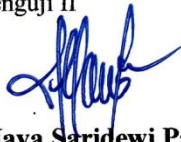
Susunan Tim Penguji

1. Penguji I



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT

2. Penguji II



Maya Saridewi Pascanawati, ST., MT

3. Penguji III



Agustini Ernawari, ST., M.Tech

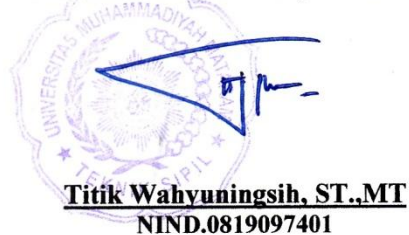
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram



Isfanari, ST., MT
NIND.0830086701

Ketua Prgram Studi Rekayasa Sipil
Universitas Muhammadiyah Mataram



Titik Wahyuningsih, ST., MT
NIND.0819097401

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul ***“Perencanaan Jaringan Irigasi Sumur Bor di Desa Kayangan Kabupaten Lombok Utara ”***.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar sarjana di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar dimasa datang menjadi lebih baik. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Mataram, Agustus 2019

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Ir. Isfanari, S.T., M.T Dekan Fakultas Rekayasa Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Titik Wahyuningsih, S.T., M.T Ketua Jurusan Fakultas Rekayasa Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, S.T., M.T dosen pembimbing utama.
5. Yulia Putri Wijaya, S.T., M.T dosen pembimbing pendamping.
6. Mama yang selalu memberikan semangat dan dorongan serta doa.
7. Teman-teman teknik sipil angkatan 2014.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang diberikan, semoga studi ini bisa memberikan kontribusi ke pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : NOVITA WULANDARI

NIM : 41411A0046

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir (skripsi) yang berjudul:
“ Perencanaan Jaringan Irigasi Menggunakan Sistim Pipa Pompa di Desa Kayangan
Kabupaten Lombok Utara ”.

Adalah benar-benar karya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini didapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh Strata satu (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003.Pasal 25 ayat 2 dan pasal 27).

Mataram, Agustus 2019



NOVITA WULANDARI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI	x
INTISARI	xiii
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perencanaan	2
1.5 Manfaat Perencanaan	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Air tanah	6
2.2.2 Irigasi	7
2.2.3 Jaringan irigasi	8
2.2.4 Bangunan irigasi	9
2.2.5 Irigasi sumur sor	10
2.2.6 Prinsip kerja jaringan irigasi sumur bor	11
2.2.7 Irigasi pipa	12
2.2.8 Pola tanam	13

2.2.9	Pemberian air	15
2.3	Analisa Hidrologi	17
2.3.1	Curah hujan efektif.....	18
2.3.2	Evapotranspirasi.....	20
2.4	Analisa Kebutuhan Air Irigasi	21
2.4.1	Penyiapan lahan	21
2.4.2	Koefisien tanaman.....	21
2.4.3	Penggunaan konsumtif.....	22
2.4.4	Perkolasi.....	23
2.4.5	Penggantian lapisan air	23
2.4.6	Kebutuhan air tanaman	23
2.5	Analisa Hidrolika Jaringan Perpipa-an	25
2.6	Standar efektifitas Jaringan Distribusi.....	28
2.7	Analisis Struktur Reservoir.....	29
BAB III	METODE PERENCANAAN.....	33
3.1	Lokasi Perencanaan.....	33
3.2	Langkah Penelitian	33
3.2.1	Pengumpulan data	33
3.2.2	Menentukan skema jaringan irigasi	34
3.2.3	Analisa data.....	34
3.2.4	Bagan alir perencanaan	34
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Skema Jaringan Irigasi.....	36
4.2	Analisa Hidrologi	37
4.2.1	Analisa curah hujan	37
4.2.2	Curah hujan efektif.....	37
4.2.3	Evapotranspirasi	40
4.3	Analisa Kebutuhan Air	47
4.3.1	Penyiapan lahan	47

4.3.2 Koefisien tanaman.....	49
4.3.3 Penggunaan konsumtif.....	49
4.3.4 Kebutuhan air irigasi.....	50
4.3.5 Debit rencana	53
4.4 Analisa Hidrolika Jaringan Perpipaan	54
4.4.1 Pompa	54
4.4.2 Perhitungan hidrolika jaringan perpipaan	55
4.5 Perencanaan Reservoir	58
4.5.1 Perencanaan kapasitas reservoir	58
4.5.2 Analisa struktur reservoir.....	58
4.6 Rencana Anggaran Biaya.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Aliran pada pipa bertekanan dan (b) aliran pada pipa tanpa tekanan	13
Gambar 3.1 Lokasi perencanaan	33
Gambar 3.2. Bagan alir perencanaan	35
Gambar 4.1 Skema jaringan irigasi sumur bor di desa Kayangan	36
Gambar 4.2 Distribusi tekanan pada dinding dan dasar tangki	57



DAFTAR TABEL

X

Tabel 4.12 Hasil perhitungan debit rencana.....	53
Tabel 4.13 Hasil perhitungan hidrolika jaringan perpipaan	57
Tabel 4.14 Rencana anggaran biaya pekerjaan pemasangan pipa dan aksesoris...	71
Tabel 4.15 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Rumah Pompa.....	72
Tabel 4.16 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Reservoir.....	73
Tabel 4.17 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Box Outlet.....	73
Tabel 4.18 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	74



DAFTAR NOTASI

A	= luas area yang diairi (Ha),
A_1, A_2, A_n	= bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.
A	= luas penampang aliran (m ²)
C	= angka koreksi Penman yang besarnya mempertimbangkan perbedaan cuaca,
C	= koefisien pengurangan akibat sistem golongan,
Chw	= koef. kekasaran pipa Hazen-Williams
d	= tebal efektif (mm)
DR	= kebutuhan pengambilan air pada sumbernya (lt/dt/ha),
D	= diameter tulangan (mm)
d	= tebal efektif (mm)
E	= efisiensi irigasi secara keseluruhan.
E_d	= tekanan uap jenuh,
E_a	= tekanan uap sebenarnya,
$(e_a - e_d)$	= perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya,
E_{to}	= evapotranspirasi (mm/hari).
E_{tc}	= kebutuhan air tanaman (mm/hari),
E_o	= evaporasi potensial (mm/hari),
$f(t)$	= fungsi suhu,
$f(e_d)$	= fungsi tekanan uap,
$f(\frac{n}{N})$	= fungsi kecerahan
$f(u)$	= fungsi kecepatan angin (m/dt),
$f'c$	= kuat tekan beton (Mpa)
f_y	= tegangan leleh baja (Mpa)
g	= percepatan gravitasi (m/dt ²)
h	= tinggi air dalam reservoir (m)

h = tebal pelat (mm)
 h_f = kehilangan tekanan (m/km)
 h_f = kehilangan tinggi minor (m)
 I = kemiringan energi (kemiringan saluran).
 $IR/8,64$ = angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/dt/ha.
 I = kemiringan hidraulis
 IR = kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari),
 k = koef kehilangan tinggi tekan minor.
 K = konstanta,
 K_c = koefisien tanaman
 L = panjang pipa (m)
 M = rangking curah hujan yang dipilih,
 M_u = momen maksimum (kNm)
 NFR = kebutuhan air irigasi di sawah (mm/hari)
 NFR = kebutuhan bersih (netto) air di sawah (l/s/ha)
 n = lama penyinaran matahari yang nyata (tidak terhalang awan) dalam 1 hari (jam),
 V = kecepatan aliran (m/s),
 Q = debit rencana (l/s),
 R = jari-jari hidrolis (m),
 R = curah hujan rata – rata,
 R_1, R_2, R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik– titik pengamatan,
 R_{80} = curah hujan efektif 80% (mm/hari),
 R_e = curah hujan efektif (mm),
 R_e = curah hujan efektif (mm/hari).
 R_{80} = curah hujan rancangan dengan probabilitas 80% (mm),
 R_{50} = curah hujan rancangan dengan probabilitas 50% (mm).

