

SKRIPSI

**“TINJAUAN ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DAERAH
IRIGASI SALULEMO KABUPATEN LUWU UTARA”**



Disusun dan diajukan oleh :

AIDHIL SAIR SIDA
105 81 2193 14

SUPRIADI MUSTARI
105 81 2168 14

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2018

**“TINJAUAN ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DAERAH
IRIGASI SALULEMO KABUPATEN LUWU UTARA”**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk menjadi Sarjana
Program Studi Teknik Pengairan
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan di ajukan oleh

AIDHIL SAIR SIDA
105 81 2193 14

SUPRIADI MUSTARI
105 81 2168 14

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2018



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Aidhil Sair Sida dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2193 14 dan Supriadi Mustari dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2168 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/22201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 26 Mei 2018

Makassar, 12 Ramadhan 1439 H
28 Mei 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT

2. Penguji

a. Ketua : Ir. H. Maruddin Laining, MS

b. Sekretaris : Muh. Amir Zainuddin, ST., MT

3. Anggota : 1. Dr. Ir. H. Muh. Idrus Ompo, SP., PSDA

2. Amrullah Mansida, ST., MT

3. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Fenty Daud, S, MT

Pembimbing II

Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT
NBM : 855 500



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

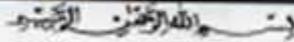
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp: (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : TINJAUAN ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI SALULEMO KABUPATEN LUWU UTARA

Nama : AIDHIL SAIR SIDA
SUPRIADI MUSTARI

Stambuk : 105 81 2193 14
105 81 2168 14

Makassar, 28 MEI 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Fenty Daud, S.MT

Pembimbing II

Dr. Muh. Yunus Ali, ST, MT

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Muh. Syafaat S. Kuba, ST, MT

NBM : 975 288

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-nyalah sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas proposal ini disusun sebagai salah satu persyaratan Akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Uuhammadiyah Makassar. Adapun judul proposal kami adalah **“TINJAUAN ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI SALULEMO KABUPATEN LUWU UTARA”**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan skripsi ini masi terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ihklas dan senang hati segala koreki perbaikan guna penyerpunaan tulisan agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan,arahan,dan bimbingan dari berbaik pihak. Oleh karenan itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada

1. Bapak Hamzah Al-imran, ST.,MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Muh.Syafaat S. Kuba, ST sebagai ketua jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Ibu Dr. Ir. Hj. Fenti Daud S, MT. Selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Muh.Yunus Ali, ST.,MT. Selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu dalam pembimbingan kami.
4. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Bapak Ketua LP3M Universitas Muhammadiyah Makassar Dr.Ir.Abubakar Idhan MP dan jajarannya atas motivasi dan fasilitas yang diberikan selama penyusunan Skripsi ini.
6. Ayahanda dan ibundah Tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas limpahan kasi sayang, doa dan pengorbanannya terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas teknik terkhusus angkatan 2014 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut diatas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan,masyarakat,serta bangsa dan negara. Amin.

Makassar,.....2018

Penulis

ABSTRAK

Aidhil Sair Sida, Supriadi Mustari

Daerah irigasi salulenmo kabupaten luwu utara yang terletak $02^{\circ}36'31''$ LS dan $120^{\circ}16'16''$ BT dan memiliki luas 2351 ha dengan sumber air utama bendungan salulemo yang terletak di desa Karingo kabupaten luwu utara, disebabkan karena adanya pembukaan lahan baru dan alifungsi lahan menyebabkan pengairan pada daerah ini kurang optimal. Tujuan dari penelitian ini untuk meninjau ulang kebutuhan air irigasi salulemo. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *Software Cropwat version 8.0*. Kebutuhan air irigasi dimulai dari awal bulan april menggunakan pola tanam paliwaja-padi-palawija. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa debit air irigasi yang sudah ada sebesar 4,410 L/dtk dengan luas lahan yang terairi yaitu 2351 Ha, sedangkan dengan metode *Software Cropwat* didapat debit air irigasi sebesar 3,870 L/dtk dengan luas lahan yang terairi yaitu 2351 Ha, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya pembukaan lahan baru dan pengalihan fungsi lahan, menunjukkan bahwa ketersediaan air irigasi yang sudah ada masih sangat mencukupi kebutuhan air irigasi untuk DI salulemo.

Kata Kunci : Irigasi, Tinjauan kebutuhan air, Cropwat

ABSTRACT

Aidhil Sair Sida, Supriadi Mustari

*The northern luwu district of salulenmo irrigation located $02^{\circ}36'31''$ LS and $120^{\circ}16'16''$ BT and has an area of 2351 ha with the main water source of the salulemo dam located in the village of Karingo district of northern luwu, disebabkan because of the opening of new land and alifungsi land cause irrigation on this area is less than optimal. The purpose of this study is to review the needs of salulemo irrigation water. The calculation is done by using *Software Cropwat version 8.0*. The need for irrigation water starts from the beginning of April using the paliwaja-rice-palawija cropping pattern. The result of the research shows that the existing irrigation water debit is 4,410 L / sec with the land area which is 2351 Ha, whereas with the *Cropwat Software* method, the irrigation water debit is 3,870 L / s with the irrigated land area is 2351 Ha, research indicates that with new land clearance and land-use diversions, the availability of existing irrigation water is still sufficient for the irrigation water requirement for DI salulemo.*

Keywords: Irrigation, Review of water needs, Cropwat

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Hidrologi	6
B. Irigasi	9
1. Sitem Irigasi	11
2. Jaringan Irigasi	12
C. Ketersedian air	12
1. Curah hujan	14

D. Analisa kebutuhan air	16
1. Evapotranspirasi	17
2. Penggunaan konsumtif	20
3. Kebutuhan air untuk tanaman	21
4. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan	23
5. Pekolasi	25
6. Pergantian Lapisan air	26
7. Pola Tanam	26
E. Neraca air	28
F. Softwer Cropwat	30
BAB III METODELOGI PENELITIAN	31
A. Lokasi penelitian dan kondisi topografi.....	31
B. Sumber daya alam	32
1. Tanah Pertanian	32
2. Sumber air	32
C. Karakteristik DAS	33
1. Kondisi daerah aliran sungai	33
2. Daerah irigasi Salulemo	33
3. Pola tanam	34
D. Teknik Pengambilan Data	35
E. Prosedur penelitian	35
F. Model Analisis	36
G. Bagan Alir penelitian	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47

A. Analisis kebutuhan Air Irigasi	47
1. Perhitungan Curah Hujan Effektif (Rain)	47
2. Perhitungan Climatologi (Eto)	49
3. Perhitungan Data tanaman untuk Padi (Crop)	51
4. Perhitungan Data Tanah untuk D.I Salulemo (Soil)	52
5. Perhitungan Water Requirements/Neraca Air (CWR)	53
6. Perhitungan Irigation Schedule Cropwat	55
7. Perhitungan Tata Pola Tanam (Crop Pattren dan Scheme).....	57
BAB V PENUTUP	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	halaman
1. Besar kebutuhan air	24
2. Koefesien tanaman	25
3. Kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan	25
4. Koefisien tanaman padi per fase pertumbuhan	27
5. Saluran induk dan saluran sekunder D.I Salulemo	34
6. Sistem pola tanam yang sudah ada	35
7. Curah Hujan Rata-Rata/Stasiun Metode Polygon Tesse	48
8. Analisa Curah Hujan (Rain) Metode cropwat	48
9. Rata-Rata Climatologi	49
10. Analisa Climatologi (Eto) Metode Cropwat	50
11. Analisa Data Tanaman (Crop)	52
12. Analisa Data Tanah D.I Salulemo (Soil)	53
13. Analisa water requirements/neraca air Metode Cropwat (CWR)	54
14. Analisa Irrigation Schedule Metode Cropwat	55/56
15. Analisa Cropping Pattern/skema Penanaman Metode Cropwat	57
16. Analisa Tata Pola Tanam	58

DAFTAR GAMBAR

Nomor	halaman
1. Siklus Hidrologi	8
2. Aplikasi/Softwer Cropwat	37
3. Perhitungan Curah Hujan (Rain).....	38
4. Perhitungan Evapotranspirasi/climatologi (Eto)	39
5. Perhitungan Data Tanaman (Crop)	40
6. Perhitungan Data Tanah (Soil)	41
7. Perhitungan Pembagian Air (CWR)	42
8. Schedul Pembagian Air	43
9. Jadwal Penanaman (Crop Pattern)	44
10. Skema Penanaman (Scheme)	45
11. Flow Chart	46
12. Grafik Perhitungan Curah Hujan (Rain)	49
13. Grafik Perhitungan Climatologi (Eto)	50
14. Grafik Perhitungan Water requirements/neraca air	54
15. Grafik Irigation Schedule	56
16. Grafik Pola Tata Tanam yang lama dan yang baru	58

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	halaman
1. Stasiun Amasangen/Malangke Periodeh 15 th	(Lampiran 1)
2. Stasiun Malangke Barat Periode 15 th	(Lampiran 2)
3. Stasiun BBP Cendana putih/Malangke Mappadeceng	(Lampiran 3)
4. Suhu Minimum (t)	(Lampiran 4)
5. Suhu Makximum (t)	(Lampiran 5)
6. Sinar Matahri (n/N)	(Lampiran 6)
7. Kelembaban	(Lampiran 7)
8. Angin	(Lampiran 8)
9. Peta Studi D.I Salulemo	(Lampiran 9)
10. Layout Daerah Irigasi Salulemo	(Lampiran 10)
11. Skema Jaringan Irigasi	(Lampiran 11)
12. Skema Bangunan Irigasi	(Lampiran 12)
13. Volume irigasi Yang Sebelumnya	(Lampiran 13)
14. Dokumentasi	(Lampiran 14)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai negara agraris, Indonesia sangat berkepentingan terhadap keberadaan air untuk menunjang sektor pertanian dengan memanfaatkan air dalam jaringan irigasi. Dengan demikian pembangunan saluran irigasi sangat diperlukan untuk menunjang penyediaan bahan pangan, sehingga ketersediaan air di lahan akan terpenuhi walaupun lahan tersebut jauh dari sumber air permukaan (sungai). Hal tersebut tidak lepas dari usaha teknik irigasi yaitu memberikan air dengan kondisi tepat mutu, tepat ruang tepat waktu dengan cara efektif dan ekonomis (sudjawardi.1990)

