

**STUDI PERENCANAAN IRIGASI DAS MALAYA DI KECAMATAN
LEMONG KABUPATEN PESISIR BARAT PROVINSI LAMPUNG
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

(Skripsi)

Oleh

**Steffanus Adrian Wibowo Wicaksono
NPM 1754071006**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

STUDI PERENCANAAN IRIGASI DAS MALAYA DI KECAMATAN LEMONG KABUPATEN PESISIR BARAT PROVINSI LAMPUNG BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Oleh

STEFFANUS ADRIAN WIBOWO WICAKSONO

Kabupaten Pesisir Barat memiliki potensi dibidang pertanian khususnya tanaman padi. Namun karena belum ada perencanaan irigasi yang baik dimusim kering. Sehingga untuk meningkatkan produktivitas lahan padi di Pesisir Barat, perlu dilakukan analisis kebutuhan air irigasi di Kabupaten tersebut. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang analisis kebutuhan air irigasi untuk mendapatkan debit air yang dibutuhkan dalam pengairan lahan guna mengembangkan potensi sumber daya air di daerah aliran sungai Way Malaya Kecamatan Lemong, Pesisir Barat. Analisis kebutuhan air irigasi meliputi analisis neraca air lahan dengan model SWAT (*Soil And Water Assessment Tools*), kebutuhan air tanaman, kebutuhan air irigasi, debit andalan, dan kecukupan sumber daya air. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) dilakukan untuk membantu proses penelitian. Potensi sumber daya air di Kecamatan Lemong dapat memenuhi kebutuhan air irigasi tanaman padi dua kali musim tanam dengan luas lahan 76,42 Ha. Sedangkan pada penanaman palawija potensi sumber daya air hanya mencukupi kebutuhan air irigasi untuk luas lahan 19 Ha dan membutuhkan penambahan debit air tanah sebesar $0,51 \text{ m}^3/dt$ agar luas tanam dapat ditingkatkan menjadi 76,42 Ha.

Kata Kunci: Irigasi, Sistem informasi geografi, SWAT.

ABSTRAK

STUDY OF MALAYA WATERSHED IRRIGATION PLANNING IN LEMONG SUB-DISTRICT PESISIR BARAT REGENCY LAMPUNG BASED ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

By

STEFFANUS ADRIAN WIBOWO WICAKSONO

Pesisir Barat Regency has the potential in agriculture, especially rice. However, there is no management of water resources available in dry season. So that in order to increase the productivity of paddy fields at Pesisir Barat, it is necessary to analyze the needs for irrigation water in the district. Therefore, it is necessary to conduct research on the analysis of irrigation water needs to obtain the water discharge needed for land irrigation in order to develop the potential of water resources in Way Malaya, Lemong District, Pesisir Barat. Analysis of irrigation water needs includes analysis of land water balance using the SWAT (Soil And Water Assessment Tools) model, crop water needs, irrigation water needs, reliable discharge, and adequacy of water resources. The use of Geographical Information Systems (GIS) is carried out to assist the research process. Potential water resources in Lemong Subdistrict can meet the needs of irrigation water for rice plants twice the planting season with a land area of 76.42 hectares. Whereas in the cultivation of secondary crops, the potential of water resources is only sufficient for irrigation water for a land area of 19 hectares and requires additional groundwater discharge of $0,51 \text{ m}^3/\text{dt}$ so extensive planting can be upgraded to 76,42 Ha.

Keywords: Irrigation, Geographic information system, SWAT.

**STUDI PERENCANAAN IRIGASI DAS MALAYA DI KECAMATAN
LEMONG KABUPATEN PESISIR BARAT PROVINSI LAMPUNG
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

Oleh

STEFFANUS ADRIAN WIBOWO WICAKSONO

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **STUDI PERENCANAAN IRIGASI DAS MALAYA
DI KECAMATAN LEMONG KABUPATEN
PESISIR BARAT PROVINSI LAMPUNG
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

Nama Mahasiswa : **Steffanus Adrian Wibowo Wicaksono**

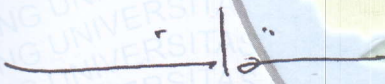
No. Pokok Mahasiswa : **1754071006**

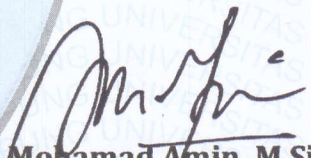
Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

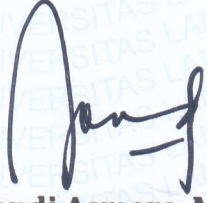


1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Ir. Ridwan, M.S.
NIP 19651114 199503 1 001


Dr. Mohamad Amin, M.Si.
NIP 19610220 198803 1 002

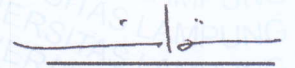
2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP 19621010 198902 1 002

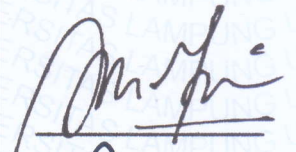
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

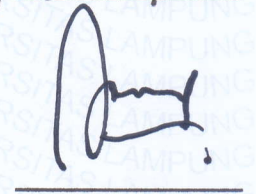
Ketua : Dr. Ir. Ridwan, M.S.



Sekretaris : Dr. Mohamad Amin, M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si
NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 04 Agustus 2021

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Steffanus Adrian Wibowo Wicaksono

NPM 1754017006

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing:

1) Dr. Ir. Ridwan, M.S. dan 2) Dr. Mohamad Amin, M.Si. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandarlampung, 25 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Steffanus Adrian Wibowo W

NPM. 1754071006

RIYAWAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 27 Juni 1999, sebagai anak keempat dari empat bersaudara keluarga Bapak Bernadus Dwi Puspo Rancangpurwo dan Antonia Endang Setyowati. Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK Fransiskus Tanjung Karang, Bandar

Lampung sejak tahun 2003 sampai 2005, lalu penulis melanjutkan pendidikan ke sekolah dasar di SD Fransiskus Tanjung Karang, Bandar Lampung sejak 2005 sampai dengan tahun 2011. Penulis selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMP Fransiskus Tanjung Karang, Bandar Lampung pada tahun 2011 sampai 2014, dan melanjutkan sekolah menengah atas di SMA Xaverius Bandar Lampung, Bandar Lampung pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2017.

Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Fisika Dasar Pertanian pada tahun ajaran 2018/2019 dan 2019/2020 serta Asisten Dosen Mata Kuliah Pemrograman Komputer tahun ajaran 2018/2019.