W	= faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah,
Rs	= radiasi gelombang pendek,
Ra	= radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer, tergantung letak lintang daerah (mm/hr),
Rn	= radiasi bersih gelombang panjang (mm/hr),
Rn	= koefisien tahanan
RH	= kelembaban udara relatif (%).
S	= kebutuhan air untuk penjenjutan (mm),
T	= jangka waktu pengolahan (hari),
P_{max}	= tekanan maksimum (kN/m^2)
P	= perkolasi (mm/hari),
ρ_{air}	= berat sendiri air (kg/m^3)
WLR	= penggantian lapisan air (mm/hari)
Q	= debit aliran pada pipa (m^3/dt)
ϕ	= faktor reduksi kekuatan (mm)



ABSTRAK

Daerah irigasi di desa Kayangan merupakan Sawah tadah hujan, yang air irigasinya hanya mengandalkan dari air hujan saja, sehingga pada saat musim kemarau areal sawah tidak dapat di tanami karena kurangnya ketersediaan air. Dengan keterbatasan ketersediaan air permukaan, maka di upayakan memanfaatkan air tanah dengan cara membuat sumur bor. Tujuan dari perencanaan ini adalah merencanakan jaringan irigasi sumur bor menggunakan sistim pipa pompa, agar kita mengetahui berapa besar air yang di perlukan, berapa dimensi jaringan pipa, dan berapa biaya yang di butuhkan di daerah irigasi dengan luas lahan yang di rencanakan 20,23 Ha terletak di sebelah selatan Desa Kayangan, Kabupaten Lombok Utara.

Data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data primer dan data sekunder Dimana sumber airnya dari sumur bor dan di tampung menggunakan reservoir. Pipa yang di gunakan berdiameter 101,6 mm (4 inch) dengan panjang pipa sebesar 1,809.81 m. Jumlah outlet yang direncanakan adalah sebanyak 11 outlet sesuai dengan jumlah luasan petak sawah pada masing-masing blok.

Data yang telah di peroleh di analisis menggunakan pendekatan matematik yang di selesaikan menggunakan program Microsoft excel dan secara manual menggunakan kalkulator. Biaya yang di butuhkan untuk perencanaan jaringan irigasi sumur bor sebesar Rp. 755,422,000.00 (Tujuh Ratus Lima Puluh Lima Juta Empat Ratus Dua Puluh Dua Ribu Rupiah).

Kata Kunci : kebutuhan air irigasi, dimensi pipa, rencana anggaran biaya

ABSTRACT

The purpose of this plan is to plan the wellbore irrigation network using a pump pipe system, so that we know how much water is needed, what are the dimensions of the pipeline, and how much is needed in the irrigation area of Kayangan Village, Kayangan District, North Lombok Regency with an area of land that is It is planned that 20.23 Ha is located in the south of Kayangan Village, North Lombok Regency.

With the number of residents who live around the location of the well consists of 80 households with a number of $\pm$ 250 inhabitants covered in two neighborhoods (RT) is rain-fed rice fields. With the limited availability of surface water, it is sought to use groundwater by making a wellbore. .

The data used in this planning are primary data and secondary data where the water source is from a wellbore and is accommodated using a reservoir. The pipe used is 101.6 mm (4 inch) in diameter with a pipe length of 1,809.81 m. The planned number of outlets is 11 outlets in accordance with the total area of paddy fields in each block. The data that was obtained were analyzed using a mathematical approach that was completed using the Ms excel program and manually using a calculator. The cost needed for planning the wellbore irrigation network is Rp. Rp. 755,422,000.00 (Seven Hundred Fifty Five Million Four Hundred Twenty Two Thousand Rupiah).

Keywords: irrigation water requirements, pipe dimensions, budget plan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah irigasi di Desa Kayangan Kecamatan kayangan Kabupaten Lombok Utara dengan luas lahan yang di rencanakan 20,23 Ha terletak di sebelah selatan Desa Kayangan, Kecamatan Kayangan, Kabupaten Lombok Utara. Dengan Jumlah penduduk yang bermukim di sekitar lokasi sumur terdiri atas 80 KK dengan jumlah jiwa ± 250 -an jiwa yang tercakup dalam dua rukun tetangga (RT) merupakan sawah tadah hujan. Dimana data tersebut di dapatkan melalui pemerintah desa kayangan. Sawah tadah hujan adalah sawah yang air irigasinya hanya mengandalkan dari air hujan saja, sehingga pada saat musim kemarau areal sawah tidak dapat di tanami karena kurangnya ketersediaan air. Dengan keadaan tersebut pendapatan petani dari hasil pertanian dianggap masih kurang.

Dengan keterbatasan ketersediaan air permukaan, maka di upayakan dengan memanfaatkan air tanah dengan cara membuat sumur bor. Pemanfaatan air tanah dapat digunakan sebagai air irigasi pada daerah kekurangan air, dimana air permukaan tidak memadai atau tidak ada sama sekali, sedangkan daerah tersebut memiliki potensi pertanian.

Upaya mengatasi keterbatasan air irigasi pada areal pertanian lahan kering telah banyak dilakukan dengan pembangunan sumur bor, hal tersebut di rasa sangat efektif untuk menjawab permasalahan keterbatasan air irigasi pada daerah pertanian lahan kering di Desa Kayangan. Jika di lihat dari potensi air tanah, kawasan ini memiliki jenis akuifer produktif tinggi sebagaimana terlihat pada Peta Hidrolgeologi Pulau Lombok.

Peta Hidrolgeologi merupakan bagian dari hidrologi yang mempelajari penyebaran dan pergerakan air tanah dalam tanah, batuan di kerak bumi.

Sehingga jika di lakukan pembangunan sumur bor di daerah ini maka tidak di ragukan dari segi kuantitas dan mampu mencukupi kebutuhan irigasi pertanian.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa besar air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi di Desa Kayangan ?
2. Berapa dimensi jaringan pipa yang digunakan dalam memenuhi kebutuhan air irigasi ?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan irigasi tersebut ?

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan yang hendak dicapai dalam perencanaan ini adalah :

1. Untuk mengetahui kebutuhan air irigasi di Desa kayangan Kabupaten Lombok Utara.
2. Untuk mengetahui dimensi jaringan irigasi sumur bor tersebut.
3. Untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan irigasi tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan lingkup bahasan yang tidak terlalu luas serta mempermudah dalam penyelesaian suatu masalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka perlu dilakukan pembatasan ruang dalam ruang lingkup penelitian yang dikerjakan. Adapun yang menjadi batasan – batasan masalah adalah :

1. Lokasi penelitian diambil di Desa Kayangan Kabupaten Lombok Utara.
2. Stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun Daerah Kayangan.
3. Jenis pola tanam yang diteliti adalah padi – palawija – palawija.

1.5 Manfaat Perencanaan

Manfaat yang ingin dicapai dalam perencanaan ini adalah :

1. Bahan informasi dan tambahan pengetahuan tentang jaringan irigasi sumur bor.
2. Sebagai refrensi bagi mahasiswa untuk merencanakan jaringan irigasi sumur bor baik didaerah yang sama maupun daerah yang berbeda.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Purwanto dan Jazaul Ikhsan (2006) Dari hasil analisis dengan menggunakan metode Penman dengan menggunakan sistem pola tanam Padi-Padi-Palawija dan menggunakan kebutuhan pengambilan 3 golongan dalam jangka waktu penyiapan lahan satu bulan, maka didapatkan besarnya nilai debit kebutuhan air irigasi maksimal masing-masing pada alternatif I yaitu 0,271 m³/dt, alternatif II yaitu 0,254 m³/dt dan alternative III yaitu 0,261 m³/dt. Didapatkan nilai debit kebutuhan air irigasi maksimal yang terkecil yaitu 0,254 m³/dt (Purwanto dan Jazaul Ikhsan, 2006).

Hasil penelitian menunjukkan potensi air tanah daerah penelitian mampu mencukupi kebutuhan irigasi dimusim kemarau. Kondisi daerah penelitian merupakan dataran Fluvial Gunung Merapi yang secara fisik mempunyai hubungan dengan pembuatan air tanah. Analisis data dari data uji pemompaan 4 sumur bor. Koefisien permabilitas daerah penelitian berkisar antara 11,81 m/hr/m sampai 16,09 m/hr/m. Volume air yang dapat dilepaskan oleh rongga-rongga batuan yang berfungsi sebagai akifer untuk daerah seluas 10,87 km adalah 5,5x 10 m. Debit aliran tanah 261 Itr/dt, cukup untuk kebutuhan irigasi dan tidak mengganggu kebutuhan air tanah dalam akifer. Keempat sumur bor di daerah penelitian yang menyediakan air sebanyak 139 Itr/dt atau 12009,6 m. Kebutuhan air irigasi di musim kemarau (hitung dari bulan Mei- Oktober) untuk jenis utama padi tebu dan palawija adalah 133,011 Itr/dt atau 11392,15 m. Sehingga persediaan air tanah dari 4 sumur bor mencakup kebutuhan air irigasi dengan pola tanaman padi tebu dan palawija dengan luas area 209 ha Antara (1994),