Dalam perkembangan irigasi di dunia khususnya di Indonesia tidak terlepas dari penggunaan teknologi untuk mempermudah dan mempercepat pengerjaan irigasi agar mencapai hasil yang lebih maksimal, penggunaan teknologi sangat diperlukan dan dibutuhkan dalam pengerjaan jaringan irigasi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam pengerjaan irigasi adalah *Softwer Cropwat*, Softwer ini adalah suatu aplikasi pendukung yang dikembangkan oleh Devisi pengembangan tanah dan air FAO (*foot agriculture uorganization*) untuk mengetahui kebutuhan air suatu tanaman dalam suatu lahan, ditinjau dari seberapa besar Evapotranspirasi, Curah Huajn, data tanaman dan data tanah dari suatu lahan. Kelebihan metode ini yaitu dapat di aplikasikan secara global tanpa perlu adanya tambahan parameter lain, metode ini sudah dikalibrasi dengan beberapa software di beberapa jenis lisimeter, sedangkan kelemahannya

iyalah membutuhkan data meteorologi yang cukup banyak seperti suhu, kecepatan angin, radiasi matahari, kelembaban yang tersedia dalam per jam dan harian

Dalam memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan usaha tani khususnya pada tanaman padi harus diberikan dalam jumlah air yang cukup, dimulai pada waktu 8 sampai 10 hari selesai pembenihan, sampai dengan 10 hari sebelum panen (*Balai Besar Padi*), jika tidak maka tanaman akan terganggu pertumbuhan pembuahannya dan berdampak pada menurunnya buah padi, terlebih lagi pada saat pertumbuhan banyak hal yang harus di perhatikan mulai dari pemupukan sampai penyemprotan jika tidak di perhatikan pada saat itulah produksi pertanian akan menurun. aspek penting dalam pengelolaan lahan pertanian adalah adanya sistem pengairan dan irigasi yang baik, demi terciptanya sistem pengairan yang baik perlu diadakan tinjauan lebih lanjut mengenai kebutuhan air irigasi. Terganggunya atau rusaknya salah satu bangunan-bangunan irigasi akan mempengaruhi kinerja sistem yang ada, sehingga mengakibatkan efisiensi dan efektivitas irigasi menjadi menurun.

Salah satu daerah pertanian yang mengalami masalah adalah daerah irigasi Salulemo Kabupaten Luwu utara yang terletak $02^{\circ} 36' 311''$ LS dan $120^{\circ} 16' 166''$ BT dan memiliki luas 2351 ha dengan debit air irigasi salulemo yang sudah ada sebesar 4,410 Lt/dtk dan sumber air utama dari bendung Salulemo yang terletak di Desa Kariango Kecamatan Baebunta, banyaknya kerusakan saluran-saluran irigasi, pembukaan lahan baru dan pengalihan fungsi lahan yang menyebabkan pengairan pada daerah irigasi kurang optimal.

Berdasarkan uraian diatas mengenai kebutuhan air irigasi penulis ingin melakukan tinjauan kembali terhadap analisis kebutuhan air irigasi di daerah

irigasi salulemo dan kebutuhan air irigasi yang sudah ada agar menjadi lebih baik dengan memilih judul “ **Tinjauan Analisis Kebutuhan Air Irigasi Salulemo Metode Software Cropwat** “

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

- 1) Berapa besar kebutuhan air irigasi di daerah irigasi Salulemo dengan Software Metode Cropwat ?
- 2) Apakah Kebutuhan Air irigasi yang sudah ada masih memenuhi luas lahan yang ada dengan adanya pembukaan lahan baru dan alifungsi lahan ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai antara lain :

- 1) Untuk mengetahui kebutuhan air di daerah irigasi Salulemo dengan metode Cropwat.
- 2) Untuk mengetahui apakah kebutuhan air yang sudah ada masih memenuhi luas lahan yang ada.

D. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1) Hasil Analisis ini di harapkan sebagai bahan masukan bagi pemerintahan kabupaten luwu utara khususnya Dinas Pu.Pengairan Kabupaten luwu utara dan Dinas Pertanian Kabupaten luwu utara Untuk mengetahui ketersediaan air yang di manfaatkan untuk kebutuhan air di araeal irigasi Salulemo.
- 2) Sebagai Bahan acuan atau bahan bacaan serta bahan pembelajaran bagi yang melakukan penelitian yang berhubungan dengan irigasi.

E. Batasan Masalah

Dengan luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada, untuk menghindari cakupan penulisan yang lebih luas dan penulisan dapat berjalan baik dan efektif, serta mencapai sasaran yang diinginkan maka penulisan di batasi pada :

- 1) Analisa Kebutuhan air pada daerah aliran Sungai Salulemo
- 2) Analisa kebutuhan air Irigasi Salulemo untuk pemanfaatan areal persawahan.
- 3) Wilayah penelitian terletak pada daerah Irigasi Sungai Salulemo, kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara.
- 4) Menggunakan Metode Software Cropwat

F. Sistematika Penulisan

Untuk terarahnya penulisan ini dapat di bahas secara sistematika, maka pembahasan diuraikan dalam 5 (lima) bab pembahasan, meliputi :

Bab I PENDAHULUAN, yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penelitian.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA, yang berisikan pengertian analisis hidrologi, irigasi, sistem irigasi, curah hujan, evapotranspirasi, analisa kebutuhan air , pola tanam dan aplikasi cropwat.

Bab III METODE PENELITIAN, yang berisikan lokasi penelitian, kondisi topografi, data dan sumber data, prosedur penelitian, dan penggunaan aplikasi cropwat yang berhubungan dengan penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN, yang berisikan data curah hujan yang berpengaruh, analisa curah hujan, analisis klimatologi, analisa debit banjir, analisa kebutuhan air irigasi, keseimbangan air.

Bab V PENUTUP, yang berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hidrologi

Di dalam hidrologi, salah satu aspek analisis yang diharapkan untuk menunjang perencanaan bangunan-bangunan hidraulik adalah penetapan besaran-besaran rancangan, baik hujan, banjir maupun unsur hidrologi lainnya. Hal ini merupakan satu masalah yang cukup rumit karena di suatu pihak di tuntut hasil yang memadai, namun di pihak yang lain sarana yang di perlukan untuk itu sering tidak memadai.

Masalah praktis yang selama ini hampir selalu di jumpai dalam analisis hidrologi adalah terdapatnya banyak cara pendekatan, model, dan hasil penelitian dalam hidrologi yang satu sama lain menggunakan pendekatan yang berdeda dan hasil yang lebih sering berbeda. Walaupun pada dasarnya semua model tersebut mempunyai konsep dasar yang sama yaitu konsep siklus hidrologi. Namun dalam perkembangannya, masing-masing model memberikan hasil perkiraan keluaran hidrologi yang berbeda. Hal demikian itu di sebabkan karena pemakaian model yang berbedah untuk satu macam kasus, dapat menghasilkan besaran tanggapan yang berbedanya sangat besar. Dalam kaitan ini yang paling menentukan adalah hidrologinya.

Siklus air atau yang lebih dikenal dengan siklus hidrologi adalah gerakan air dari laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali.

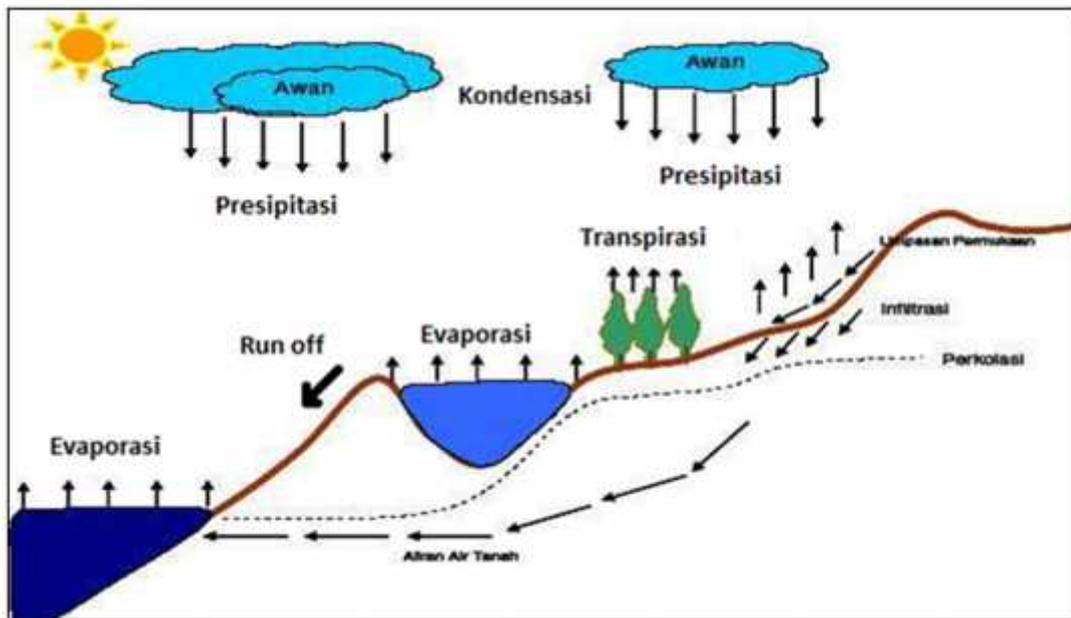
Menurut Robert J. Kodoatie siklus hidrologi merupakan konsep dasar tentang keseimbangan air. Susunan secara siklus peristiwa tersebut sebenarnya

tidaklah sederhana yang kita gambarkan. Dalam perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbedah :

- 1) Evaporasi / transpirasi – Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman tersebut, kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (precipitation) dalam bentuk hujan, salju, es.
- 2) Infiltrasi / perkolasi ke dalam tanah – Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut kembali menjadi sistem air permukaan.
- 3) Air permukaan – Air yang bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut.

Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa) dan sebageian air bawa permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir di laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem daerah

aliran sungai (DAS). Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya.



Gambar 1 : Siklus hidrologi (Label Kimia Lingkungan)

Meskipun konsep daur hidrologi itu telah disederhanakan, namun masih dapat membantu memberikan gambaran mengenai proses-proses penting dalam daur tersebut yang harus di mengerti oleh para ahli hidrologi. Air laut yang menguap karena adanya radiasi matahari, dan awan yang terjadi oleh uap air, bergerak di atas daratan berhubung didesak oleh angin. Presipitasi karena adanya tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan atau salju yang jatuh ke tanah yang membentuk limpasan (*run off*) yang mengalir kembali ke laut. Beberapa diantaranya masuk ke dalam tanah (infiltrasi) dan bergerak terus ke bawah (perkolasi) ke daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau permukaan phreatik. Air dalam daerah

ini bergerak perlahan-lahan melewati akuifer masuk ke sungai atau kadang-kadang langsung ke laut.