Pada bulan Januari – Februari tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Muara Jaya 2, Kecamatan Kebun Tebu, Kabupaten Lampung Barat dengan tema “Pembinaan Masyarakat Dalam Upaya Peningkatan Wawasan Yang Unggul dan Berdaya Saing”. Dalam bidang organisasi kemahasiswaan, penulis tercatat aktif dalam Organisasi/Lembaga Kemahasiswaan internal kampus sebagai Anggota Biasa Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) dan Anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Katolik.

Persembahan

Segala Puji dan Syukur Kepada Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas kesehatan, kemudahan serta penyertaan-Nya dalam setiap langkah dan perjuangan

Kupersembahkan karya kecilku ini kepada :

Kedua Orangtuaku

Ayah (Bernadus Dwi Puspo R) dan Ibu (Antonia Endang S) yang selalu memberiku doa, semangat, nasihat, dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan.

Ketiga Saudariku

Yang sudah lahir didunia ini

Serta

*Universitas Lampung
Fakultas Pertanian
Jurusan Teknik Pertanian
Teknik Pertanian Angkatan 2017*

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul “**Studi Perencanaan Irigasi DAS Malaya di Kecamatan Lemong Kabupaten Pesisir Barat Provinsi Lampung Berbasis Sistem Informasi Geografis**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Selama pelaksanaan penulis menyadari dan memahami dalam penyusunan skripsi ini begitu banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, dan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini;
2. Dr. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung;

3. Dr. Ir. Ridwan, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik selama menempuh pendidikan di jurusan Teknik Pertanian dan Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan memberikan saran selama menempuh perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
4. Dr. Mohamad Amin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu, membimbing dan memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, serta bantuan kepada penulis selama ini;
7. Bapak Bernadus Dwi Puspo Rancangpurwo dan Ibu Antonia Endang Setyowati, selaku orang tua penulis yang telah merawat dan mendidik penulis hingga menjadi wanita yang disiplin dan mandiri. Terima kasih atas doa dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis;
8. Francisca Paramitha Sekar E, Theresia Endah Asriyati, dan Elizabeth Hardini Pangestiastuti selaku kakak penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, dan masukan;
9. Teman-teman seperjuangan angkatan 2017 selaku keluarga penulis selama menempuh perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan selama kurang lebih 4 tahun ini, doa, dukungan, dan saran kepada penulis. Terima kasih telah

menerima penulis sebagai keluarga dengan sangat hangat, semoga kalian
dimudahkan dalam penelitian dan penulisan skripsinya;

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini.
semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak

Bandar Lampung, 30 Agustus 2021
Penulis

Steffanus Adrian Wibowo Wicaksono

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Neraca Air Wilayah.....	4
2.2 Kebutuhan Air Tanaman	5
2.3 Kebutuhan Air Irigasi	7
2.4 Analisis Debit Andalan	9
2.5 Aplikasi SIG di Bidang Pertanian	10
III. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Tahapan Penelitian	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	20
4.2 Neraca Air Lahan	21
4.3 Kebutuhan Air Tanaman	22

4.4	Kebutuhan Air Irigasi	23
4.5	Debit Andalan.....	24
4.6	Kecukupan Sumber Daya Air.....	25
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1	Simpulan.....	28
5.2	Saran.....	29
	DAFTAR PUSTAKA	30
	LAMPIRAN.....	32
	(Tabel 4 – 11)	
	(Gambar 13 – 17)	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Harga Koefisien Tanaman Padi	17
2. Harga Koefisien Tanaman Palawija.....	17
3. Harga perkolasi dari berbagai jenis tanah	18
4. Curah Hujan Periode.....	33
5. Evapotranspirasi.....	34
6. Analisis Kebutuhan Irigasi Padi.....	34
7. Analisis Kebutuhan Irigasi Palawija.....	37
8. Analisis Debit Andalan.....	41
9. Potensi Sumber Daya Air Tanaman Padi.....	42
10. Potensi Sumber Daya Air Tanaman Palawija.....	42
11. Neraca Air Lahan Bulanan Kecamatan Lemong	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Keseimbangan air pada suatu lahan.....	8
2. Peta Lokasi Penelitian.....	12
3. Diagram Alir Tahapan Penelitian	14
4. Grafik Neraca Air Lahan Bulanan Kecamatan Lemong.....	21
5. Grafik Kebutuhan Air Tanaman Padi	22
6. Grafik Kebutuhan Air Tanaman Palawija.....	23
7. Grafik Kebutuhan Air Irigasi Tanaman Padi	23
8. Grafik Kebutuhan Air Irigasi Tanaman Palawija	24
9. Grafik Debit Andalan.....	25
10. Grafik Kecukupan Sumber Daya Air Tanaman Padi.....	26
11. Grafik Kecukupan Sumber Daya Air Tanaman Palawija	26
12. Grafik Kecukupan Air Tanaman Palawija	27
13. Peta Sungai.....	43
14. Peta Kemiringan Lereng	43
15. Peta Jenis Tanah Kecamatan Lemong	44
16. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Lemong.....	44
17. Peta Orientasi Lokasi Penelitian	45

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 2012 Kabupaten Pesisir Barat secara resmi berdiri, berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2012 tentang Pembentukan Kabupaten Pesisir Barat di Provinsi Lampung. Sebelum terbentuk menjadi suatu kabupaten, Pesisir Barat termasuk dalam wilayah pemerintahan Kabupaten Lampung Barat dengan ibukota di Liwa Kecamatan Balik Bukit. Kabupaten Pesisir Barat dengan Kecamatan Krui sebagai ibukota kabupaten saat ini terbagi dalam 11 wilayah administrasi kecamatan dengan total luas wilayah 2.907,23 km², termasuk didalamnya satu wilayah Kecamatan Pulau Pisang.

Masyarakat Kabupaten Pesisir Barat sebagaimana kabupaten lain di Provinsi Lampung bertumpu pada sektor pertanian sebagai sumber mata pencarian utama yang ditunjukkan dengan nilai kontribusi sektor pertanian terhadap PDRB Kabupaten Pesisir Barat Tahun 2015-2019 sebesar 49,41 – 52,68 (BPS, 2020). Dari data produktivitas Kabupaten Pesisir Barat rerata luas panen padi Kabupaten Pesisir Barat tahun 2015 - 2019 sebesar 13761,71 Ha dan bila dibandingkan dengan luas panen Provinsi Lampung 609654, 484 Ha. Maka luas panen Kabupaten Pesisir Barat sebesar 2, 257% dari keseluruhan luas panen Provinsi Lampung. Pada data produksi, rerata produksi Kabupaten Pesisir Barat sejumlah 70079, 89 Ton dan rerata produksi Provinsi Lampung 3096828, 47 Ton. Perbandingan produksi antara Kabupaten Pesisir Barat dan Provinsi Lampung sebesar 2,263%.