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Mengetahui potensi saluran irigasi teknik dan setengah teknik secara kuantitatif untuk kebutuhan irigasi tanaman padi di daerah penelitian (2) Mengitung besarnya kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi (3) Mengevaluasi ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi pada saluran teknis dan setengah teknis untuk tanaman padi. Hasil penlitihan menunjukan bahwa (1) Ketersediaan air yang ada pada daerah penelitian yaitu debit yang masuk saluran pada tahun 2006 sekitar 5627 It/dt, terjadi pada bulan Februari II. Berdasarkan jumlah ketersedian air dan kebutuhan air irigasi pada bulan-bulan tertentu daerah penelitian terjadi kekurangan air secara bersama dan hamper diseluruh persawahan. (2) Kebutuhan air untuk irigasi teknik terbesar terjadi pada bulan Agustus I yaitu 5488,91 Itr/dt, sedangkan terkecil terjadi pada bulan Januari I yaitu 250,90 It/dt, dan kebutuhan terendah terjadi pada bulan Januari II yaitu 54,97It/dt *Adam Raharjo (2007)*

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Air tanah

Air tanah merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah di temukan pada akuifer dibawah tanah yang terisi air atau juga di sebut daerah saturasi (*zone of saturation*), pada daerah tersebut setiap pori tanah dan batuan terdapat air yang merupakan air tanah (*groundwater*). Lapisan tanah yang bersifat porous (mudah menahan air) dan permaeabel (mampu melolos atau memindah air disebut akuifer), akuifer terbagi menjadi dua yaitu akuifer dalam dan akuifer dangkal. Lapisan yang dapat dilalui dengan mudah oleh air tanah seperti lapisan pasir atau lapisan krikil disebut dengan lapisan permeable, sedangkan lapisan yang dilalui air tanah seperti lapisan lempung disebut dengan lapisan kedap air dan lapisan yang menahan air seperti lapisan batuan disebut dengan lapisan kabal air *Effendi (2003)*

Menyatakan bahwa air tanah merupakan air yang terdapat pada semua rongga didalam suatu lapisan geologi. Air tanah dapat dibedakan dalam sebuah zona jenuh air, zona tidak jenuh dimana rongga dalam zona terisi air dan udara, air tanah terdapat dalam banyak tipe formasi geologi dimana lebih dikenal dengan Akuifer. Akuifer dapat didefinisikan sebagai formasi yang mengandung matrial jenuh dengan hasil kuantitatif air umur, dan air signifikasi. Kemampuan untuk menyimpan dan meneruskan air yaitu pasir (*sand*). Selanjutnya lapisan akuifer tidak dapat meloloskan air yaitu lapisan kedap air (*permaeable*). Air dapat menempati celah-celah diantara rekah batuan atau tanah Todd (1980).

Air tanah merupakan bagian dari siklus hidrolog. Sumber daya air sifatnya memperbarui sendiri apabila dieksploitasi. Air tanah merupakan sumber cadangan air yang sangat besar dan relative permanen. Untuk daerah yang gersang, air tanah merupakan satu-satunya sumber irigasi yang mungkin dipakai. Namun demikian tidaklah berarti eksploitasi itu tanpa batas dengan demikian pengembangan sumber daya air haruslah berdasakan pada konsepsi pengawetan yaitu pemanfaatan secara maksimal dan mencegah pemborosan dengan memperhatikan urutan prioritas pemakaiannya serta menjaga untuk generasi mendatang. Irigasi sebagian subsistem tidaklah mandiri melainkan selalu dengan sistem lainya yang lebih luas. Sebagai unit produksi misalnya sistem irigasi merupakan salah satu subsistem dari suatu wilayah pertanian dan sebagai unit hidrologi merupakan sumber yang penting dari pengelolaan irigasi, karena air yang tersedia dalam suatu daerah irigasi kadang dimusim kemarau jarang cukup mengairi seluruh areal pelayanan, maka tiap tahun ditetapkan prioritas dalam penggunaan air Pasandaran dan Taylor (1984).

2.2.2 Irigasi

Irigasi adalah menyalurkan air yang perlu untuk pertumbuhan tanaman ke tanah yang diolah dan mendistribusinya secara sistematis (*Sosrodarsono dan Takeda, 2003*) Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak (PP No. 20 tahun 2006 tentang Irigasi).

Adam Raharjo (2007), mengemukakan irigasi pada hakekatnya adalah upaya pemberian air dalam membuat saluran-saluran untuk mengalirkan air pada tanaman dalam bentuk langas tanah sebanyak keperluan untuk tumbuh dan berkembang. Faktor yang mempengaruhi Irigasi adalah ketersediaan dan kebutuhan yang diperlukan untuk irigasi tersebut.

Dalam memenuhi kebutuhan air irigasi harus menerapkan manajemen yang didukung oleh teknologi dan perangkat hukum yang baik. Pemanfaatan sumber daya air diatur sedemikian rupa agar sesuai dengan keperluan tanaman. Pengelolaan yang baik berarti bangunan dan jaringan irigasi serta fasilitasnya perlu dikelola secara tertib dan teratur dibawah pengawasan dan pertanggungjawaban suatu instansi atau organisasi Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) (Peraturan Pemerintah, 2001).

2.2.3 Jaringan Irigasi

Berdasarkan Erman Mawardi (2007:10) pada sistem irigasi teknis, menurut letak dan fungsinya, saluran dibagi menjadi empat :

1. Saluran primer yaitu saluran yang membawa air dari bangunan utama sampai bangunan akhir.
2. Saluran sekunder yaitu saluran yang membawa air dari saluran pembagi pada saluran primer sampai bangunan akhir.
3. Saluran tersier adalah saluran yang berfungsi mengairi satu petak tersier, yang mengambil airnya dari saluran sekunder atau saluran primer.

4. Saluran kuarter yaitu saluran di petak sawah dan mengambil air secara langsung dari saluran tersier.

Jaringan irigasi adalah kesatuan dari saluran dan bangunan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, dan penggunaan. Berdasarkan pada Peraturan Pemerintah No. 25 tahun 2001 tentang irigasi, yang dimaksud dengan jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangannya. Jaringan irigasi ada 2 macam yaitu :

1. Jaringan irigasi utama adalah jaringan irigasi yang berada dalam satu sistem irigasi, mulai dari bangunan utama, saluran induk/primer, saluran sekunder, dan bangunan sadap serta bangunan pelengkap.
2. Jaringan irigasi tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air di dalam petak tersier yang terdiri dari saluran pembawa yang disebut saluran tersier, saluran pembagi yang disebut saluran kuarter dan saluran pembuang serta saluran pelengkap, termasuk jaringan irigasi pompa yang luas areal pelayanannya disamakan dengan areal tersier.

Berdasarkan pemeliharaan pada jaringan irigasi dapat dibedakan dalam 4 (empat) macam pemeliharaan, yaitu :

1. Pemeliharaan rutin : Pemeliharaan ringan pada bangunan dan saluran irigasi yang dapat dilakukan sementara selama eksploitasi tetap berlangsung, dimana pemeliharaan hanya bagian bangunan/saluran yang ada di permukaan saja.
2. Pemeliharaan berkala : Pemeliharaan yang dilakukan pada bagian bangunan dan saluran dibawah permukaan air, pada waktu melaksanakan pekerjaan ini saluran dikeringkan terlebih dahulu.

3. Pemeliharaan pencegahan : Pemeliharaan pencegahan ini adalah usaha untuk mencegah terjadinya kerusakan pada jaringan irigasi akibat gangguan manusia yang tidak bertanggung jawab atau akibat gangguan binatang.
4. Pemeliharaan darurat : Pekerjaan yang dilakukan untuk memperbaiki akibat kerusakan yang tidak terduga sebelumnya, misalnya karena banjir atau gempa bumi.

2.2.4 Bangunan irigasi

Bangunan irigasi dalam jaringan irigasi teknis mulai dari awal sampai akhir dapat menjadi dua kelompok yaitu (Erman Mawardi 2007:10) :

1. Bangunan untuk pengambilan atau penyadapan, pengukuran, dan pembagian air.
2. Bangunan pelengkap untuk mengatasi halangan atau rintangan sepanjang saluran dan bangunan lain.

Bangunan yang termasuk dalam kelompok pertama antara lain yaitu:

1. Bangunan penyadap/pengambilan pada saluran induk yang mempergunakan atau tidak bangunan bendung. Jika dipergunakan pembendungan maka dibangun bangunan bendung dan jika tidak mempergunakan pembendungan maka dapat dibangun bangunan pengambilan bebas.
2. Bangunan penyadap yaitu bangunan untuk keperluan penyadapan air dari saluran primer ke saluran sekunder.
3. Bangunan pembagi untuk membagi air dari satu saluran ke saluran yang lebih kecil.
4. Bangunan pengukur yaitu bangunan untuk mengukur banyak debit air yang melalui saluran tersebut.