Air yang merembes ke dalam tanah (infiltrasi) memberi hidup kepada tumbuh-tumbuhan dan beberapa di antaranya naik ke atas lewat akar dan batangnya, sehingga transpirasi, yaitu evaporasi (penguapan) lewat tumbuh-tumbuhan melalui bagian bawah daun (*stomata*). Air yang tertahan di bawah tanah (*surface detention*) sebagian diuapkan dan sebagian besar mengalir ke sungai-sungai kecil dan mengalir sebagai limpasan permukaan (*surface run off*) ke dalam sungai. Permukaan sungai dan danau juga mengalami penguapan (Evaporasi), sehingga masih ada air yang dipindahkan menjadi uap.

B. Irigasi

Istilah irigasi menurut PP nomor : 77 tahun 2001 adalah usaha manusia di dalam menyediakan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak. Merupakan pengembangan dan pemantapan dari PP nomor : 22 1982 dimana irigasi di maksudkan sebagai usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian. Sedangkan menurut *hansen 1992* , irigasi adalah suatu seni yang dimiliki oleh manusia sesuai dengan peradaban manusia atau dikatakannya bahwa peradaban manusia ternyata mengikuti perkembangan irigasi, peradaban meningkat dengan meningkatnya daerah yang beririgasi.

Negara Republik Indonesia sejak 1974 telah mengeluarkan UU RI No 11/1974 tentang pengairan, yang berisi tentang kebijakan dasar bagi peraturan-peraturan tentang pengairan.

Pengairan merupakan pemanfaatan dan pengaturan, meliputi :

1. Irigasi yaitu usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, baik air permukaan maupun air tanah.
2. Penembangan daerah rawa, yaitu pematang tanah daerah-daerah rawa antara lain untuk pertanian.
3. Pengendalian dan pengairan banjir serta usaha untuk perbaikan sungai, waduk, dan lainnya
4. Pengaturan penyediaan air minum, air perkotaan, air industri dan pencegahan terhadap pencemaran atau pengotoran air dan lainnya bangunan pengairan diatur lebih lanjut dengan peraturan pemerintah seperti dalam PP No 23/1982 bahwa
 - a) Penyediaan air irigasi pada dasarnya untuk mengairi tanaman, tetapi perlu di perhatikan keperluan, untuk pemukiman, dan perikanan air tawar.
 - b) Penggunaan air irigasi hanya diperkenankan dengan mengambil air dari saluran tersier atau saluran kuartier pada tempat pengambilan dengan mengambil yang telah di tetapkan pihak yang berwenang.
 - c) Perkumpulan pentani pemakai, Air (P3A), sangat ditekankan agar memperhatikan perkembangan irigasi dan pemerintah daerah (pemda) setempat.

Irigasi secara umum didefinisikan sebagai cara-cara pengelolaan dan pemanfaatan air yang ada pada tanah untuk keperluan mencukupi pertumbuhan dan tumbuhnya tanaman terutama bagi tanaman pokok (di Indonesia yang ditunjukkan untuk tanaman padi dan palawija). Lebih umum lagi diartikan sebagai

pemanfaatan keberadaan air yang ada di dunia ini tidak saja untuk pertanian tetapi untuk kebutuhan dan keperluan hidup dan kelestarian dunia itu sendiri.

1. Sistem Irigasi

Kebutuhan pangan terutama beras terus meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Di sisi lain ketersediaan pangan terbatas sehubungan dengan terbatasnya lahan yang ada untuk bercocok tanam, teknologi, modal dan tenaga kerja, sehingga defisit penyediaan bahan pangan masih sering terjadi di negeri ini. Untuk berbagai pihak tidak henti-hentinya berupaya untuk mengatasi masalah tersebut diatas melalui berbagai kebijaksanaan dan program mendefinisikan irigasi merupakan salah satu faktor penting dalam produksi bahan pangan. Sistem irigasi dapat diartikan sebagai satu kesatuan yang tersusun dari berbagai komponen, menyangkut upaya penyediaan, pembagian, pengelolaan dan pengaturan air dalam rangka meningkatkan produksi pertanian.

Beberapa komponen dalam sistem irigasi diantaranya adalah :

- a. Siklus hidrologi. (iklim, air atmosferik, air permukaan air bawah permukaan)
- b. Kondisi fisik dan kimiawi (topografi, infrastruktur, sifat fisik dan kimiawi lahan)
- c. Kondisi biologis tanaman
- d. Aktivitas manusia (teknologi, sosial, budaya, ekonomi)

2. Jaringan Irigasi

Jaringan irigasi adalah satu kesatuan saluran dan bangunan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi, mulai dari penyediaan, pengambilan,

pemberian dan penggunaannya. Secara hirarki jaringan irigasi dibagi menjadi jaringan utama dan jaringan tersier.

Jaringan utama meliputi bangunan, saluran primer dan saluran sekunder. Sedangkan jaringan tersier terdiri dari bangunan dan saluran yang berbeda dalam petak tersier,;

Mengacu pada direktorat jendral pengairan (1986) cara pengaturan, pengukuran, serta kelengkapan fasilitas, jaringan irigasi dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga), yaitu jaringan irigasi sederhana, (2) jaringan irigasi semi teknis dan (3) jaringan irigasi teknis.

C. Ketersediaan air

Ketersediaan air pada terdiri atas tiga bentuk, yaitu air hujan, air permukaan, dan air tanah. Sumber air utama dalam pengelolaan alokasi air adalah sumber air dalam permukaan bentuk air di sungai, saluran, danau, dan tampungan lainnya. Penggunaan air tanah kenyataannya sangat membantu pemenuhan kebutuhan air baku dan air irigasi pada daerah yang sulit mendapatkan air permukaan, akan tetapi berkelanjutannya perlu di jaga dengan pengambilan yang terkendali di bawah debit aman (safeyield). Dalam pengelolaan alokasi air, air hujan berkontribusi untuk mengurangi kebutuhan air irigasi yaitu dalam bentuk hujan efektif. Pada beberapa daerah dengan kualitas air permukaan yang tidak memadai, dilakukan permanenan hujan, yaitu air hujan ditampung menjadi sumber air untuk keperluan rumah tangga.

Ketersediaan air permukaan dapat didefinisikan dalam berbagai cara. Lokasi ketersediaan air dapat berlaku pada satu titik, misalnya pada suatu lokasi

pos duga air, bendung tempat pengambilan air irigasi, dan sebagainya sebagai satuan yang kerap digunakan adalah berupa nilai debit aliran dalam meter kubik/s atau liter/s. Banyaknya air yang tersedia dapat pula dinyatakan untuk suatu areal tertentu, misalnya pada suatu wilayah sungai (WS), daerah aliran sungai (DAS), daerah irigasi (DI), dan sebagainya, dimana satuan yang digunakan adalah banyaknya berupa air yang tersedia pada satu satuan waktu, misalnya juta meter kubik/tahun atau milimeter/hari

Analisis ketersediaan air menghasilkan perkiraan ketersediaan air disuatu wilayah sungai, secara spasial dan waktu. Analisis ini pada dasarnya terdiri atas langkah langkah: (1) analisis data debit aliran, (2) analisis data hujan dan iklim, (3) pengisian data debit yang kosong, (4) memperpanjang data debit runtut waktu, dan (5) analisis frekuensi debit aliran rendah.

1. Curah Hujan

Pengertian curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu meter atau tertampung air sebanyak satu liter.

Curah hujan adalah bagian dari keseluruhan curah hujan secara efektif untuk kebutuhan air tanaman. Curah hujan andalan untuk tanaman padi adalah probabilitas curah hujan yang jatuh dengan kegagalan 80% (R 80) dan untuk tanaman palawijah dengan kegagalan 50% (R 50).

Hujan adalah ditetapkan berdasarkan persamaan weibul sebagai berikut :

$$P = \frac{m}{n+1} 100\% \dots \dots \dots (1)$$

- Dimana :
- P : probabilitas
- M : nomor urut data
- N : jumlah data

a. Curah hujan rata-rata

Curah hujan sangat diperlukan untuk sebuah rancangan pemanfaatan air baik untuk menentukan kebutuhan air yang diperlukan atau untuk keperluan pengendalian banjir. Curah hujan disini dimaksudkan adalah curah hujan rata-rata yang terjadi di daerah yang terkait, bukan disuatu titik tertentu pada daerah itu sendiri. Curah hujan ini biasanya dihitung biasanya dihitung dari beberapa titik hujan atau beberapa stasiun hujan.

Salah satu cara untuk menghitung curah hujan rata-rata dengan cara menghitung polygon tessen

$$p = \frac{a1.p1+b1.p2+c1.p3}{p1+p2+p3} \dots\dots\dots(2)$$

- Dimana : a1,b2 dan c3 = curah hujan keseluruhan
- P1, P2 dan P3 = luas areal curah hujan
- P = Curah Hujan Rata-rata

b. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif merupakan curah hujan yang jatuh pada suatu daerah tertentu dan biasanya digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Curah hujan efektif ini dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kehilangan air akibat evapotranspirasi tanaman, perkolasi tanaman, dan lain-lain. Pada umumnya

jumlah hujan yang dimanfaatkan tanaman tergantung pada jenis tanaman itu sendiri.

Besarnya curah hujan yang jatuh itu sendiri dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman, sehingga dapat memperkecil debit yang dibutuhkan dari pintu pengambilan. Mengingat bahwa jumlah curah hujan tersebut tidak semuanya dapat dimanfaatkan untuk tanaman.

Curah hujan efektif (Reff) ditentukan besarnya R_{80} yang merupakan curah hujan yang dapat dilampaui sebanyak 80% atau dilampauinya 8 kali dari 10 kejadian. Dengan kata lain bahwa peluang terjadinya adalah 80% atau resiko tidak terjadi hanya 20%.