Kecamatan Lemong merupakan salah satu kecamatan penghasil padi di Kabupaten Pesisir Barat. Luas panen lahan padi sawah 975 Ha dan padi ladang 120 Ha berdasarkan data luas Panen dan produksi padi sawah dan padi ladang menurut kecamatan, 2017 (Pesisir Barat Dalam Angka 2018). Perbedaan luas panen lahan padi sawah dan lahan padi ladang, menyebabkan adanya perbedaan produksi serta produktivitas padi, berdasarkan angka produktivitas lahan yaitu 5,04 *Ton/Ha* untuk padi sawah dan 3 *Ton/Ha* untuk padi ladang. Menurut data realisasi tanaman padi dan palawija menurut musim tanam per kecamatan tahun 2017 pada luas musim tanam gadu sebagian lahan diberakan, untuk mengoptimalkan produktivitas lahan dapat dilakukan dengan mengkonversi lahan tadah hujan menjadi lahan sawah irigasi.

Konversi lahan tadah hujan menjadi lahan sawah irigasi diperlukan perencanaan yang baik. Oleh karena itu diperlukan data potensi sumber daya air, akan tetapi sebagai kabupaten baru Pesisir Barat belum adanya pemanfaat data hidrometeorologi yang baik sebagai bahan dasar perencanaan sehingga perencanaan irigasi di kabupaten pesisir barat menjadi kurang maksimal. Keterbatasan dalam ketersediaan data untuk perencanaan dapat disiasati antara lain dengan memanfaatkan teknologi informatika yang sudah berkembang salah satunya ialah Sistem Informasi Geografi (SIG). Penggunaan Sistem Informasi Geografi dilakukan karena SIG dapat terintegrasi dengan pemodelan *Soil and Water Assesment Tools* (SWAT).

Berdasarkan penjabaran diatas maka dapat dilihat bahwa Kabupaten Pesisir Barat memiliki potensi dibidang pertanian khususnya tanaman padi. Namun karena belum adanya perencanaan irigasi yang baik. Perlu dilakukan analisis kebutuhan air irigasi di Kabupaten tersebut untuk meningkatkan produktivitas lahan padi di Pesisir Barat. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian tentang analisis kebutuhan air irigasi untuk mendapatkan debit air yang dibutuhkan dalam pengairan lahan guna mengembangkan potensi sumber daya air di daerah aliran sungai Way Malaya, Kecamatan Lemong, Pesisir Barat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah lahan potensial saat ini dapat dikembangkan melalui pengembangan potensi sumber daya air yang tersedia?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk :

1. Mendapatkan gambaran neraca air wilayah Kecamatan Lemong, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung.
2. Menentukan kebutuhan air tanaman di Kecamatan Lemong, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung.
3. Menentukan kebutuhan air irigasi di Kecamatan Lemong, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini yaitu :

1. Kecamatan yang dijadikan objek penelitian yaitu Kecamatan Lemong Kabupaten Pesisir Barat
2. Lokasi sawah yang dijadikan objek penelitian yaitu hanya satu hamparan sawah yang berada dikoordinat
3. Pola tanam padi-padi-palawija dan mengikuti pola curah hujan

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Neraca Air Wilayah

Neraca air lahan merupakan neraca air untuk penggunaan lahan pertanian secara umum. Neraca ini bermanfaat dalam mempertimbangkan kesesuaian lahan pertanian, mengatur jadwal tanam dan panen, dan mengatur pemberian air irigasi dalam jumlah dan waktu yang tepat. Penentuan waktu tanam berdasarkan perhitungan neraca air dimanfaatkan untuk mengetahui dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan air pada suatu wilayah (Paksi, 2017).

Neraca air lahan merupakan neraca air untuk penggunaan lahan pertanian secara umum. Neraca ini bermanfaat dalam mempertimbangkan kesesuaian lahan pertanian, mengatur jadwal tanam dan panen, dan mengatur pemberian air irigasi dalam jumlah dan waktu yang tepat. Penentuan waktu tanam berdasarkan perhitungan neraca air dimanfaatkan untuk mengetahui dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan air pada suatu wilayah (Kumanbala dkk., 2010).

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1978), ditinjau dari penggunaannya di bidang hidrologi, neraca air merupakan penjelasan tentang hubungan antara aliran ke dalam (in flow) dan aliran ke luar (out flow) disuatu periode tertentu dari proses sirkulasi air. Neraca air merupakan kebutuhan mutlak bagi tanaman. Hillel (1972). mendefinisikan neraca air sebagai perincian tentang semua masukan, keluaran, dan perubahan simpanan air yang terdapat pada suatu lahan untuk menetapkan jumlah air yang terkandung di dalam tanah yang menggambarkan perolehan air (surplus atau defisit) dari waktu ke waktu. Curah hujan bersama evapotranspirasi yang didukung oleh sifat fisik tanah akan dapat memberikan keterangan penting

tentang jumlah air yang dapat diperoleh untuk menentukan periode surplus atau defisit air lahan, air yang tidak dapat tertampung dan waktu terjadinya yang keseluruhannya hanya dapat dianalisis melalui perhitungan neraca air (Nasir dan Effendi, 1999).

2.2 Kebutuhan Air Tanaman

Tanaman membutuhkan air agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Air tersebut dapat berasal dari air hujan maupun air irigasi. Sosrodarsono dan Takeda (1987) mengatakan bahwa kebutuhan air tanaman memiliki pengertian yang sama dengan konsumsi air oleh tanaman yang didefinisikan sebagai banyaknya air yang hilang dari area bervegetasi per satuan luas per satuan waktu yang digunakan untuk transpirasi atau pertumbuhan dan perkembangan serta evaporasi dari permukaan vegetasi dan tanah. Definisi lain kebutuhan air tanaman dikemukakan oleh Doorenbos dan Pruitt (1977), yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk mengimbangi kehilangan air melalui evapotranspirasi dari tanaman yang tumbuh di lahan yang luas, pada kondisi air tanah dan kesuburan tidak dalam keadaan terbatas, serta dapat mencapai produksi potensial.