Bangunan yang termasuk dalam kelompok kedua antara lain yaitu:

1. Bangunan pembilas untuk membilas endapan angkutan sedimen di kantong sedimen / saluran induk.
2. Bangunan peluah atau pelimpah samping yaitu untuk melimpahkan debit air yang berlebihan keluar saluran.
3. Bangunan persilangan antara saluran dengan jalan, selokan, bukit dan sebagainya.
4. Bangunan untuk mengurai kemiringan dasar saluran yaitu bangunan terjun dan got miring.

2.2.5 Irigasi sumur bor

Sesuai ketentuan umum dalam peraturan pemerintah tentang Irigasi No.20 Tahun 2006, irigasi sumur bor adalah usaha pengambilan air dari bawah permukaan tanah (mengangkat/ memindahkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi) dengan menggunakan bantuan pompa air, sehingga dapat didistribusikan dan digunakan untuk keperluan irigasi. Irigasi sumur bor ini mempunyai kelebihan dan kelemahan yaitu:

Kelebihan irigasi sumur bor:

1. Adanya kepastian perolehan air dibandingkan dengan irigasi permukaan.
2. Rencana tata tanam dapat disesuaikan menurut kebutuhan.
3. Petani dapat mengatur sendiri penyediaan air untuk irigasinya.

Kelemahan irigasi sumur bor:

1. Diperlukan investasi/ modal yang relatif besar untuk pembangunannya.
2. Perlu perawatan yang intensif dan terus-menerus.
3. Diperlukan biaya operasi dan pemeliharaan yang memadai.

Bagian-Bagian Irigasi Sumur Bor :

1. Sumur air tanah, yang berfungsi untuk mengumpulkan air dari akuifer.
2. Pompa air tanam (*Submersible Pump*) dengan mesin penggeraknya (mesin disel, generator set, listrik dari PLN).

3. Bangunan stasiun pompa (rumah pompa), yang berfungsi sebagai tempat panel pompa, mesin, dan alat-alat pendukung lainnya.
4. Reservoar yang berfungsi sebagai bak penenang/bak penampungan air sebelum dialirkan ke saluran pembawa.
5. Saluran pembawa, yang dapat menggunakan pipa air.
6. Bangunan pembagi ke masing-masing box.

2.2.6 Prinsip kerja jaringan irigasi sumur bor

Pembuatan jaringan irigasi sumur bor dimaksudkan untuk mensuplesi kebutuhan air tanaman pada daerah lahan tadah hujan maupun daerah irigasi permukaan yang tidak mendapat giliran lahannya untuk diairi, sehingga mampu menjamin ketersediaan air baik pada musim penghujan maupun musim kemarau. Pemanfaatan air tanah untuk irigasi tidak akan lepas dari adanya pembuatan sumur-sumur pompa sebagai salah satu sumber air. Untuk perencanaan sumur dan pengontrolannya dapat dilakukan pengujian sumur dan pengujian akuiter.

Jaringan irigasi sumur bor direncanakan dengan sistem saluran tertutup (perpipaan). Dengan tiap-tiap outletnya menggunakan box pembagi untuk disalurkan ke sawah maupun kebun sesuai dengan luasan tiap arealnya melalui saluran terbuka atau saluran kecil. Pemberian air untuk outlet digunakan cara bergilir. Dengan berdasarkan pola total tinggi tekan statis yang terjadi yang digunakan untuk menentukan daya pompa untuk pengaliran air irigasi ke outlet - outlet.

2.2.7 Irigasi pipa

Irigasi pipa adalah suatu sistem irigasi yang memanfaatkan bahan pipa sebagai media distribusi/penyalur air irigasi. Menurut pengalirannya irigasi pipa dibagi menjadi dua bagian, yaitu: irigasi pipa bertekanan (aliran penuh) dan irigasi pipa tanpa tekanan (aliran tidak penuh). Perbedaan mendasar antara

irigasi pipa bertekanan dan irigasi pipa tanpa tekanan adalah adanya permukaan yang bebas berupa udara pada irigasi pipa tanpa tekanan. Jadi seandainya pada pipa alirannya tidak penuh sehingga masih ada rongga yang berisi udara, maka sifat dan karakteristik alirannya sama dengan aliran pada saluran terbuka (Triatmojo 1996). Untuk lebih jelasnya berikut pada Gambar 1 (a) ditampilkan aliran pada pipa bertekanan dan (b) aliran pada pipa tanpa tekanan.

Perencanaan aliran di dalam saluran pipa yang tidak penuh (tanpa tekanan) mengikuti kaidah aliran saluran terbuka (tekanan permukaan air = tekanan atmosfer). Menurut Kriteria Perencanaan Irigasi (KP Irigasi – 03) dalam perencanaan ruas saluran, aliran dianggap aliran tetap. Dengan demikian, untuk menghitung kecepatan aliran, dapat dihitung dengan Persamaan 2.1 Strikler :

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:

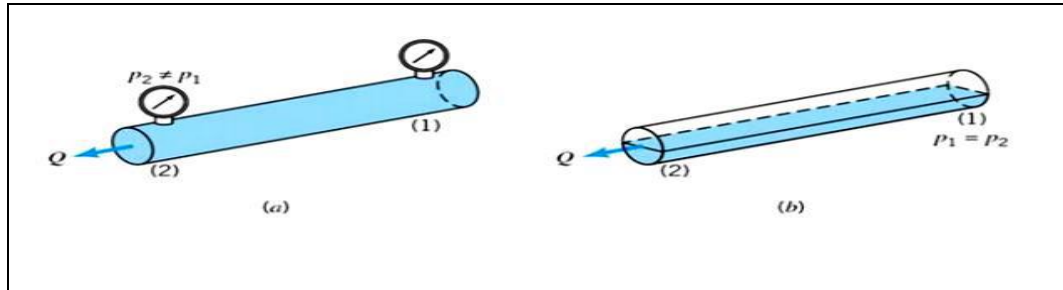
- V = kecepatan aliran (m/s),
- K = koefisien kekasaran strikler,
- R = jari-jari hidrolis (m),
- I = kemiringan energi (kemiringan saluran).

Kebutuhan air yang harus dipenuhi akan menentukan dimensi sebuah saluran. Menurut Kriteria Perencanaan Irigasi (KP Irigasi – 03) debit rencana sebuah saluran, dapat dihitung dengan persamaan 2.2 berikut :

$$Q = \frac{c \cdot NFR \cdot A}{e} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan :

- Q = debit rencana (l/s),
- c = koefisien pengurangan akibat sistem golongan,
- NFR = kebutuhan bersih (netto) air di sawah(l/s/ha),
- A = luas area yang diairi (Ha),
- e = efisiensi irigasi secara keseluruhan.



Gambar 2.1 (a) Aliran pada pipa bertekanan dan (b) Aliran pada pipa tanpa tekanan.

Sumber : Laksana, M. 2008

2.2.8 Pola tanam

Pola tanam adalah pembakuan dari pada jenis tanaman yang harus ditanam pada suatu lahan serta periode musim tanam tertentu. (Peraturan Bupati Pati 2011. Pedoman Pengaturan Pola Tanam). Tanaman dalam suatu areal dapat diatur menurut jenisnya yaitu monokultur, campuran, dan bergilir. Pola tanam monokultur yaitu menanam tanaman sejenis pada satu areal tanam. Pola tanam campuran yaitu beragam tanaman ditanam pada satu areal. Pola tanam bergilir yaitu menanam tanaman secara bergilir beberapa jenis tanaman pada berbeda di areal yang sama.

Pola tanam dapat digunakan sebagai landasan untuk meningkatkan produktivitas lahan. Hanya saja dalam pengelolaannya diperlukan ketrampilan yang baik tentang semua faktor yang menentukan produktivitas lahan tersebut. Biasanya, pengelolaan lahan sempit untuk mendapatkan hasil yang optimal maka pendekatan pertanian terpadu, ramah lingkungan, dan semua hasil tanaman merupakan produk utama adalah pendekatan yang bijak.