Analisa curah hujan efektif dilakukan dengan maksud untuk menghitung kebutuhan air irigasi. Curah hujan efektif ialah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman. Untuk irigasi padi memiliki curah hujan efektif diambil setiap Bulannya adalah 70% dari curah hujan minimum dengan periode ulang rencana tertentu dengan kemungkinan gagal atau resiko tidak terjadi sebesar 20% apabila data hujan yang digunakan adalah 10 harian maka persamaannya menjadi (SPI KP 01 : 1986) :

Curah hujan untuk padi :

$$R_p = (R_{80} \times 70\%) \text{ mm/hari} \dots\dots\dots(3)$$

Curah hujan untuk palawija :

$$R_p = (R_{80} \times 50\%) \text{ mm/hari} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

Re : curah hujan efektif untuk sawah (mm / hari)

R80 : curah hujan harian dengan probabilitas terjadi 80%

selama setahun

D. Analisa Kebutuhan Air

Pada pengelolaan alokasi air di wilayah sungai, data kebutuhan air irigasi dapat di peroleh dari pengelolaan wilayah Sungai, misalnya Dinas Pekerjaan Umum (DPUP) Kabupaten/Kota, atau Dinas Sumber Daya Air Provinsi atau Balai Besar Wilayah Sungai, sebagai masukan untuk pengelolaan alokasi air. Besarnya kebutuhan air diperiksa kebenarannya dengan bantuan model komputer untuk menghitung kebutuhan air irigasi berdasarkan parameter-parameter yang mempengaruhi antara lain pola dan jadwal tanam, curah hujan efektif, perkolasi efisiensi, golongan, dan sebagainya berdasarkan kriteria perencanaan jaringan irigasi KP 01 dari Direktorat Jenderal Pengairan (1985). Kebutuhan air di sawa untuk padi bergantung faktor-faktor penyiapan lahan, penggunaan komsumtif, perkolasi dan dinyatakan dalam satuan mm/hari atau liter/s/ha.

1. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan kejadian bersama-sama antara Evaporasi dan Transpirasi, dimana keduanya saling mempengaruhi dan sangat berkaitan satu sama lain. Evapotranspirasi juga berarti kehilangan air total akibat penguapan dari muka tanah dan penguapan air di tanaman. Analisa tentang Evapotranspirasi ini bertujuan untuk mengetahui air yang menguap dari tanah dan tumbuhan, yang nanti akan sangat menentukan jumlah air yang di butuhkan dalam suatu irigasi.

Evaporasi berdasarkan keadaan Meteorologi sangat di pengaruhi oleh beberapa hal antara lain :

- a. Radiasi Matahari : Evaporasi merupakan konversi air ke dalam uap air. Proses ini berjalan terus hampir tanpa berhenti disiang hari kerap juga di malam hari. Perubahan dari keadaan cair menjadi gas Ini memerlukan energi berupa gas laten untuk evaporasi. Proses tersebut akan sangat efektif jika ada penyinaran matahari langsung. Awan merupakan penghalang radiasi matahari dan menghambat proses evaporasi.
- b. Angin : Jika air menguap ke atmosfer maka lapisan batas antara permukaan tanah dan udara menjadi uap air. sehingga proses penguapan berhenti, agar proses tersebut dapat berjalan terus, lapisan jenuh harus di ganti dengan udara kering. Pergantian itu hanya mungkin kalau ada angin yang akan menggeser komponen uap air. Jadi, kecepatan angin memegang peranan penting dalam proses evaporasi.
- c. Kelembaban relatif (*relative humidity*); faktor yang lain yang mempengaruhi evaporasi adalah kelembaban relatif ini naik, maka kemampuan udara untuk menyerap air akan berkurang sehingga laju evaporasinya menurun. Penggantian lapisan udara pada batas tanah dan udara dengan udara yang sama kelembaban relatifnya tidak akan menolong dalam memperbesar laju evaporasinya.
- d. Suhu (*temperatur*); Jika suhu udara dan tanah cukup tinggi, proses evaporasi berjalan lebih cepat di bandingkan dengan jika suhu udara dan tanah rendah dengan adanya energi panas yang tersedia. Kemampuan udara untuk menyerap uap air naik jika suhunya naik, maka suhu udara mempunyai efek ganda terhadap besarnya evaporasi dengan mempengaruhi kemampuan udara menyerap uap air dan mempengaruhi suhu tanah yang akan

mempercepat penguapan. Sedangkan suhu tanah dan air hanya mempunyai efek tunggal.

Gabungan evaporasi dan transpirasi yang ada di lakukan bersama-sama, dimana keduanya saling mempengaruhi. Evapotranspirasi (Eto) dihitung berdasarkan metode Penman sebagai berikut.

$$Eto = c [(W.(0,75.Rs-Rn1)+(1-W).f(u).eaad)].....(11)$$

Dimana :

- W = Bobot faktor yang berhubungan dengan temperatur(t) dari elevasi daerah antara 0 – 500 m
- Rs = Satuan radiasi gelombang pendek dalam satuan mm/hr $(0.25+0.554 n/N)$ Ra.
- Ra = Radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer yang dipengaruhi oleh letak lintang daerah.
- Rn1 = Radiasi bersih gelombang panjang dalam satuan mm/hari $[f(t).f(ed).f(n.N)$ Ra
- f(t) = Fungsi suhu
- Ra = Suhu
- F(ed) = Fungsi tekanan uap $= 0,34-0,44.\sqrt{e}$
- f(n/N) = Fungsi kecerahan $= 0,1 + 0,9 .n/N$
- n = Jumlah yang dimungkinkan dalam satu hari matahari bersinar terang (jam)
- N = Jumlah dari yang sebenarnya dalam satu hari matahari bersinar terang (jam)
- (ea-ed) = Perubahan tekanan uap air jenuh dengan tekanan air

Nyata.

$e_d = e_a \cdot R_h$

R_h = Kelembaban udara relatif

e_a = Tekanan uap jenuh (mbar)

e_d = tekanan uap sebenarnya (mbar)

c = Faktor penyesuaian untuk mengimbangi pengaruh cuaca siang dan malam hari

$f(u)$ = Fungsi kecepatan angin pada ketinggian dalam satuan m/dtk, $0,27n \cdot (1 + 0,864 \cdot u)$

u = Kecepatan angin (m/dtk)

2. Penggunaan Konsumtif (Etc)

Kebutuhan air untuk konsumtif tanaman merupakan kedalaman air yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi yang bebas penyakit, tumbuh di areal yang cukup air dari kesuburan tanah dengan potensi pertumbuhan yang baik dan tingkat lingkungan pertumbuhan yang baik. Untuk menghitung kebutuhan air konsumtif tanaman dapat digunakan persamaan empiris sebagai berikut :

(Dep.PU,1986.KP lampiran 02 : 162)

$$Etc = kc \times Eto \dots \dots \dots (12)$$

Dimna :

Kc = koefisien tanaman

Eto = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

Etc = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Koefisien tanaman diberikan untuk menghubungkan Eto dengan Etc dan dipakai dalam rumus penman. Koefisien yang dipakai harus didasarkan pada pengalaman yang terus menerus proyek irigasi di daerah studi.

Besarnya nilai suatu koefisien tanaman ini merupakan faktor yang digunakan untuk mencari besarnya air yang habis terpakai untuk tanaman periode 10 harian yang akan datang.

3. Kebutuhan Air Untuk Tanaman

Kebutuhan air irigasi adalah air yg diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman di petak-petak irigasi. Besarnya Kebutuhan air di sawah menurut tahap pertumbuhannya dan bergantungnya kepada cara pengolahan lahan, besarnya kebutuhan air di sawah dinyatakan dalam mm/hari. Kebutuhan air di sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor berikut : penyiapan lahan, penggunaan komsumtif, perkolasi dan pergantian lapisan air. Perhitungan kebutuhan air untuk irigasi berdasarkan prinsip keseimbangan air dengan periode 15 harian, sebagai berikut :

- a. Kebutuhan air bersih di sawah (NFR)

$$NFR = IR + Etc + P - Rc + WIR \dots \dots \dots (13)$$

- b. Kebutuhan air irigasi untuk palawija (WRP)

$$IR = \frac{N}{\epsilon} \dots \dots \dots (14)$$

$$IR = \frac{E - R}{\epsilon} \dots \dots \dots (15)$$

Dimana :

NFR: kebutuhan air untuk persiapan lahan (mm/hari)

Etc : evapotranspirasi untuk tanaman (mm/hari)

IR : kebutuhan air untuk konsumsi tanah

WIR: kebutuhan air untuk pergantian lapisan tanah

P : perkolasi

Re : curah hujan efektif (mm/hari)

Adapun perhitungan kebutuhan air irigasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{MOR} = \frac{N}{p} \dots\dots\dots(16)$$

$$\text{SOR} = \frac{N}{e_s} \dots\dots\dots(17)$$

$$\text{SOR} = \frac{N}{t} \dots\dots\dots(18)$$

Dimana :

MOR = Main Off take water Requirement, besarnya
kebutuhan air pada Pintu sadap utama

SOR = Secondary Off take water Requirement, besarnya
kebutuhan air Pada pintu sadap sekunder.

TOR = Tersier Off take water Requirement, besarnya
kebutuhan air pada Pintu sadap tersier.

NFR = Net Fiel water Requirement, besarnya kebutuhan bersih
(etto) air Di sawah.

e primer = Efisiensi tingkat primer

e sekunder = Efisiensi tingkat sekunder

e tersier = Efisiensi tingkat tersier

Efisiensi irigasi dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan di sebabkan oleh kegiatan operasi evaporasi, dan rembesan.

Efisiensi irigasi untuk masing-masing tingkat saluran irigasi adalah 0,80 di tingkat tersier 0,90 di tingkat sekunder, dan 0,90 di tingkat primer sehingga :

$$\text{Efisiensi di saluran tersier} = 0,80$$

$$\text{Efisiensi di saluran sekunder} = 0,80 \times 0,90 = 0,72$$

$$\text{Efisiensi di saluran primer} = 0,80 \times 0,90 \times 0,90 = 0,65$$

4. Kebutuhan Air untuk penyiapan lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan pada umumnya menentukan kebutuhan maksimum air pada suatu proyek irigasi selama penyiapan lahan, yaitu :

- a). Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk lahan.
- b). Jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan.