Kebutuhan air tanaman atau evapotranspirasi tanaman (ET_c) dirumuskan oleh Doorenbos dan Pruitt (1977) sebagai perkalian antara evapotranspirasi acuan (ET_0) dengan koefisien tanaman (K_c) yang besarnya tergantung dari jenis dan umur tanaman, atau :

$$ET_c = K_c \times ET_0$$

dimana ;

$$ET_c = \text{evapotranspirasi tanaman (mm)}$$

$$K_c = \text{koefisien tanaman}$$

$$ET_0 = \text{evapotranspirasi acuan (mm)}$$

Kebutuhan air tanaman penting untuk diketahui agar air irigasi dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan. Jumlah air yang diberikan secara tepat, akan

merangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan efisiensi penggunaan air sehingga dapat meningkatkan luas areal tanaman yang bisa diairi. Dalam perancangan sistem irigasi, kebutuhan air untuk tanaman dihitung dengan menggunakan metode prakira empiris berdasar rumus tertentu (Purba, 2011).

Pemakaian air konsumtif dapat diketahui dengan cara perimbangan berat atau penetapan volume air menggunakan lysimeter, tensiometer, dan neutron probe, atau ditetapkan berdasarkan pendugaan, seperti metode pendugaan dari Penman (1956), Thornthwaite (1984), dan Blaney-Criddle (1962). Setiap metode pendugaan evapotranspirasi tersebut menggunakan parameter-parameter penduga yang berbeda, diantaranya iklim, tanah dan factor tanaman. Berikut rumus perhitungan banyaknya evapotranspirasi :

1) Cara Blaney-Criddle

$$U = k.f$$

U : banyaknya evapotranspirasi bulanan (inch)

k : koefisien yang tergantung dari jenis tanaman

$$f : \frac{(t+p)}{100}$$

t : suhu udara rata-rata bulanan (°F)

Keuntungan rumus ini ialah kesederhanaan perhitungannya, meskipun belum diketahui apakah cara ini dapat digunakan untuk semua tempat. Tetapi cara ini dapat digunakan untuk perkiraan evapotranspirasi jangka waktu yang Panjang,

2) Cara Blaney-Criddle yang dirubah

$$U = \frac{K.P.(45,7 t + 813)}{100}$$

$$K = K_t \times K_c$$

$$K_t = 0,0311 t + 0,240$$

Dimana;

U : transpirasi bulanan (mm)

t : suhu udara rata-rata bulanan (°C)

K_c : koefisien tanaman bulanan

P : persentasi jam siang bulanan dalam setahun

3) Cara Thornthwaite

Evapotranspirasi potensial pada 4 daerah A.S. diukur dengan lysimeter oleh Dr. Thornthwaite. Banyaknya evapotranspirasi yang didapat adalah berdasarkan suhu udara rata-rata bulanan, standar bulan 30 hari dan jam penyinaran 12 jam. Dalam evapotranspirasi potensial itu terpencair. Akan tetapi jika suhu itu dinaikkan maka harga-harga itu mengkonvergensi menuju 13,50 cm pada suhu 26,5°C.

Hubungan antara evapotranspirasi dan suhu adalah sebagai berikut :

$$e = c.t^a$$

e : evapotranspirasi potensial bulanan (cm/bln).

c dan a : koefisien yang tergantung dari tempat.

t : suhu udara rata-rata bulanan (°C).

$$a = 0,000000675I^3 - 0,0000771I^2 + 0,01792I + 0,49239$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \frac{t^{1,514}}{5}$$

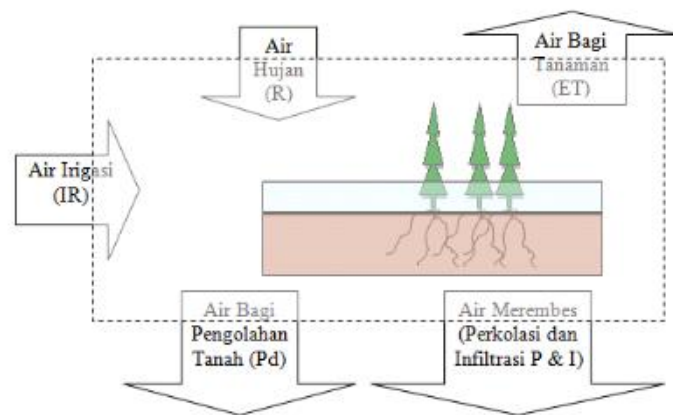
I adalah jumlah 12 bulan dari suhu udara rata-rata bulanan dibagi 5 pangkat 1,514.

$$e = 1,6 \left(10 \frac{t}{T}\right)^a$$

e: evapotranspirasi potensi bulanan yang belum disesuaikan (cm). (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

2.3 Kebutuhan Air Irigasi

Air irigasi menurut Suroso (2006) adalah sejumlah air yang umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menjaga keseimbangan jumlah air di sawah. Keseimbangan air yang masuk dan keluar dari suatu lahan dapat dilihat dalam Gambar 1. Menurut Gambar 1, sumber air pada suatu lahan pertanian dapat berasal dari air hujan (R) maupun air irigasi (IR), dimana air tersebut kemudian ada yang merembes ke dalam tanah melalui proses perkolasi (P) dan infiltrasi (I), terpakai untuk pengolahan tanah (Pd) dan juga untuk evapotranspirasi (ET).



Gambar 1. Keseimbangan air pada suatu lahan.

Berdasarkan Gambar 1. maka keseimbangan air pada suatu lahan pertanian dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$IR + R = ET + Pd + P\&I$$

atau,

$$IR = (ET + Pd + P\&I) - R$$

dimana ;

$IR =$ air irigasi (mm)

$ET =$ evapotranspirasi (mm)

$Pd =$ kebutuhan air untuk pengolahan tanah (mm)

$P\&I =$ perkolasi dan infiltrasi (mm)

$R =$ curah hujan (mm)

Kebutuhan air irigasi adalah banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi, kehilangan air, serta kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah hujan yang yang turun serta pengaruh air tanah dan kehilangan air pada jaringan irigasi (Sadono dkk., 2015).