Pola tanam merupakan gambaran rencana tanam berbagai jenis tanaman yang akan dibudidayakan dalam suatu lahan beririgasi dalam satu tahun. Faktor yang mempengaruhi pola tanam:

1. Ketersediaan air dalam satu tahun
2. Prasarana yang tersedia dalam lahan tersebut
3. Jenis tanah setempat
4. Kondisi umum daerah tersebut
5. Kebiasaan dan kemampuan petani setempat

Tujuan pola tanam adalah memanfaatkan persediaan air irigasi seefektif mungkin, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Sedangkan tujuan dari penerapan pola tanam adalah sebagai berikut:

1. Menghindari ketidak seragaman tanaman.
2. Menetapkan jadwal waktu tanam agar memudahkan dalam usaha pengelolaan air irigasi.
3. Peningkatan efisiensi irigasi.
4. Persiapan tenaga kerja untuk penyiapan tanah agar tepat waktu.
5. Penentuan jenis pola tanam disesuaikan dengan debit air yang tersedia pada setiap musim tanam. Jenis pola tanam suatu daerah irigasi dapat digolongkan menjadi:
 1. Padi – Padi
 2. Padi – Padi – Palawija
 3. Padi – Palawija – Palawija

2.2.9 Pemberian air

Pemberian air irigasi adalah penyaluran alokasi air dari jaringan utama ke petak tersier dan kuarter (Peraturan Pemerintah tahun 2001). Ditinjau dari cara pemberian air, jaringan irigasi dibedakan menjadi empat macam cara yaitu :

1. Jaringan irigasi permukaan (aliran yang diambil melalui sungai, danau, dan sumber air lainnya kemudian dialirkan ke petak-petak sawah).
2. Jaringan irigasi air tanah dalam (menggunakan sumur bor/resapan, dengan cara memompa air tersebut dengan pompa air kemudian dialirkan ke petak-petak sawah).

3. Jaringan irigasi sistem pantek atau pancaran dengan menggunakan alat *sprinkler*.
4. Jaringan irigasi dengan cara tetesan (*trickle irrigation*), yaitu sistem irigasi dengan memakai pipa-pipa yang ditempatkan pada tempat tertentu sebagai jalan keluarnya air dengan cara menetes di atas tanah.

Cara pembagian air irigasi dengan sumur bor yaitu dengan sistem bergilir dimana pemanfaatan air dilakukan secara bergilir. Pemakaian air ini diatur oleh juru air yang dikoordinasikan dengan operator genset dan pompa. Dalam hal ini petani mendaftarkan diri untuk pengaliran air ke petak lahan pertaniannya. Dari daftar antrian pengamprahan air tersebut operator dan juru arah mengatur mengenai penggiliran pengaliran air.

2.3 Analisa Hidrologi

2.3.1 Curah hujan efektif

Curah hujan efektif merupakan curah hujan yang jatuh pada suatu daerah dan dapat digunakan tanaman untuk pertumbuhannya untuk memenuhi kehilangan air akibat evapotranspirasi tanaman, perkolasi dan lain– lain. Jumlah hujan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman tergantung pada jenis tanaman. Curah hujan yang turun tidak semuanya dapat digunakan untuk tanaman dalam pertumbuhannya, maka perlu dicari curah hujan efektifnya.

Curah hujan efektif (Reff) ditentukan berdasarkan besarnya R80 yang merupakan curah hujan yang besarnya dapat dilampaui sebanyak 80% atau dengan kata lain dilampauinya 8 kali kejadian dari 10 kali kejadian. Dengan kata lain bahwa besarnya curah hujan yang terjadi lebih kecil dari R80 mempunyai kemungkinan hanya 20%. Untuk menghitung besarnya curah hujan efektif berdasarkan R80, dinyatakan dengan rumus 2.5 dan 2.6 sebagai berikut:

$$R_{80} = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$m = R_{80} \times (n + 1) \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan :

R_{80} = curah hujan efektif 80% (mm/hari),

m = rangking curah hujan yang dipilih,

n = jumlah data.

1. Untuk tanaman padi, curah hujan efektif ditentukan sebesar 70% dari curah hujan 15 harian yang terlampaui 80% dari waktu dalam periode tersebut, di nyatakan dengan rumus 2.7 sebagai berikut:

$$Re = 0,7 \times R_{80} \dots\dots\dots(2.7)$$

2. Untuk tanaman palawija, curah hujan efektif adalah 50% dari curah hujan bulanan. nyatakan dengan rumus 2.8 sebagai berikut:

$$Re = 0,7 \times R_{50} \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan :

Re = curah hujan efektif (mm),

R_{80} = curah hujan rancangan dengan probabilitas 80% (mm),

R_{50} = curah hujan rancangan dengan probabilitas 50% (mm).

2.3.2 Evapotranspirasi

Besarnya evapotranspirasi potensial dapat dihitung dengan menggunakan Metode Penman yang sudah dimodifikasi guna perhitungan di daerah Indonesia adalah sebagai berikut (Suhardjono, 1994:54):

$$ET_o = c \times E_{to}^* \dots\dots\dots (2.9)$$

$$E_{to}^* = W \times (0,75 \times R_s - R_{n1}) + (1 - W) \times f(u) \times (e_a - e_d) \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan :

c = angka koreksi Penman yang besarnya mempertimbangkan perbedaan cuaca,

W = faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah,

R_s = radiasi gelombang pendek,

$$= (0,25 + 0,54 \times) \times R_a \text{ (mm/hr)} \dots\dots\dots (2.11)$$

R_a = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer,

tergantung letak lintang daerah (mm/hr),

n = lama penyinaran matahari yang nyata (tidak terhalang awan) dalam 1 hari (jam),

N = lama kecerahan matahari yang mungkin dalam 1 hari (jam),

R_n = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hr),
 $= f(t) \times f(ed) \times f\left(\frac{n}{N}\right)$ (2.12)

$f(t)$ = fungsi suhu,

$f(ed)$ = fungsi tekanan uap,
 $= 0,34 - [0,044 \times (ed)0,5]$ (2.13)

$f\left(\frac{n}{N}\right)$ = fungsi kecerahan,
 $= 0,1 + [0,9 \times ()]$ (2.14)

$f(u)$ = fungsi kecepatan angin (m/dt),
 $= 0,27 (1 + 0,864) \times u$ (2.15)

$(ea-ed)$ = perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya,

ed = tekanan uap jenuh,
 $= ea \times RH$ (2.16)

ea = tekanan uap sebenarnya,

RH = kelembaban udara relatif (%).

2.4 Analisa Kebutuhan Air Irigasi

2.4.1 Penyiapan lahan

Analisis kebutuhan air selama pengolahan lahan dapat menggunakan metode seperti diusulkan oleh Van de Goor dan Zilijstra (Direktorat Perencanaan Teknis- 160) sebagai berikut:

$$IR = M. e_k / e_k - 1 \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

$$M = E_o + P \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

$$K = (M.T) / S \quad \dots\dots\dots (2.19)$$

dengan :

IR = kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari),

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari),

Eo = evaporasi potensial (mm/hari),

P = perkolasi (mm/hari),

K = konstanta,

T = jangka waktu pengolahan (hari),

S = kebutuhan air untuk penjenuhan (mm),

e = bilangan eksponen 2,7182.

2.4.2 Koefisien tanaman

Umur dan jenis tanaman yang ada mempengaruhi besar nilai koefisien tanaman. Faktor koefisien tanaman digunakan untuk mencari besarnya air yang habis terpakai untuk tanaman pada masa pertumbuhannya. Koefisien tanaman (Kc) untuk tanaman padi dan palawija dapat diperoleh dari tabel berikut:

Tabel 2.2 Koefisien Tanaman (Kc) Padi Menurut Nedeco/Prosida dan FAO

Periode 15 hari ke	Nedeco / Prosida		FAO	
	Varietas Biasa (ltr/dtk/ha)	Varietas Unggul (ltr/dtk/ha)	Varietas biasa	Varietas Unggul
1	1,20	1,20	1,10	1,10
2	1,20	1,27	1,10	1,10
3	1,32	1,33	1,10	1,05
4	1,40	1,30	1,10	1,05
5	1,35	1,15	1,10	0,95
6	1,25	0	1,05	0
7	1,12	-	0,95	-
8	0	-	0	-

Sumber :Anonim, 1986

Tabel 2.3. Koefisien Tanaman Palawija

Bulan	Masa Tumbuh (hari)	0.5	1	1.5	2	2.5	33.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
Kedelai	85	0.5	0.75	1	1	0.82	0.45							
Jagung	80	0.5	0.59	0.96	0.96	1.05	1.02	0.95						
Kacang Tanah	130	0.3	0.51	0.66	0.85	0.95	0.95	0.95	0.55	0.55				
Bawang	70	0.5	0.54	0.69	0.69	0.9	0.95							
Buncis	75	0.5	0.64	0.89	0.89	0.95	0.88							
Kapas	195	0.5	0.5	0.58	0.75	0.91	1.04	1.05	1.05	1.05	0.78	0.65	0.65	0.65

Sumber :Anonim, 1986

2.4.3 Penggunaan Konsumtif

Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP, penggunaan konsumtif air pada tanaman dinyatakan dengan persamaan 2.20 sebagai berikut :

$$Etc = Kc \cdot Eto \quad (2.20)$$

dengan :

Etc = kebutuhan konsumtif tanaman (mm/ hari),

Kc = koefisien tanaman,

Eto = evapotranspirasi (mm/hari).