Kebutuhan air pada proyek irigasi selama penyiapan lahan, pada umumnya menggunakan metode yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Ziljstra (1986). Metode ini berdasarkan pada laju air konstan dalam satuan $1/dt$ selama penyiapan lahan dan menghasilkan rumus sebagai berikut :

$$IR = M \cdot e^k / (e^k - 1) \dots \dots \dots (19)$$

Dimana :

IR = Kebutuhan air irigasi untuk pengelolaan tanah (mm/hari)

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi

Dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan, dimana

$$M = E_o + P$$

$$E_o = \text{Evaporasi air terbuka (mm/hari)} = E_{to} \times 1,10$$

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari) (tergantung
 tekstur tanah)

K = MT/S

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = Kebutuhan air (untuk menjenuhkan di tambah dengan
 lapisan air

50 mm, yakni $200 + 50 = 250$ mm)

Untuk tanah bertekstur berat tanpa retak-retak kebutuhan air untuk penyiapan lahan diambil 200 mm. Setelah transplantasi selesai, lapisan air di sawah akan ditambah 50 mm. Maka secara keseluruhan, berarti bahwa lapisan air awal setelah transplantasi selesai.

Bila lahan telah dibiarkan bero selama jangka waktu yang lama (2,5 bulan lebih), maka lapisan air yang diperlukan untuk penyiapan lahan diambil 300 mm, termasuk 50 mm untuk penggenangan selesai transplantasi.

Tabel 1 : Besarnya Kebutuhan air

Eo + P Mm/hari	T = 30 hari		T = 45 hari	
	S = 250 Mm	S = 300 m	S = 250 Mm	S = 300 m
5.00	11.1	12.7	8.4	9.5
5.50	11.4	13	8.8	9.8
6.00	11.7	13.3	9.1	10.1
6.50	12	13.6	9.4	10.4
7.00	12.3	13.9	9.8	10.8
7.50	12.6	14.2	10.1	11.1
8.00	13	14.5	10.5	11.4
8.50	13.3	14.8	10.8	11.8
9.00	13.6	15.2	11.2	12.1
9.50	14	15.5	11.6	12.5
10.00	14.3	15.8	12	12.9
10.50	14.7	16.2	12.4	13.2
11.00	15	16.5	12.8	13.6

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum KP 01;1986 : 1

Tabel 2 : Koefisien Tanaman

Bulan	Nedeco / Prosida		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0.5	1.2	1.2	1.1	1.1
1	1.2	1.27	1.1	1.1
1.5	1.32	1.33	1.1	1.05
2	1.4	1.3	1.1	1.05
3.5	1.35	1.3	1.1	0.95
3	1.24	0	1.05	0
3.5	1.12		0.95	
4	0		0	

Sumber : Departement pekerjaan Umum KP 01 ; 1986 : 16

Tabel 3 : Kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan

Jenis Tanaman	Jangka Tumbuh (hari)	Umur ke (½ bulanan)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kedelai	85	0.50	0.75	1.00	1.00	0.82	0.45						
Jagung	80	0.50	0.59	0.96	0.05	1.02	0.95						
K. Tanah	130	0.50	0.51	0.66	0.85	0.95	0.95	0.95	0.55	0.55			
Bawang	70	0.50	0.51	0.69	0.90	0.95							
Buncis	75	0.50	0.64	0.89	0.95	0.88							
Kapas	195	0.50	0.50	0.58	0.75	0.91	1.04	1.05	1.05	0.78	0.65	0.65	0.65
K. Hijau	72	0.50	0.64	0.89	0.95	0.88							

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum KP 01 : 1986 hal 172

5. Perkolasi

Laju perkolasi sangat bergantung pada sifat tanah. Dari hasil penyelidikan tanah pertanian dan penyelidikan kelulusan air, besarnya laju perkolasi besar tingkat kecocokan tanah dan untuk pengelolaan tanah dapat ditetapkan dan dianjurkan pemakaiannya. Guna menentukan laju perkolasi, tinggi muka air tanah juga harus di perhitungkan. Perembesan yang terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah.

Laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah di lakukan genangan berkiras antara 1 sampai 3 mm/hari. Di daerah kemiringan diatas 5% paling tidak, akan terjadi kehilangan 5 mm/hari akibat perkolasi dan rembesan, maka dari laju perkolasi tersebut kt bisa memastikan seberapa besar penggunaan lahan yang bisa di gunakan untuk lahan persawahan dan seberapa besar untuk penggenangan air di suatu lahan.

6. Pergantian Lapisan Air (WLR = Water Layer Requirement)

Pergantian lapisan air dilakukan dua kali masing-masing 50 mm (2.5 mm/hari) selama 20 hari selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi (pengertian tanaman)

- 1) Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.
- 2) Jika ada penjadwalan semacam itu, dilakukan pergantian sebanyak 2 kali. Masing-masing 50 mm (atau 3.3 mm/hari selama 0.5 bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

7. Pola Tata Tanaman dan Perencanaan Golongan

1. Pola tanam

Polah tata tanam merupakan perpaduan antara kebutuhan air dengan ketersediaan air irigasi, kita berusaha mengatur waktu, tempat jenis dan luas penanaman saat musim hujan dan kemarau disertai penggunaan air yang efesian untuk mendapat produksi semaksimal mungkin.

Hal-hal yang diperlukan dalam perencanaan pola tanam :

- a. Pola tanam harus mengoptimalkan pemakaian air dari sumber air yang tersedia.

- b. Pola tanam harus praktis dan cocok berdasarkan kemampuan dan lingkungan yang ada.
- c. Pola tanam harus membawa keuntungan semaksimal mungkin bagi petani.

Tabel 4 : Koefisien tananam padi per fase Pertumbuhan

Fase pertumbuhan	waktu	Koefisien Tanaman
Penyiapan lahan/Nurseri	30 hari	1.20
Penggenangan/Land prepanation	20 hari	-
Penanaman/Intial stage	20 hari	1.10
Pertumbuhan/Developin. Stage	40 hari	-
Menjelang tumbuh/mid season	40 hari	1.05
Masa uda tua/Late season	30 hari	0.08
Total	150 hari	4.15

Sumber : Menurut Cropwat tahun 2009

2. Rencana tata tanam/pola tanam

Rencana tata tanam adalah suatu daftar perhitungan atau grafik yang menggambarkan hal-hal berikut :

- a. Rencana luas tanam (padi, palawija dan lain-lain)
- b. Rencana golongan
- c. Rencana pengeringan saluran (pemeriksaan dan perbaikan)
- d. Jadwal tanam
- e. Perhitungan kebutuhan air
- f. Debit andalan
- g. Keseimbangan air

Semua poin diatas harus di lakukan demi mendapatkan hasil yang maksimal dari pengerjaan suatu lahan areal persawahan.

E. Neraca Air

Neraca air menyatakan perimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Selain dinyatakan sebagai ketersediaan air dikurangi kebutuhan air juga lazim digunakan indeks pemakaian air (IPA) yang merupakan rasio antara pemakaian air dengan ketersediaan air. IPA ini telah umum digunakan sebagai indikator.

Neraca air pada DAS dan wilaya sungai (Ditjen sumber Daya Air, 2003). Dalam menghitung neraca air, perlu di perhatikan sebagai pendefesian mengenai ketersediaan air yaitu apakah digunakan ketersediaan rata-rata ketersediaan pada musim kemarau, atau ketersediaan yang dapat diandalkan.

Lokasi ketersediaan air dapat berlaku pada suatu titik, misalnya pada suatu lokasi pos duga air waduk, dan bendung tempat pengambilan air irigasi, dimana satuan yang kerap digunakan adalah nilai debit aliran dalam meter-kubik atau litar perdetik neraca air kerap kali juga digunakan untuk merekonstruksi air yang masuk waduk atau bendung seperti di Upper Torrens. Australia Selatan (Heneker, 2003)

Banyak air yang tersedia dapat juga dinyatakan berlaku dalam suatu areal tertentu, misalnya pada suatu wilaya sungai, daerah alairan sungai, dan daerah irigasi, dimana satuan yang kerap digunakan adalah banyaknya air yang tersedia pada suatu satuan waktu, misalnya juta meter kubik pertahun atau mililiter perhari. Untuk pengambilan air di bagian hulu das. Neraca air sebaiknya dihitung atas dasar ketersediaan air pada lokasi pengambilan air, bukan pada ketersediaan air di seluru DAS.

Pada umumnya ketersediaan air untuk neraca air dinyatakan sebagai ketersediaan air rata-rata dalam setahun, yang memiliki kelemahan tidak memasukkan unsur variabilitas ketersediaan air, dimana pada musim kemarau ketersediaan air akan sangat minim sehingga membutuhkan perhitungan awal yang baik dalam mengantisipasi terjadinya kekurangan air pada daerah irigasi atau pada daerah lahan yang ingin di hitung kebutuhan airnya.

Konsep yang memasukkan unsur variabilitas dalam ketersediaan air adalah debit andalan yang dihitung pada setiap bulan atau tengah-bulan dengan demikian rumus yang digunakan untuk menghitung keseimbangan air adalah sebagai berikut:

Perhitungan keseimbangan air dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$Q_{\text{Pengambilan}} = \frac{a \times M}{1}$$

F. Aplikasi/Softwer Cropwat

Dalam perkembangan irigasi di dunia khususnya di Indonesia tidak terlepas dari penggunaan teknologi untuk mempermudah dan mempercepat pengerjaan irigasi agar mencapai hasil yang lebih maksimal, penggunaan teknologi sangat dibutuhkan dalam pengerjaan jaringan irigasi.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam pengerjaan irigasi adalah *Softwer Cropwat*, Softwer ini adalah suatu aplikasi pendukung yang dikembangkan oleh Devisi pengembangan tanah dan air FAO (*foot agriculture organization*) yang memasukkan perhitungan manual untuk irigasi menjadi suatu aplikasi yang di sebut Cropwat.

Berdasarkan pengembangannya, aplikasi Software Cropwat adalah sebuah Aplikasi program komputer untuk menghitung kebutuhan air tanaman dan kebutuhan irigasi berdasarkan data tanah, iklim dan tanaman. Selain itu juga, program ini memungkinkan pengembangan jadwal irigasi untuk menejemen yang berbeda dan perhitungan penyediaan air untuk berbagai skema pola tanam tergantung pada jenis tanaman dan pola tanaman yang diinginkan untuk di hitung dan luas lahan yang tersedia.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah daerah irigasi Salulemo yang terletak di Kabupaten Luwu Utara, Kecamatan Baebunta, Desah Kariango. Lokasi studi tepatnya \pm 450 Km dari ibu kota provinsi Sulawesi selatan atau 10 Km selatan ibu kota Kab. Luwu Utara (Masamba).