Banyaknya air yang diperlukan oleh tanaman pada suatu petak sawah dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$NFR_1 = Etc_1 + P + WLR + LP - Re$$

Keterangan:

$NFR_1 =$ kebutuhan air untuk padi (mm/hari)

Etc_1 = kebutuhan konsumtif padi (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

WLR = penggantian lapisan air (mm/hari)

LP = kebutuhan air untuk pengolahan tanah (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

Terdapat beberapa metode penyesuaian yang dapat dipakai dalam membuat rencana pembagian air yaitu :

- 1) Pasten
- 2) Faktor Palawija Relatif
- 3) Faktor K

2.4 Analisis Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu yang dapat dipakai untuk keperluan diantaranya seperti irigasi, air minum, PLT, dan lain sebagainya. Dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan jika ditetapkan debit andalan sebesar 80% berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit yang lebih kecil dari debit andalan 20% pengamatan. Perhitungan ketersediaan air atau debit andalan diperukan untuk perhitungan neraca air sehingga dapat diketahui kemampuan air mengairi areal layanan. Analisa debit andalan dilakukan dengan pendekatan berbeda bergantung dari data yang tersedia.

Perhitungan debit andalan (dependable discharge) dimaksudkan untuk mencari nilai kuantitatif debit yang tersedia sepanjang tahun, baik pada musim kemarau maupun pada musim hujan. Dengan kata lain debit andalan adalah besarnya debit minimal yang dapat dijamin keandalannya dengan peluang $P\%$ atau mempunyai tingkat resiko kegagalan sebesar $(1 - P\%)$ (Triatmodjo, 2015). Probabilitas untuk debit andalan ini berbeda-beda. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan probabilitas 80%. Untuk keperluan air minum dan industri tentu saja dituntut

probabilitas yang lebih tinggi, yaitu 90% sampai dengan 95% (Soemarto dalam Tambun, 2011).

Untuk penentuan debit andalan ada 3 metode analisis yang dapat dipakai, yaitu :

1. Analisis frekuensi data debit,
2. Neraca air,
3. Pengamatan lapangan.

Debit andalan pada umumnya dianalisis sebagai debit rata-rata untuk periode tengahbulanan. Kemungkinan tak terpenuhi ditetapkan 20% (kering) untuk menilai tersedianya air berkenaan dengan kebutuhan pengambilan (diversion requirement). Dalam menghitung debit andalan harus mempertimbangkan air yang diperlukan di hilir pengambilan. Namun apabila data hidrologi tidak ada maka perlu ada suatu metode lain sebagai pembanding (Perencanaan Jaringan Irigasi, KP – 01, 1986, 2013)

2.5 Aplikasi SIG di Bidang Pertanian

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi berbasis komputer untuk menyimpan, mengelola dan menganalisis, serta memanggil data bereferensi geografis yang berkembang pesat pada lima tahun terakhir ini.

Manfaat dari SIG adalah memberikan kemudahan kepada para pengguna atau para pengambil keputusan untuk menentukan kebijaksanaan yang akan diambil, khususnya yang berkaitan dengan aspek keruangan (spasial). Dengan adanya teknologi ini maka akan memudahkan dalam hal pemetaan lahan, salah satunya lahan pertambangan. Dalam pengaplikasian Geographic Information System (GIS) menggunakan perangkat lunak Arcview yang merupakan salah satu perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) yang terkemuka hingga saat ini dengan kehandalan ESRI (Wibowo, 2015).

Penelitian tentang GIS untuk pemetaan area persawahan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, diantaranya Rahmawati (2013) yang melakukan

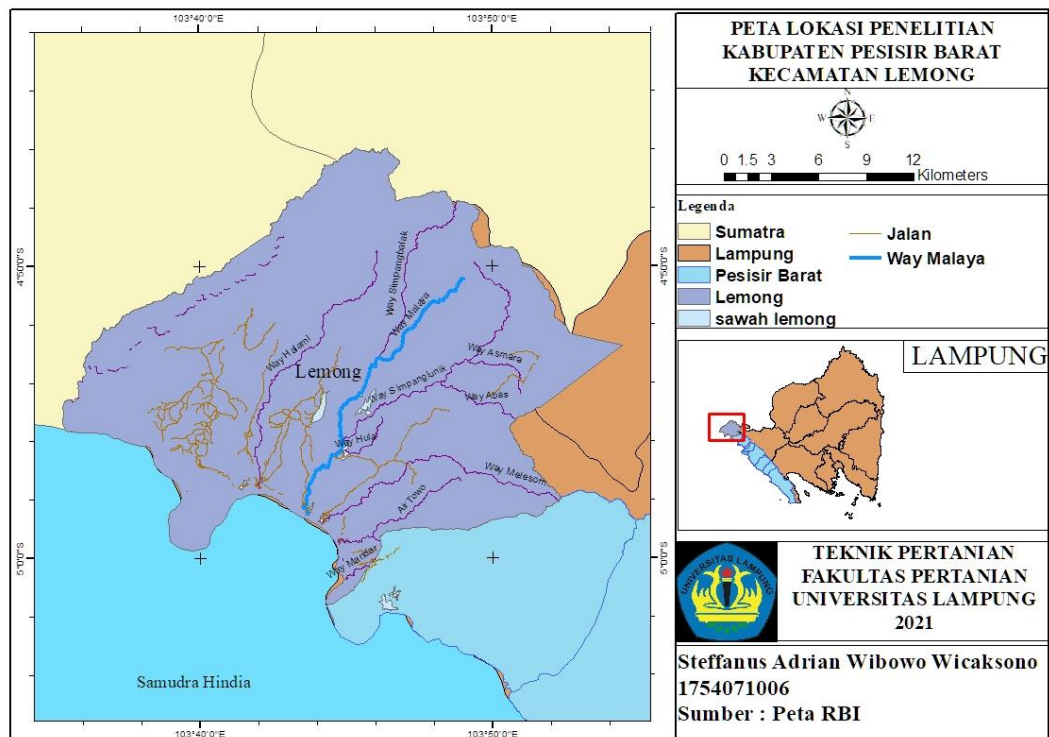
penelitian mengenai sistem informasi geografis dan analisis mengenai lahan pertanian. Dalam penelitian ini sistem yang dibuat dapat membantu Dinas Pertanian dalam mengembangkan lahan pertanian beserta hasil analisis mengenai lahan pertanian beserta hasil panen. Gunawan (2011) yang melakukan penelitian mengenai pemanfaatan sistem informasi geografis untuk analisa potensi sumber daya lahan. Dalam penelitian ini sistem ditujukan untuk mengenali potensi suatu wilayah sehingga dapat digunakan untuk pengembangan sumber daya lahan wilayah, khususnya pertanian dan memberikan informasi tentang ketersediaan lahan pertanian dan potensi yang dimiliki. Mufidah (2011) telah melakukan penelitian mengenai sistem informasi geografis pemetaan lahan pertanian. Dalam penelitian ini sistem yang dibuat dapat membantu dinas terkait dalam mendapatkan informasi pemetaan geologi tanah beserta penyebaran hasil produksi pertanian.