2.4.4 Perkolasi

Perkolasi adalah masuknya air dari daerah tak jenuh ke dalam daerah jenuh air, pada proses ini air tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat – sifat tanah. Data – data mengenai perkolasi akan diperoleh dari penelitian kemampuan tanah maka diperlukan penyelidikan kelulusan tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan laju perkolasi dapat mencapai 1–3 mm/hari. Pada tanah – tanah

yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Untuk menentukan laju perkolasi, perlu di perhitungkan tinggi muka air tanahnya.

Tabel 2.4 Perkolasi Perbulan

Perkolasi (mm/hari)	28 hari	30 hari	31 hari
0	0	0	0
6	168	180	186
5	140	150	155
4	112	120	124
2	56	0	62
0	0	0	0

Sumber :Anonim, 1986

2.4.5 Penggantian lapisan air

Setelah pemupukan perlu dijadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan. Penggantian diperkirakan sebanyak 2 kali masing – masing 50 mm satu bulan dan dua bulan setelah transplantasi (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan). Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan secara empiris sebesar 250 mm, meliputi kebutuhan untuk penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai. Untuk lahan yang sudah tidak ditanami, kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan sebesar 30 mm.

2.4.6 Kebutuhan air tanaman

Perhitungan kebutuhan air Tanaman irigasi pada daerah persawahan diperoleh dengan persamaan sebagai berikut (Anonim, 1986:5):

1. Kebutuhan bersih air di sawah untuk padi nyatakan dengan rumus 2.21 adalah :

$$NFR = ET_c + WLR + P - Re \quad \dots\dots\dots (2.21)$$

dengan :

NFR = kebutuhan air irigasi di sawah (mm/hari),

Etc = kebutuhan air tanaman (mm/hari),

WLR = penggantian lapisan air (mm/hari),

P = kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari),

Re = curah hujan efektif (mm/hari).

2. Kebutuhan air irigasi untuk padi padi nyatakan dengan rumus 2.22 adalah :

$$IR = \frac{NFR}{e} \dots\dots\dots (2.22)$$

dengan :

IR = kebutuhan air irigasi (mm/hr),

e = efisiensi irigasi secara keseluruhan.

3. Kebutuhan air irigasi untuk palawija padi nyatakan dengan rumus 2.23

$$IR = (ETc - Re) / e \dots\dots\dots (2.23)$$

4. Kebutuhan pengambilan air pada sumbernya padi nyatakan dengan rumus 2.24 sebagai berikut :

$$DR = \frac{IR}{8,64} \dots\dots\dots (2.24)$$

dengan :

DR = kebutuhan pengambilan air pada sumbernya (lt/dt/ha),

IR/8,64 = angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/dt/ha.

Kebutuhan air di sawah untuk tanaman padi dapat ditentukan oleh faktor-faktorsebagai berikut (Erman Mawardi 2007:103) :

1. Cara penyiapan lahan.
2. Kebutuhan air untuk tanaman.
3. Perlokasi dan rembesan.
4. Pergantian lapisan air.

5. Curah hujan efektif.

Besarnya kebutuhan air dapat ditentukan berdasarkan tenaga kerja yang menangani usaha tani. Keterampilan kerja petani diperoleh melalui pendidikan dan keterampilan turun menurun. Dengan adanya tenaga kerja yang terampil, petani diharapkan dapat mengerjakan lahan pertaniannya dengan baik. Besarnya kebutuhan air di sawah bervariasi menurut tahap pertumbuhan tanaman dan bergantung pada cara pengelolaan lahan. Besarnya kebutuhan air di sawah dinyatakan dalam mm/hari

Angka kebutuhan air berdasarkan literatur yang ada yaitu:

- a. Pengelolaan tanah, selama 1-1,5 bulan dengan kebutuhan air 10-14 mm/hari.
- b. Pertumbuhan pertama (vegetatif), selama 1-2 bulan dengan kebutuhan air 4-6 mm/hari.
- c. Pertumbuhan kedua (vegetatif), selama 1-1,5 bulan dengan kebutuhan air 6-8 mm/hari.
- d. Pemasakan selama lebih kurang 1-1,5 bulan dengan kebutuhan air 5-7 mm/hari.
- e. Kedalaman air di sawah yang selama ini dilakukan oleh petani
- f. Kedalaman air di sawah setinggi sekitar 2,5-5 cm dimaksudkan untuk mengurangi pertumbuhan rumput/gulma.
- g. Kedalaman air di sawah setinggi sekitar 5-10 cm dimaksudkan untuk meniadakan pertumbuhan rumput/gulma.

2.5 Analisa Hidrolika Jaringan Perpipaan

Tegangan geser yang terjadi pada dinding pipa merupakan penyebab utama menurunnya garis energi pada suatu aliran (*major losses*) selain bergantung juga pada jenis pipa. Adapun besarnya kehilangan tinggi tekan mayor dalam kajian ini dihitung dengan persamaan Hazen-Williams (Bentley, 2007):

$$Q = 0,278 \cdot C_{hw} \cdot D^{2,63} \cdot I^{0,54} \quad \dots\dots\dots (2.25)$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi D^2} \quad \dots\dots\dots (2.26)$$

$$h_f = \left(\frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63}} \right)^{1,85} \cdot L \quad \dots\dots\dots (2.27)$$

dengan:

- V = kecepatan aliran pada pipa (m/dt)
- Chw = koef. kekasaran pipa Hazen-Williams
- A = luas penampang aliran (m²)
- Q = debit aliran pada pipa (m³/dt)
- L = panjang pipa (m)
- I = kemiringan hidraulis
- R = jari-jari hidraulis (m)
- hf = kehilangan tekanan (m/km)

Tabel 2.5 Koefisien Kekasaran Pipa Hazen-Williams (Chw)

NO	Jenis Pipa	Nilai Koefisien
1	Pipa PVC	130-150
2	Pipa Asbes	120-150
3	Pipa Berlapis Semen	100-140
4	Pipa besi digalvani	100-120
5	Cast Iron	90-125

Sumber: (Bentley, 2007)

Adapun kehilangan tinggi tekan minor dapat dihitung dengan persamaan 2.30 berikut (Linsley, 1989:273):

$$h_f = \sum k \times \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots (2.30)$$

dengan:

- hf = kehilangan tinggi minor (m)
- V = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/dt)

g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

k = koef kehilangan tinggi tekan minor.

Tabel 2.6. Koefisien kehilangan tinggi tekan berdasarkan perubahan bentuk (K)