Daerah irigasi Salulemo secara administrasi masuk dalam wilayah Kecamatan Baebunta, Desah Kariango, Kab. Luwu Utara. Daerah Bendung Salulemo dapat dicapai dari dua arah dengan menggunakan roda dua atau roda empat, untuk sebelah barat masuk melalui jalan poros Palopo-Masamba dan untuk sebelah timur masuk melalui Kecamatan Malangke. Batas administratif wilayah Kabupaten luwu Utara berbatasan dengan wilaya tetangga antara lain sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Sulawesi Tengah
Sebelah Timur	: Kabupaten Luwu Timur
Sebelah Selatan	: Teluk Bone
Sebelah Barat	: Kabupaten Tanah Toraja dan Sulawesi Barat

B. Sumber Daya Alam

1. Tanah Pertanian

Kondisi tanah pertanian pada daerah irigasi ini cukup baik, antara lain sesuai untuk tanaman Padi maupun Palawija. Hal tersebut bisa dilihat juga cukup luasnya areal persawahan pada daerah ini, terutama pada daerah yang sudah terairi. Dengan pemberian air irigasi yang cukup, sistem pembuangan air yang baik jika musim penghujan, maka semua areal irigasi lahannya sesuai dengan tanaman Padi dan Palawija.

2. Sumber Air

Sumber air utama untuk mengairi areal irigasi Salulemo adalah dari anak Sungai Rongkong yaitu Sungai Salulemo. Pada mulanya, sistem pengambilan air dari sungai tersebut untuk mengairi daerah irigasi yang ada cukup baik, hal ini dikarenakan pada daerah irigasi tersebut telah adanya sistem jaringan irigasi yang cara pengambilan air melalui dari bendung, walaupun masih banyak kekurangan berupa efektifitas dan efisiensi dari bendung, saluran, bangunan, serta operasi dan pemeliharaan di samping itu juga penyebab yang bisa merusak efektivitas bendung itu sendiri seperti sampah yang di bawah oleh air itu sendiri, sedimen, pengendapan dan yang lainnya maka dari itu pemeliharaan bendung sangat di perlukan untuk menjaga stabilitas air yang masuk pada pintu pengambilan (intake).

C. Karakteristik DAS dan Daerah Irigasi Salulemo

1. Kondisi Daerah Aliran Sungai

Daerah irigasi mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 131 km panjang 22.4 km, lebar bervariasi antara 6500 m hingga 11500 m yang mempunyai kemiringan yang terjal dan curah hujan yang tinggi sehingga bisa menyebabkan tingkat erosi yang besar serta terjadinya aliran puncak yang besar.

Kondisi Aliran Sungai Salulemo menunjukkan pola aliran sungai yang relatif rata sepanjang tahun dengan musim hujan di mulai dari bulan Januari – Juni dan November – Januari.

2. Karakteristik Daerah Irigasi Salulemo

Daerah Irigasi Salulemo Seluas 2351 Ha dengan sumber air utama bendung Salulemo yang terletak di Desa Kariango Kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara. Daerah Irigasi Salulemo Salulemo yang sudah dapat difungsikan adalah Seluas 2351 Ha sejak tahun 2007 sampai sekarang. Sedangkan fakta dilapangan banyaknya pembukaan lahan baru dan pengalihan fungsi lahan. Saluran induk salulemo sudah dibangun dengan dimensi yang sudah di sediakan untuk mengalirkan debit air maksimum (4,41 m³/dtk). Adapun jumlah jaringan sebanyak dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 : Saluran Induk dan Sekunder D.I Salulemo

No	Jenis Saluran	Panjang Saluran (Km)	Luas Areal (Ha)
1	Saluran Primer Pembawa Saluran Sekunder Pembawa Saluran Muka	2,734 3.755 5.218	2351

Sumber Dinas PU. Pengairan Kab.Luwu Utara

3. Pola Tanam

- a. Pada masyarakat yang mengikuti sistem tanam dengan kontrol air dari bawah sawah, petani lebih bebas menentukan pilihan tentang jenis tanaman dan jadwal tanam. Pada sistem kontrol dari atas termasuk sistem Daerah Irigasi yang dikembangkan oleh Departemen Pekerjaan Umum, pola tanam dapat ditetapkan oleh penitia Irigasi Tingkat Kabupaten.
- b. Pada daerah studi, selama ini belum terdapat jaringan teknis, atau masih masi meggunakan sistem tadah hujan, sehingga pola tata tanam eksiting hanya padi, dengan penanaman duakali dalam setahun.
- c. Untuk pekerjaan ini akan merekomendasikan sistem polah tata tanam; jika kondisi cukup air akan menanam padi, dan jika kondisi kurang air akan menanam palawija.

Jadi hasil dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6 : Sistem Pola Tanam yang sudah ada

No	Bulan	Pola Tanam
1	Desember – April	Palawija
2	April – Mei	Pengelolaan lahan untuk Padi
3	Mei – September	Padi
4	September – Desember	Padi 50% dan Palawija 50%
5	desember – Maret	Palawija
6	Maret – April	Tanah Dibiarkan Bero

Sumber Dinas Pertanian Kabupaten Luwu Utara 2017

D. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh informasi data yang baik, tepat dengan asumsi agar sasaran penulis dapat tercapai maka penulis menggunakan pengumpulan data sebagai berikut :

1. Penelitian pustaka untuk melengkapi penulisan dan penelitian ini, Dalam hal penelitian hal ini penelitian pustaka melalui teknik baca literature-literature serta hasil penelitian terdahulu.
2. Interview atau wawancara dengan orang-orang yang terkait dengan masalah ini.

E. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada studi ini terlebih dahulu mencari informasi tentang Daerah Irigasi Salulemo, kemudian mengumpulkan data yang berhubungan dan menganalisa data sedemikian rupa untuk mendapat kesimpulan akhir.

Data – data yang terkait dengan kondisi lokasi studi sangat mendukung penyelesaian studi ini. Oleh karena itu, langka awal yang dilakukan penulis adalah

mencari informasi untuk mengetahui sumber- sumber data yang diperlukan serta pengumpulan data yang dibutuhkan.

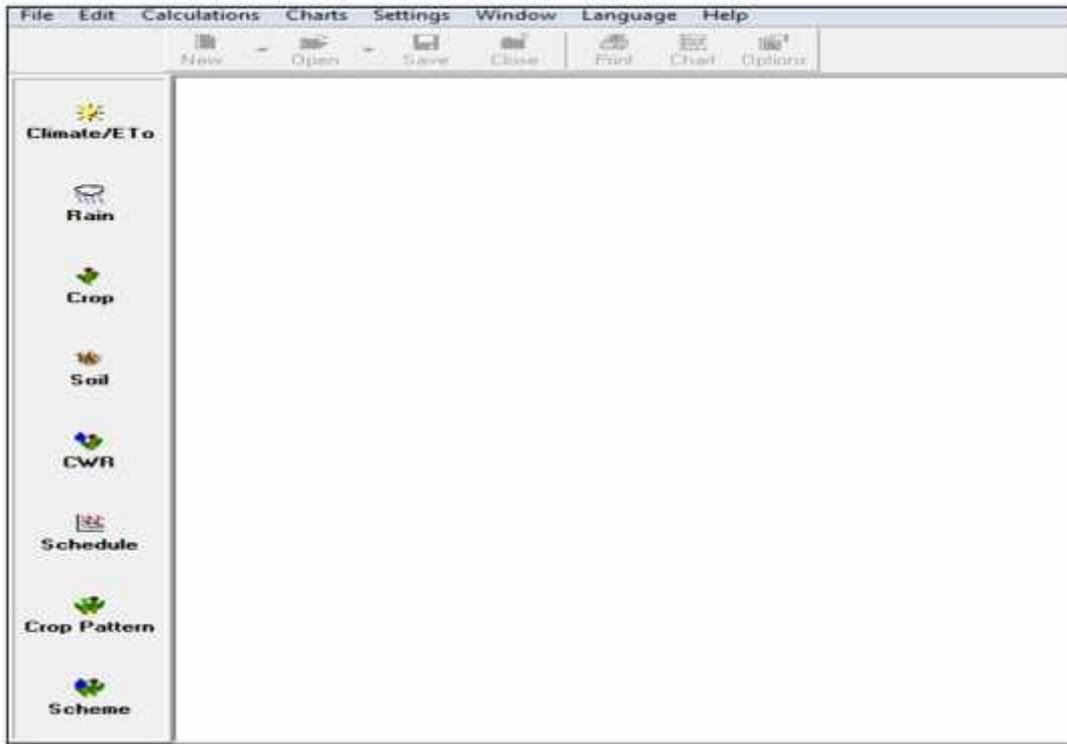
1. Mengumpulkan beberapa literatur dari buku dan Jurnal yang berkenaan dengan Penelitian.
2. Mengumpulkan data yang diperlukan yaitu data sekunder. Data sekunder merupakan data yang di dapat dari instansi yang terkait, lembaga masyarakat, dan pihak terkait yang berhubungan dengan penelitian. Setelah dilakukan pengumpulan data maka data yang diperoleh dianalisa dengan menganalisa Hidrologi yang meliputi :
 - a. Curah Hujan
 - b. Evapotranspirasi
 - c. Kebutuhan Air Irigasi, dan Debit.

F. Model Analisis

Dalam pelaksanaan penelitian, analisis data dilakukan bersamaan dengan proses pengamatan. Jadi selama proses penelitian berlangsung, data yang di peroleh langsung dianalisis dan sebagian melalui proses dengan menggunakan perangkat lunak *Softwer Cropwat* untuk mempercepat dan mempermudah penelitian yang di lakukan sehubungan dengan itu Aplikasi yang digunakan yaitu Software Cropwat sangat mudah untuk di jalankan dan mudah untuk di fahami adapun prosedur perhitungan dengan Software Cropwat adalah sebagai berikut :

Adapun analisis yang di lakukan dalam menggunakan aplikasi Cropwat sabgai barikut :

1. Jalankan Software Cropwat Version 8.0



Gambar 2 : Menu utama Software Cropwat
FAO (foot agriculture organization)

2. Menghitung Evapotranspirasi (Climate/Eto)

Menghitung Evapotranspirasi dalam aplikasi ini di input data klimatologi berupa :

- 1) Klik icon Climate
- 2) Input data country, nama (negara) lokasi stasiun klimatologi.
- 3) Input data station, nama stasiun klimatologi pencatat.
- 4) Input data latitude, koordinat tinggi tempat stasiun pencatat.
- 5) Input data longitude, koordinat letak lintang (Utara/selatan).
- 6) Input data temperatur maksimum dan minimum ($^{\circ}C/^{\circ}F/^{\circ}K$).
- 7) Input data kelembapan relatif (% , mm/ Hg,kpa, mbar)
- 8) Input data kecepatan angin (km/hari,km/jam,m/det, mile/jam).