Penggunaan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dilakukan karena dalam aplikasi SIG terdapat suatu *tools* yang bernama SWAT (Soil And Water Assessment Tools). SWAT adalah model yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold pada awal tahun 1990-an untuk pengembangan Agricultural Research Service (ARS) dari USDA. Model tersebut dikembangkan untuk melakukan prediksi dampak dari manajemen lahan pertanian terhadap air, sedimentasi dan jumlah bahan kimia, pada suatu area DAS yang kompleks dengan mempertimbangkan variasi jenis tanahnya, tata guna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama. SWAT memungkinkan untuk diterapkan dalam berbagai analisis serta simulasi dalam suatu DAS. Informasi data masukan pada tiap sub das kemudian dilakukan pengelompokan atau disusun dalam kategori : iklim, unit respon hidrologi (HRU), tubuh air, air tanah, dan sungai utama sampai pada drainase pada sub das. Unit respon hidrologi pada tiap subdas terdiri dari variasi penutup lahan, tanah dan manajemen pengelolaan (Neitsch et al.2005).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 sampai Januari 2021, di Laboratorium Sumber Daya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil satu hamparan sawah yang terletak di Kecamatan Lemong Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *laptop* dengan RAM 4GB, *processor i3* dan *software Microsoft Office*, ArcGIS 10.2, dan *Google Chrome*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian berupa data sekunder spasial dan data sekunder non spasial:

Data sekunder yang digunakan dalam bentuk spasial antara lain:

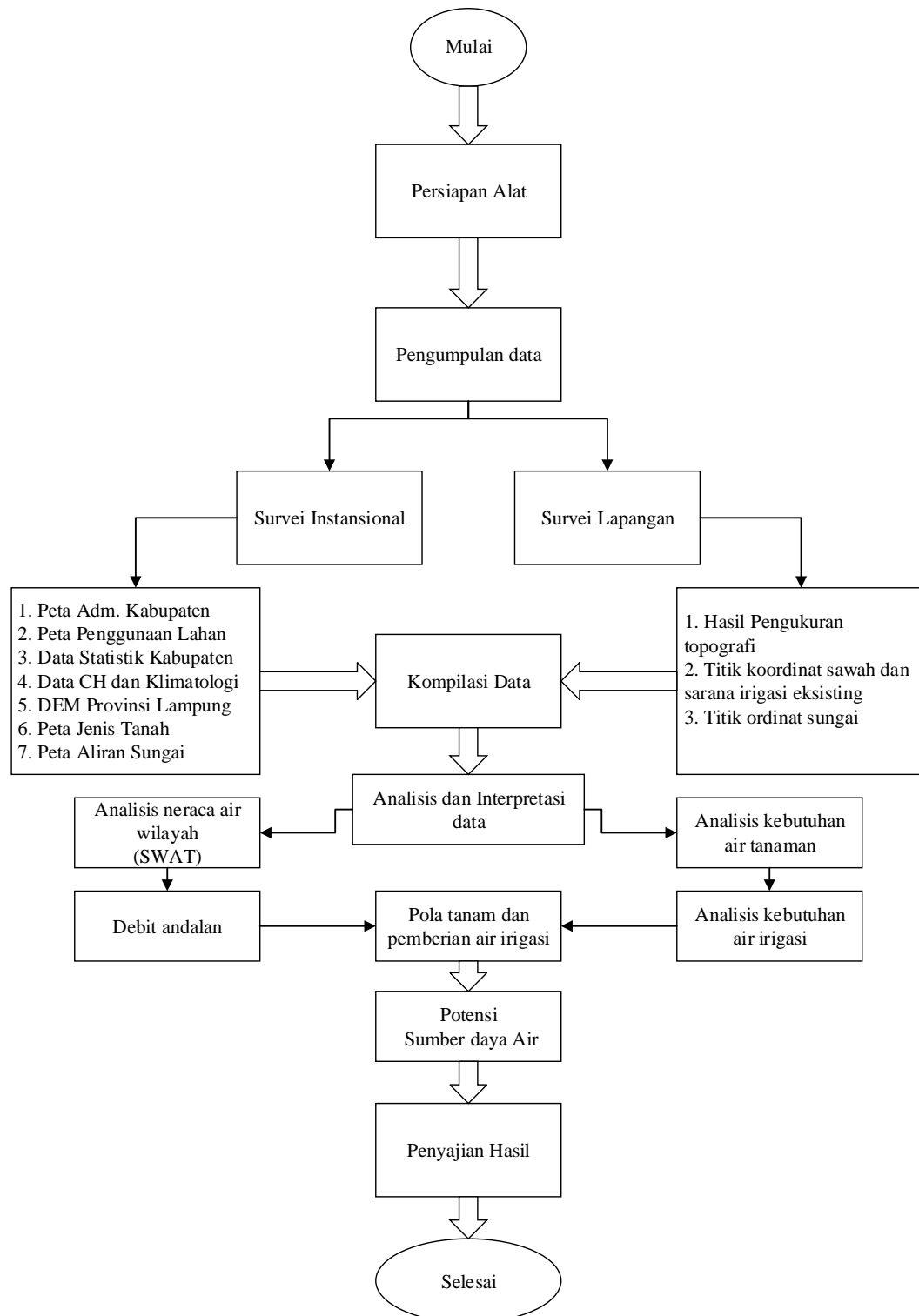
- a. Peta administrasi Kabupaten Pesisir Barat
- b. DEM (*Digital Elevation Model*) area Kabupaten Pesisir Barat
- c. Peta penutupan lahan Pesisir Barat
- d. Peta jaringan sungai Pesisir Barat

Sedangkan, data sekunder dalam bentuk non spasial antara lain:

- a. Data curah hujan tahun 2015 - 2019
- b. Data klimatologi tahun 2015 - 2019

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahapan, tahap penelitian yang akan dilakukan mengikuti diagram alir pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian mencakup:

1. Persiapan alat

Alat-alat yang dipersiapkan antara lain *laptop* dengan RAM 4GB, *processor i3* dan *software Microsoft Office*, ArcGIS 10.2, dan *Google Chrome*.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu data yang didapatkan dari survei instansional dan survei lapangan. Survei instansional dilakukan untuk memperoleh data-data peta administrasi kabupaten, peta penggunaan lahan, data statistik kabupaten, data curah hujan dan klimatologi, DEM Provinsi Lampung, peta jenis tanah, serta peta aliran sungai. Sedangkan, survei lapangan dilakukan untuk memperoleh hasil pengukuran topografi, titik koordinat sawah dan sarana irigasi eksisting, dan titik ordinat sungai.