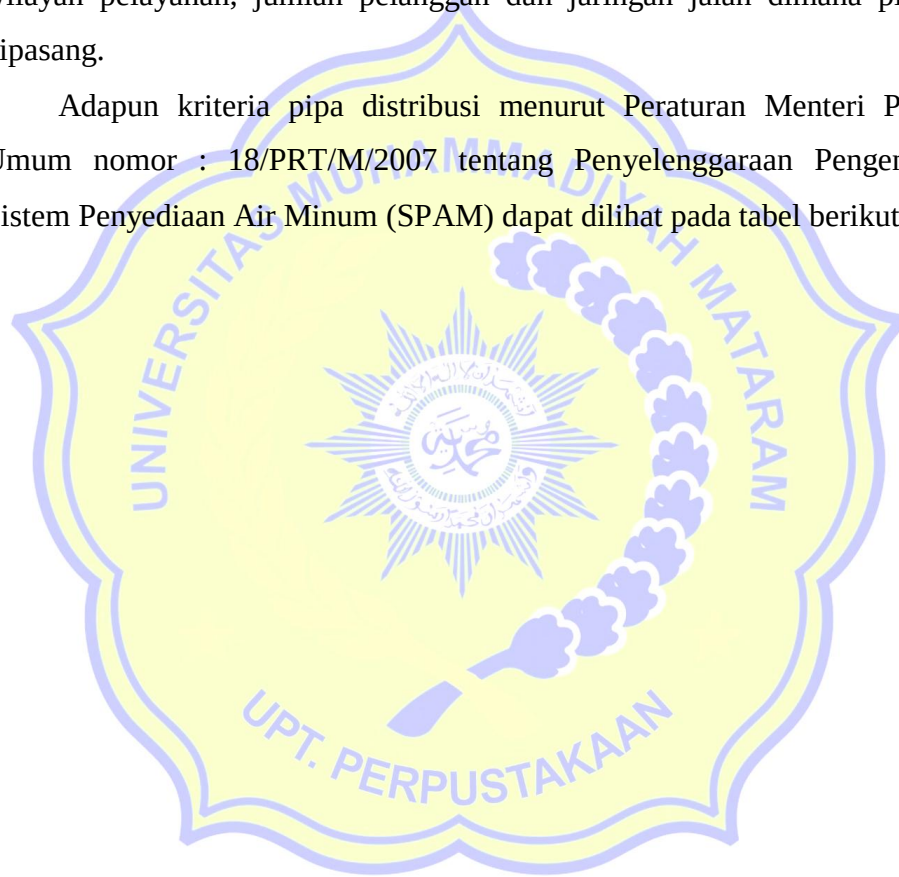
Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K	Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K
Awal Masuk Ke Pipa		Belokan 90°	
Bell	0,03-0,05	R/D = 4	0,16-0,18
Melengkung	0,12-0,25	R/D = 2	0,19-0,25
Membelok Tajam	0,50	R/D = 1	0,35-0,40
Projecting	0,80	Belokan tertentu	
		$\theta = 15^\circ$	0,05
Pengecilan tiba-tiba		$\theta = 30^\circ$	0,10
$D_2/D_1 = 0,80$	0,18	$\theta = 45^\circ$	0,20
$D_2/D_1 = 0,50$	0,37	$\theta = 60^\circ$	0,35
$D_2/D_1 = 0,20$	0,49	$\theta = 90^\circ$	0,80
Pengecilan mengerucut		T (Tee)	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,05	aliran searah	0,30-0,40
$D_2/D_1 = 0,50$	0,07	aliran bercabang	0,75-1,80
$D_2/D_1 = 0,20$	0,08		
Pembesaran tiba-tiba		Persilangan	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,16	aliran searah	0,50
$D_2/D_1 = 0,50$	0,57	aliran bercabang	0,75
$D_2/D_1 = 0,20$	0,92		
Pembesaran mengerucut		45° Wye	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,03	aliran searah	0,30
$D_2/D_1 = 0,50$	0,08	aliran bercabang	0,50
$D_2/D_1 = 0,20$	0,13		

Sumber: Triatmadja, R., 2006

2.6 Standar Efektifitas Jaringan Distribusi

Perencanaan teknis pengembangan SPAM unit distribusi dapat berupa jaringan perpipaan yang terkoneksi satu dengan lainnya membentuk jaringan tertutup (*loop*), sistem jaringan distribusi bercabang (*dead-end distribution system*), atau kombinasi dari kedua sistem tersebut (*grade system*). Bentuk jaringan pipa distribusi ditentukan oleh kondisi topografi, lokasi *reservoir*, luas wilayah pelayanan, jumlah pelanggan dan jaringan jalan dimana pipa akan dipasang.

Adapun kriteria pipa distribusi menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor : 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dapat dilihat pada tabel berikut ini.



Tabel 2.7 Kriteria Pipa Distribusi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q Puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{\text{peak}} = F_{\text{peak}} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2	Faktor Jam Puncak	F peak	1,15 -3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa		
	a) Kecepatan minimum	V min	0,3 - 0,6 m/det
	b) Kecepatan maksimum		
	Pipa PVC atau ACP	V.max	3,0 - 4,5 m/det
	Pipa baja atau DCIP	V.max	6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa		
	a) Tekanan minimum	h min	(0,5 - 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh
	b) Tekanan maksimum		
	Pipa PVC atau ACP	h max	6 - 10 atm
	Pipa baja atau DCIP	h max	10 atm
	Pipa PE 100	h max	12.4 MPa
	Pipa PE 80	h max	9.0 MPa

Sumber : PERMEN PU NO. 18/PRT/M/2007

2.7 Analisis Struktur Reservoir

Reservoir berfungsi sebagai penampung atau penyimpan air, baik dari hasil olahan (jika menggunakan pengolahan) maupun langsung dari sumber mata air. Selain itu, bak penampung berfungsi untuk mengatasi masalah naik turunnya kebutuhan air dan merupakan bagian dari pengelolaan distribusi air di masyarakat.

Bak penampung juga dapat digunakan untuk pengambilan air langsung (seperti hidran umum). Bak penampung juga dapat memperbaiki mutu air melalui proses pengendapan.

Bangunan bak penampung dapat berupa beton cor, pasangan bata, atau bak plastik (fiber) yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi. Bak penampung harus kedap air dan tidak mudah bocor.

Dalam perhitungan struktur ditinjau pada kondisi reservoir terisi air penuh, Sebab pada saat kondisi tersebut dinding reservoir menahan tekanan dari 2 arah yaitu tekanan dari tanah dan tekanan dari air.

Berikut faktor-faktor yang perlu diperhitungkan dalam menganalisis struktur *reservoir* :

1. Distribusi tekanan pada dinding dan dasar *reservoir* dapat dihitung dalam bentuk persamaan 2.27 sebagai berikut (Sudarmoko, berdasarkan SNI-03-2847-1992):

$$P_{max} = \rho_{air} \times g \times h \dots\dots\dots(2.27)$$

dengan :

- P_{max} = tekanan maksimum (kN/m²)
- ρ_{air} = berat sendiri air (kg/m³)
- g = percepatan gravitasi (m/dt²)
- h = tinggi air dalam reservoir (m)

2. Pembebanan

Dalam perencanaan struktur bangunan *reservoir* hal utama yang perlu diperhitungkan adalah gaya-gaya yang bekerja pada struktur *reservoir* itu sendiri.

Beberapa gaya-gaya yang bekerja pada struktur *reservoir* antara lain :

- a. Akibat beban mati

Yaitu berat sendiri bangunan di tambah dengan berat air hujan di asumsikan 20 kg/m².

- b. Akibat beban hidup

Beban hidup pada gedung, yang dapat dicapai dan dibebani oleh orang diambil minimum sebesar 100 kg/m².

3. Perencanaan penulangan

Dalam merencanakan penulangan strukrur *reservoir* yang pertama ditentukan adalah kuat tekan beton yang disyaratkan ($f'c$) dalam satuan Mpa, tegangan leleh yang disyaratkan dari tulangan baja (f_y) dalam satuan Mpa, momen maksimum pada penampang (M_u) dalam satuan kNm, tebal pelat rencana dan tebal lapisan beton. Kemudian menghitung tebal efektif dengan rumus 2.28 sebagai berikut (Sudarmoko, berdasarkan SNI-03-2847-1992):

$$d = h - \left(\text{Cvr Beton} + \frac{1}{2} D \text{ Tulangan} \right) \dots\dots\dots(2.28)$$

dengan :

- d = tebal efektif (mm)
- h = tebal pelat (mm)
- D = diameter tulangan (mm)
- Cvr Beton = Rasio Validitas isi,jumlah

4. Koefisien tahanan pelat (R_n)

Dihitung dengan rumus sebagai 2.29 berikut berikut (Sudarmoko) berdasarkan SNI-03-2847-1992):

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} \dots\dots\dots(2.29)$$

dengan :

- R_n = koefisien tahanan
- M_u = momen maksimum (kNm)
- ϕ = faktor reduksi kekuatan (mm)
- d = tebal efektif (mm)

5. Rasion tulangan

Syarat dalam perhitungan rasio penulangan $\rho_{\min} < \rho_{\text{hit}} < \rho_{\max}$, dengan rumus sebagai berikut (Sudarmoko, berdasarkan SNI-03-2847-1992):

- a. Rasio tulangan pada keadaan seimbang

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 f'c \beta}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots(2.30)$$

- b. Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.31)$$

- c. Rasio tulangan maksimum

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_{\text{bal}} \dots\dots\dots(2.32)$$

- d. Rasio tulangan rencana

$$\rho_{\text{hit}} = \frac{0,85 f'c}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 Rn}{0,85 + f'c}} \right) \dots\dots\dots(2.33)$$

dengan :

Rn = koefisien tahanan

$f'c$ = kuat tekan beton (Mpa)

f_y = tegangan leleh baja (Mpa)

- e. Menghitung luas tulangan yang diperlukan (As perlu)

$$As \text{ perlu} = \rho \times b \times d \dots\dots\dots(2.34)$$

f. Menghitung jarak tulangan

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \pi \times d^2 \times b}{A_s \text{ perlu}} \dots\dots\dots(2.35)$$

6. Momen rencana (Mr)

Agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban maka nilai momen rencana harus lebih besar dari momen maksimum ($M_r > M_u$) (Sudarmoko, berdasarkan SNI-03-2847-1992).