9) Input data lama penyinaran matahari (jam atau %).

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	20.9	33.1	82	164	8.4	22.1	4.80
February	22.9	33.0	81	165	7.0	20.4	4.62
March	22.9	32.7	84	313	6.8	20.2	4.68
April	22.9	32.4	84	241	6.6	19.1	4.35
May	22.9	32.1	83	333	6.3	17.5	4.26
June	20.3	31.3	85	203	7.4	18.3	3.90
July	22.0	30.6	82	245	5.9	16.5	3.80
August	21.7	31.0	82	280	6.4	18.2	4.18
September	21.9	32.4	79	318	7.2	20.4	4.94
October	22.4	33.3	78	256	7.5	21.1	5.09
November	22.8	33.5	80	281	7.4	20.6	4.99
December	23.1	32.9	83	243	6.9	19.5	4.54
Average	22.2	32.4	82	254	7.0	19.5	4.51

Gambar 3 : Perhitungan Evapotranspirasi (Climate/Eto) Software Cropwat, FAO (foot agriculture organization)

3. Menghitung curah hujan

Dalam menghitung data curah hujan yang harus di input adalah sebagai berikut :

- 1) Klik Icon Rain
- 2) Input data curah hujan dari stasiun yang di tentukan.
- 3) Data total hujan tiap bulan dari Bulan Januari s/d Desember.
- 4) Pilih dan isikan metode Perhitungan, option pilih USDA soil conservation service (untuk perhitungan Palawija).
- 5) Otomatis curah hujan efektif terhitung dan hasil langsung tampil.

The screenshot shows the Cropwat software interface. The menu bar includes File, Edit, Calculations, Charts, Settings, Window, Language, and Help. The toolbar contains icons for New, Open, Save, Close, Print, Chart, and Options. The main window displays the 'Station' as 'Curah Hujan' and the 'Eff. rain method' as 'USDA S.C. Method'. A table shows monthly rainfall and effective rainfall data.

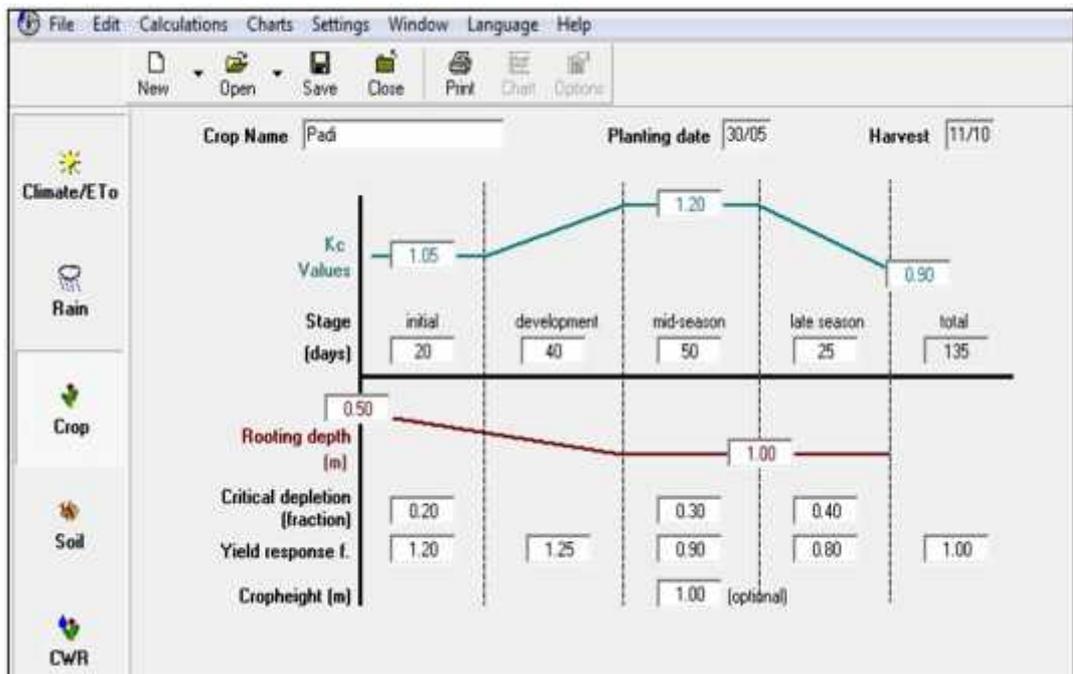
	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	13.0	12.7
February	14.7	14.4
March	22.4	21.6
April	29.8	28.4
May	35.0	33.0
June	24.8	23.8
July	24.5	23.5
August	19.0	18.4
September	17.4	16.9
October	18.7	18.1
November	17.1	16.6
December	16.9	16.4
Total	253.3	244.0

Gambar 4 : Perhitungan Curah Hujan (Rain) Software Cropwat, FAO (foot agriculture organization)

4. Menghitung Crop (tanaman)

Dalam menghitung crop (tanaman) yang harus di input adalah sebagai berikut :

- a. Klik Icon Crop
- b. Input data tanaman (mengambil dari data base FAO) atau survei langsung di lapangan lalu di analisis.
- c. Kemudian editing tanggal awal tanam.
- d. Maka Akan Muncul dengan Sendirinya Perhitungan data tanaman

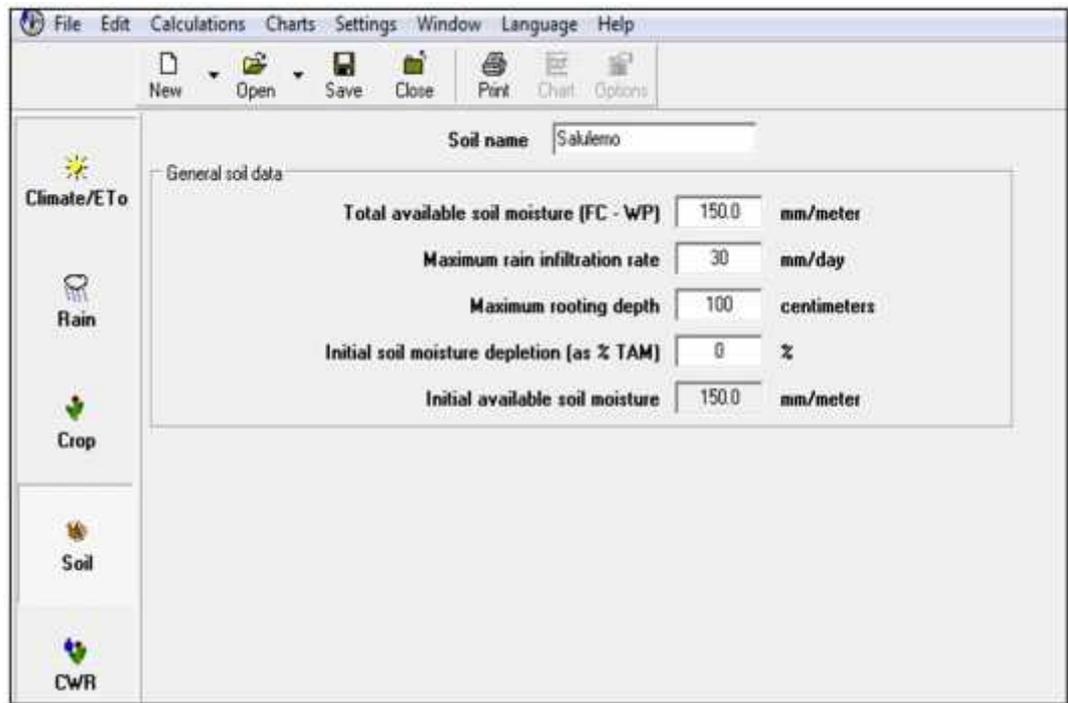


Gambar 5 : Perhitungan Data tanaman (Crop) Software Cropwat, FAO (foot agriculture organization)

5. Menghitung Data Tanah (Soil)

Dalam menganalisa data tanah atau (soil) yang di input adalah sebagai berikut :

- a. Klik Icon Soil
- b. Masukkan data tanah (Mengambil dari data Base FAO) atau survei langsung pada lapangan.
- c. Editing angka
- d. Maka akan muncul dengan sendirinya hasil dari perhitungan data tanah.



Gambar 6 : Perhitungan Data Tanah (Crop) Software Cropwat, FAO (foot agriculture organization)

6. Menghitung CWR (Kebutuhan Air Tanaman)

Dalam menganalisa CWR atau kebutuhan air tanaman yang di input adalah sebagai berikut :

- a. Klik icon CWR
- b. Otomatis analisis kebutuhan air akan langsung muncul setelah semua pengisian sebelumnya telah dilakukan.
- c. Analisa perhitungan yang telah di hitung oleh software Cropwat
- d. Lihat Kebutuhan Air yang telah keluar di bagian akhir atau bawah tabel.