3. Kompilasi data

Kompilasi data merupakan tahapan pengumpulan data untuk diseleksi, ditabulasi dan dikelompokkan secara sistematis sesuai dengan kebutuhan data yang diperlukan. Kompilasi data dilakukan untuk menyamakan periode data yang akan digunakan agar menghindari terjadinya error yang.

4. Analisis interpretasi data

Analisis interpretasi data meliputi tahapan- tahapan:

1) Analisis neraca air

Analisis neraca air dilakukan dengan menggunakan pendekatan model SWAT (*Soil And Water Assesment Tools*). SWAT adalah model spasial dan temporal yang dapat mensimulasi air, sedimen, nutrien, dan perpindahan bahan terlarut di daerah tangkapan dalam skala harian atau subharian. SWAT dapat terintegrasi langsung dengan GIS melalui ArcSWAT. Penggunaan model SWAT untuk mensimulasikan neraca air situ atau danau perkotaan diadopsi dari Setegn dkk.,(2008) yang menggunakan model SWAT untuk mensimulasi neraca air Danau Tana, Etiopia. Analisis neraca air situ digunakan untuk mengetahui perbedaan antara debit air yang masuk ke situ (debit *inflow*) dan yang keluar (debit *outflow*).

2) Analisis kebutuhan air tanaman

Kebutuhan air tanaman atau evapotranspirasi tanaman (ET_c) dirumuskan oleh Doorenbos dan Pruitt (1977) sebagai perkalian antara evapotranspirasi acuan (ET_0) dengan koefisien tanaman (K_c) yang besarnya tergantung dari jenis dan umur tanaman.

3) Analisis kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air untuk irigasi tanaman padi dan palawija ditentukan oleh faktor – faktor sebagai berikut :

1. Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (LP)

Kebutuhan air pengolahan lahan dilakukan menggunakan metode berikut ini:

$$LP = \frac{M \times e^K}{e^K - 1} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

LP : Kebutuhan air irigasi untuk pengolahan tanah, mm/hari.

M :Mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi ($M=E_0+P$), mm/hari.

E_0 : Evaporasi, mm/hari. (1.1 ET_0 , untuk jenis padi FAO).

P : Perkolasi, mm/hari.

K : $\frac{M \times T}{S}$

e : Bilangan normal 2,71828

T : Jangka waktu pengolahan tanah, hari.

S : Kebutuhan air untuk penjemuran ditambah lapisan air 50 mm.

Metode diatas dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1968), dalam buku Standar Perencanaan Irigasi.

2. Kebutuhan air untuk pertumbuhan

Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh evapotranspirasi dan koefisien tanaman sehingga dapat diformulasikan sebagai persamaan berikut :

$$ET_c = K_c \times ET_0 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan

ET_c : Evapotranspirasi potensial

ET_0 : Evapotranspirasi

Kc : Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut

Tabel 1. Harga Koefisien Tanaman Padi

Bulan	Nedeco/ Prosida		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggulan	Varietas Biasa	Varietas Unggulan
0,5	1,2	1,2	1,1	1,1
1,5	1,2	1,27	1,1	1,1
1,5	1,32	1,33	1,1	1,05
2,0	1,4	1,30	1,1	1,05
2,5	1,35	1,30	1,1	0,95
3,0	1,24	0	1,05	0

Bulan	Nedeco/ Prosida		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggulan	Varietas Biasa	Varietas Unggulan
3,5	1,12		0,5	
4,0	0		0	

Tabel 2. Harga Koefisien Tanaman Palawija

Tanaman	Jangka tumbuh	1/2 bulan No.	1/2 bulan					
			1	2	3	4	5	6
Kedelai	85		0,5	0,75	1,0	1,0	0,82	0,45*
Jagung	80		0,5	0,59	0,96	1,05	1,02	0,95*
Bawang	70		0,5	0,51	0,69	0,90	0,95*	
Buncis	75		0,5	0,64	0,89	0,95	0,88	

*tidak mencapai 15 hari

Setelah diperoleh nilai evapotranspirasi potensial kebutuhan air untuk pertumbuhan dikalkulasikan dengan menggunakan persamaan *Netto Field water Requirement* (NFR).

$$NFR = Etc - Re + P + WLR \dots\dots\dots(3)$$

Sedangkan kebutuhan air irigasi untuk palawija dikalkulasikan menggunakan persamaan berikut

$$\text{Kebutuhan Air Palawija} = Etc - Re \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Etc : Evapotranspirasi potensial

Re : Curah hujan efektif

P : Perkolasi

WLR : Kebutuhan air pergantian genangan

3. Perkolasi (P)

Perkolasi adalah gerakan air kebawah dari daerah tidak jenuh (antara permukaan tanah ke permukaan air tanah). Faktor – faktor yang memengaruhi perkolasi adalah tekstur tanah, permeabilitas tanah, tebal lapisan tanah bagian atas dan letak permukaan tanah. Harga dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Harga perkolasi dari berbagai jenis tanah

No	Macam Tanah	Perkolasi Vertikal (mm/hari)
1	Sandy Loam	3-6
2	Loam	2-3
3	Clay	1-2

4. Curah hujan efektif (Re)

Curah hujan efektif diambil dari curah hujan dengan persentase kering 20% (R80), untuk tanaman padi koefisien hujan efektif yang digunakan sebesar 70% dari R80 sehingga dapat ditulis sebagai persamaan berikut:

$$Re_{padi} = \frac{70\% \times R80}{Lama waktu pengamatan} \dots\dots\dots(5)$$

Sedangkan untuk curah hujan efektif palawija dihitung menggunakan persamaan berikut

$$Re_{palawija} = R80 \times lama waktu pengamatan \times S \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

Re : Curah Hujan efektif

R80: Curah hujan dengan peluang hujan terlewati 80%

S :Faktor tampungan dengan tampungan efektif 175 mm. (tabel.)