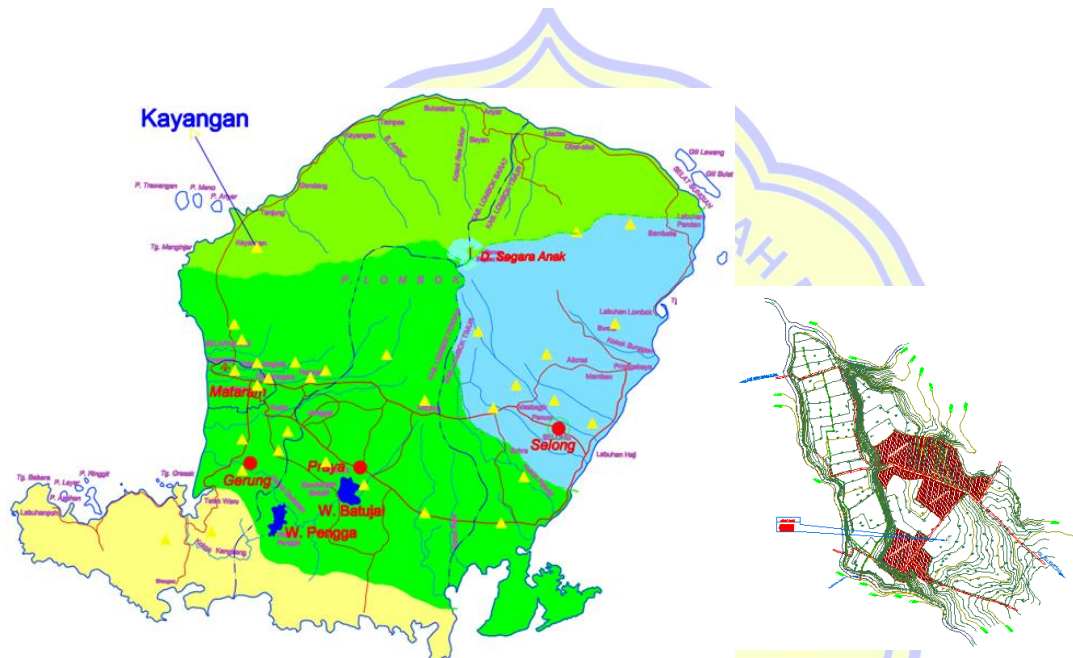


BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1 Lokasi Perencanaan

Perencanaan ini mengambil lokasi penelitian di Desa Kayangan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Utara dapat di lihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan

3.2 Langkah Penelitian

3.2.1 Pengumpulan data

Dalam analisis perencanaan di perlukan pengumpulan data yang relevan. Data tersebut terdiri dari data yang diperoleh dari hasil survey lapangan, observasi, instansi terkait dan pengukuran langsung dilapangan. Data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil survey, observasi dan pengukuran

langsung di lapangan berupa skema jaringan irigasi dan luas lahan pertanian. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait atau secara tidak langsung berupa data curah hujan, peta topografi dan data pengukuran debit sumur bor.

3.2.2 Menentukan skema jaringan irigasi

Tujuan pembuatan skema jaringan irigasi adalah untuk mengetahui jaringan irigasi, bangunan irigasi, serta daerah – daerah yang diairi meliputi luas, nama dan debit.

3.2.3 Analisa data

1. Analisa Hidrologi

- a. Curah hujan rata-rata daerah memiliki intensitas yang berbeda – beda.
- b. Curah Hujan Efektif adalah curah hujan yang jatuh pada suatu daerah
- c. Evapotranspirasi adalah besarnya gabungan evaporasi dan transpirasi tumbuhan yang hidup di permukaan bumi.

2. Analisa Kebutuhan Air Irgasi

- a. Penyiapan Lahan suatu proses mengubah sifat tanah dengan mempergunakan alat pertanian yang sesuai dengan kebutuhan.
- b. Koefisien Tanaman adalah digunakan untuk mencari besarnya air yang habis terpakai.
- c. Penggunaan Konsumtif adalah jumlah air yang terjadi selama pertumbuhan tanaman dengan adanya penguapan dari permukaan tanah.
- d. Perkolasi adalah masuknya air didaerah tak jenuh ke dalam daerah jenuh air.
- e. Penggantian Lapisan Air adalah jadwal untuk menggantikan lapisan air menurut kebutuhannya.

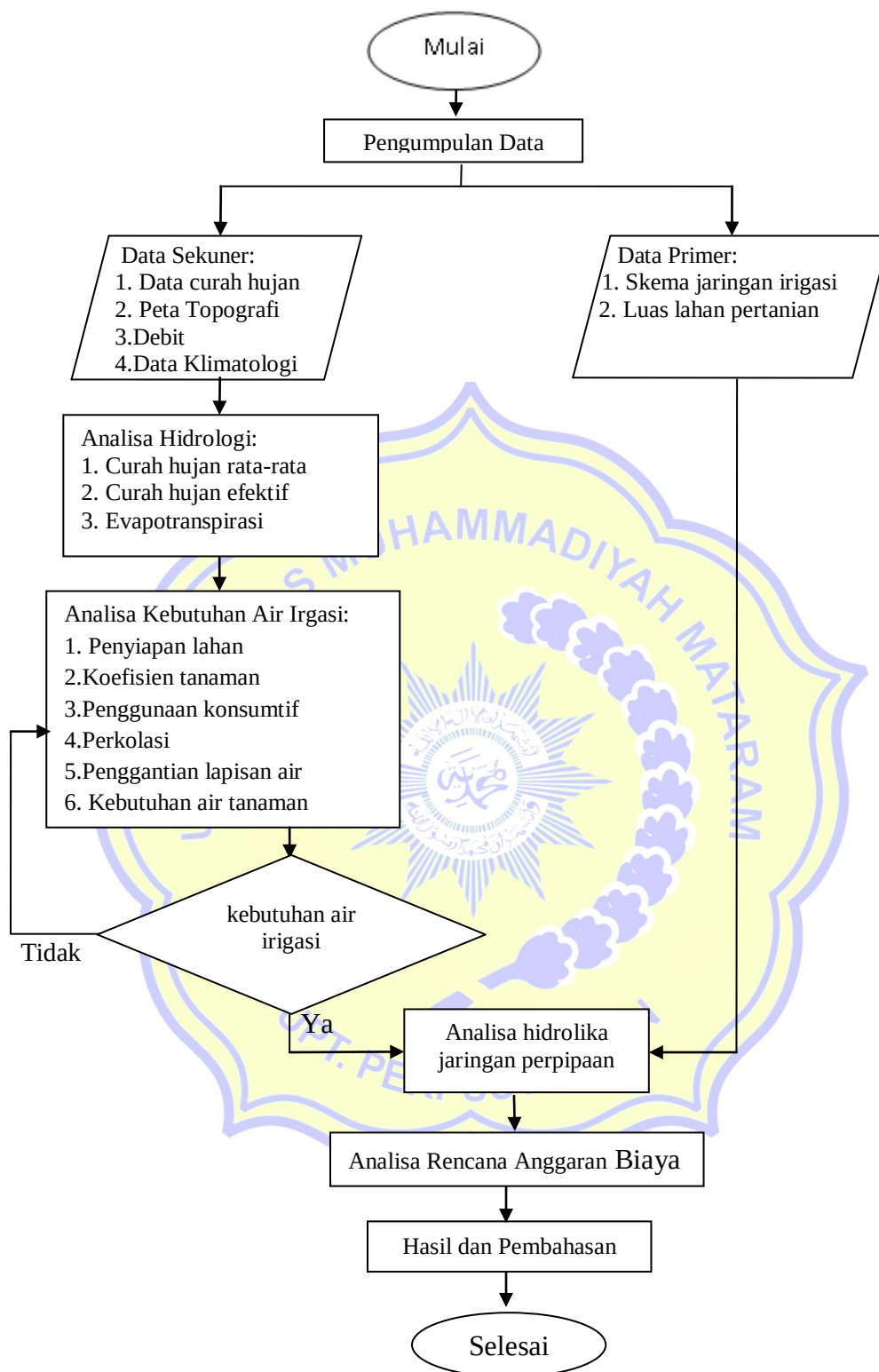
f. Kebutuhan Air Tanaman adalah jumlah kedalaman air yang diperlukan untuk menggantikan air yang hilang melalui evapotranspirasi

1. Analisa Hidrolika Jaringan Perpipaan

3.2.4 Bagan alir perencanaan

Dari langkah studi diatas, maka dapat dibuat sebuah bagan alir perencanaan pada gambar 3.2 :





Gamba 3.2 Bagan Alir perencanaan