5. Kebutuhan air untuk pergantian air genangan (WLR)

Pergantian air digenangan diperlukan untuk pemberian pupuk pada tanaman yang terjadi pengurangan air sampai ke tingkat tertentu pada petak sawah sebelum pemberian pupuk. Besarnya adalah 50 mm selama 0,5 bulan atau sebesar 3,33 mm/hari.

6. Efisiensi irigasi

Nilai kehilangan air di jaringan pada saluran primer dengan efisiensi 90% yaitu 1,1.

$$efisiensi = \frac{100}{90} = 1,1 \dots\dots\dots(8)$$

7. Pola tanam

Pola tanam yang digunakan di Kecamatan Lemong adalah Padi – Padi – Palawija.

4) Analisis Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit air dalam kurun waktu beberapa tahun, dengan probabilitas 80%.

5) Analisis Kecukupan Sumberdaya Air

Kegiatan membandingkan kebutuhan air tanaman dengan ketersediaan sumber daya air.

5. Penyajian Hasil

Hasil yang diperoleh dari tahapan- tahapan yang dilalui berupa tabel, grafik neraca air lahan, kebutuhan air tanaman, kebutuhan air irigasi, potensi sumber daya air, dan peta topografi curah hujan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa neraca air wilayah menunjukkan adanya potensi air tanah yang dapat dimanfaatkan untuk menambah debit air untuk mengairi lahan selama musim kering. Air tanah yang dapat diambil sebanyak $0,51 m^3/dt$ selama penanaman palawija.
2. Pada tanaman padi kebutuhan air tanaman tertinggi terjadi pada awal musim tanam dan mencapai puncaknya saat memasuki masa produksi, kemudian menurun mendekati masa panen. Sedangkan pada tanaman palawija kebutuhan air tanaman terus meningkat sejak awal masa tanam dan mencapai puncaknya saat masa produksi lalu menurun mendekati masa panen.
3. Pada tanaman padi, kebutuhan air irigasi sesuai dengan kebutuhan air tanaman. Sedangkan pada tanaman palawija kebutuhan air tanaman terus meningkat pada masa vegetatif dan menurun mendekati masa produksi, kemudian kebutuhan air irigasi meningkat mendekati masa panen, hal ini terjadi karena rendahnya curah hujan efektif yang bersamaan dengan masa panen.
4. Potensi sumber daya air di Kecamatan Lemong dapat memenuhi kebutuhan air irigasi tanaman padi dua kali musim tanam dengan luas lahan 76,42 Ha. Sedangkan pada penanaman palawija potensi sumber daya air dapat mencukupi kebutuhan air irigasi untuk luas lahan 76,42 Ha setelah penambahan debit air tersedia.

5.2 Saran

Penulis menyarankan untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan data teraktual, menambah referensi kehilangan air di saluran, dan penambahan desain jaringan irigasi serta melakukan kajian pemanfaatan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air irigasi pada masa tanam palawija.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2018. *Kabupaten Pesisir Barat Dalam Angka*. BPS Kabupaten Lampung Barat. Lampung. hal : 127-128.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP - 01*.
- Doorenbos, J. dan W.O. Pruitt. 1977. Guideline for Predicting Crop Water Requirement. *FAO Irrigation and Drainage Paper*. 24: 91.
- Gunawan, B. 2011. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Analisa Potensi Sumber Daya Lahan Pertanian di Kabupaten Kudus. *Jurnal Fakultas Teknik UMK*.
- Hillel, D. 1972. The field water balanced and water use efficiency. *Optimizing the Soil Physical Environment Toward Greater Crop Yields*. Academic Press, New York, pp 79-100.
- Kumambala, P.G and Ervine, A. 2010. Water Balance Model of Lake Malawi and Its Sensitivity to Climate Change. *The Open Hydrology Journal*. 4: 152-162.
- Mufidah, R. 2011. Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Lahan Pertanian di Wilayah Mojokerto. *Jurnal Institut Teknologi Sepuluh*.
- Nasir A.N., dan S. Effendy. 1999. *Konsep Neraca Air Untuk Penentuan Pola Tanam*. Kapita Selektta Agroklimatologi Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan IPA. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Neitsch, S.L, J.G Arnold, J.R Kiniry dan J.R Williams. 2005. *Soil and Water Assessmen Tool Theoretical Documentation*. Agriculture Research Service and Texas Agricultur Experiment Station. Texas.
- Paski, J.A.I., Faski, G.I.S.L., Handoyo, M.F. dan Pertiwi, D.A.S. 2017. Analisis Neraca Air Lahan untuk Tanaman Padi dan Jagung di Kota Bengkulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 15(2): 83 - 89.

- Purba, J. H. 2011. Kebutuhan dan cara pemberian airirigasi untuk tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi*. 10: 145 - 155.
- Rahmawati, N. 2013. Sistem Informasi Geografis Pemetaan dan Analisis Lahan Pertanian di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Universitas Diponegoro*.
- Rahayu, Noviana Dian, B. Sasmito, N. Bashit. 2018. Analisis Pengaruh Fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap Curah Hujan di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*. 7(1): 57 – 67.
- Sadono, G. W., Suyanto, Adi. Y.M. 2015. Analisis Keseimbangan Air Pada Bendung Brangkal Guna Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Siwaluh Kabupaten Karanganyar. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. hal: 133-140.
- Santoso, Budi. 2006. Pemberdayaan Lahan Podsolik Merah Kuning dengan Tanaman Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) di Kalimantan Selatan. *Jurnal Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat*. 5(1): 1 – 13.
- Setegn, S.G., Srinivasan, R. dan Dargahi, B. (2008) Hydrological modelling in the Lake Tana Basin, Ethiopia using SWAT Model. *The Open Hydrology Journal*. 2: 49-62
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. 1978. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sujono, Joko. 2011. Koefisien Tanaman Padi Sawah Pada Sistem Irigasi Hemat Air. *Jurnal Agritech*. 31(4): 344 – 351.
- Suroso. 2006. Analisis Curah Hujan untuk Membuat Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyumas. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 3.
- Tambun, Nohanamian. 2011. Perhitungan Debit Andalan Sebagai Sumber Air Bersih Pdam Jayapura. *Jurnal Teknik Lingkungan ITS*. hal : 5.
- Triatmodjo, Bambang. 2015. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset Yogyakarta. Yogyakarta.
- Wibowo, K. M., I. Kanedi, dan J. Jumadi. 2015. Sistem Informasi Geografis (SIG) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara di Provinsi Bengkulu Berbasis Website. *Jurnal Media Infotama*. 11(1): 51 - 60.