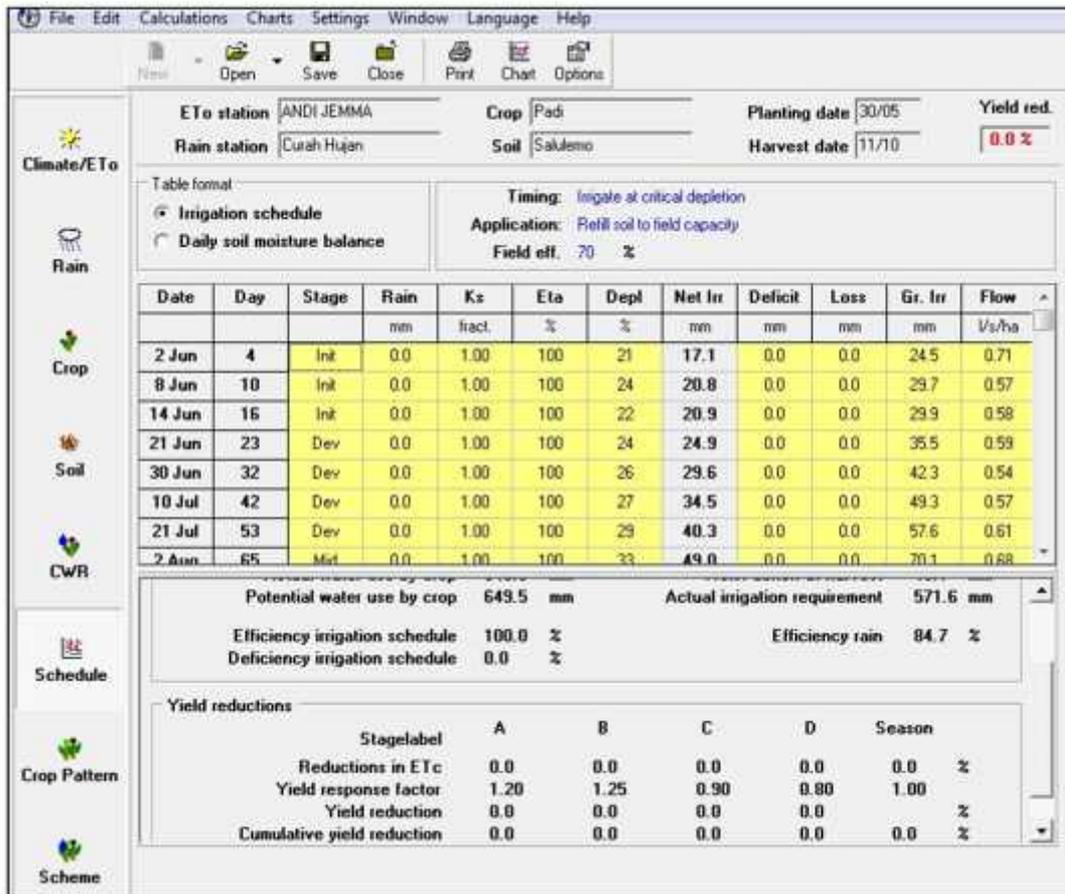
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
May	3	Init	1.05	4.35	8.7	1.9	8.7
Jun	1	Init	1.05	4.22	42.2	8.7	33.5
Jun	2	Deve	1.05	4.10	41.0	7.5	33.5
Jun	3	Deve	1.08	4.17	41.7	7.5	34.1
Jul	1	Deve	1.12	4.29	42.9	8.0	34.9
Jul	2	Deve	1.16	4.40	44.0	8.0	35.9
Jul	3	Mid	1.20	4.70	51.7	7.4	44.2
Aug	1	Mid	1.21	4.89	48.9	6.6	42.3
Aug	2	Mid	1.21	5.04	50.4	6.0	44.4
Aug	3	Mid	1.21	5.34	58.8	5.9	52.9
Sep	1	Mid	1.21	5.65	56.5	5.7	50.7
Sep	2	Late	1.19	5.88	58.9	5.5	53.4
Sep	3	Late	1.09	5.46	54.6	5.7	48.9
Oct	1	Late	0.98	4.93	49.3	6.0	43.3
Oct	2	Late	0.91	4.65	4.7	0.6	4.7
					654.1	91.3	565.3

Gambar 7 : Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi (CWR) Software Cropwat, FAO (foot agriculture organization)

7. Scedule

Dalam Menganalisa Scedule pembagian air yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Klik Icon Scedule
- b. Otomatis analisis pembagian air akan langsung muncul setelah semua pengisian sebelumnya telah dilakukan.
- c. Analisa perhitungan yang telah di hitung oleh software Cropwat
- d. Lihat pembagian Air (angka) yang telah keluar di semua angka tabel.

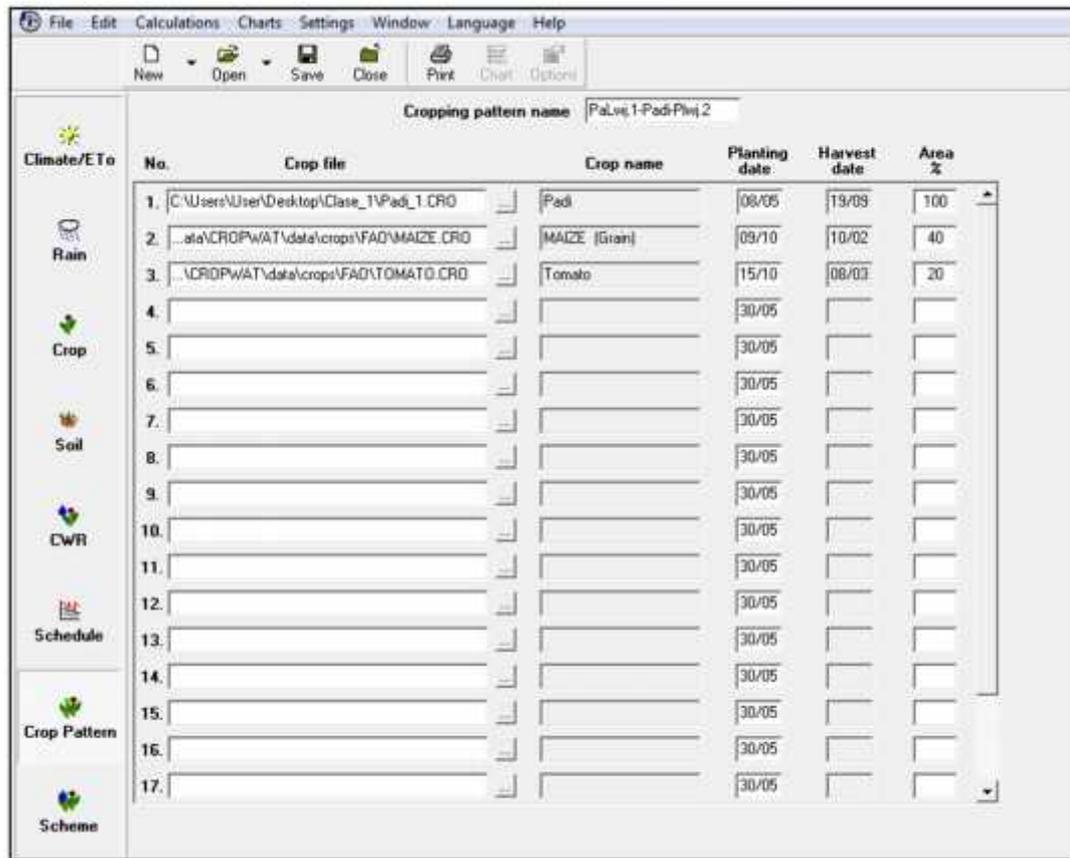


Gambar 8 : Perhitungan Scedule Air Irigasi (Scedule) Software Cropwat, FAO (foot agriculture organization)

8. Menghitung Crop Pattern (Pola Tanam)

Dalam menganalisa pola tanam yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Klik icon Crop Pattern
- b. Input nama pola tanam pada *cropping pattern name*
- c. Input data tanaman , kemudian *editing* tanggal awal tanam dan persentase luas tanaman.
- d. Otomatis analisis Crop Pattern akan langsung muncul.

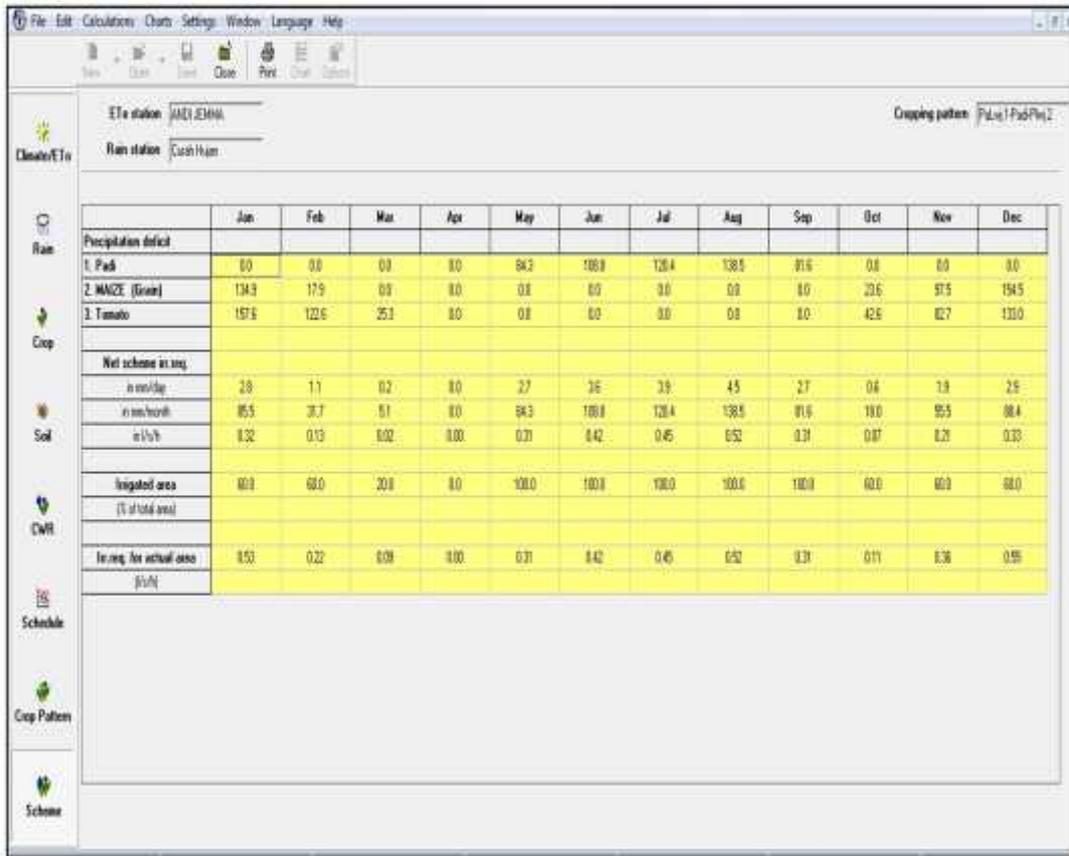


Gambar 9 : Perhitungan Scedule Air Irigasi (Scedule) SoftwareCropwat, FAO (foot agriculture organization)

9. Selanjutnya dilihat *Scheme* yaitu rencana pemberian air irigasinya.

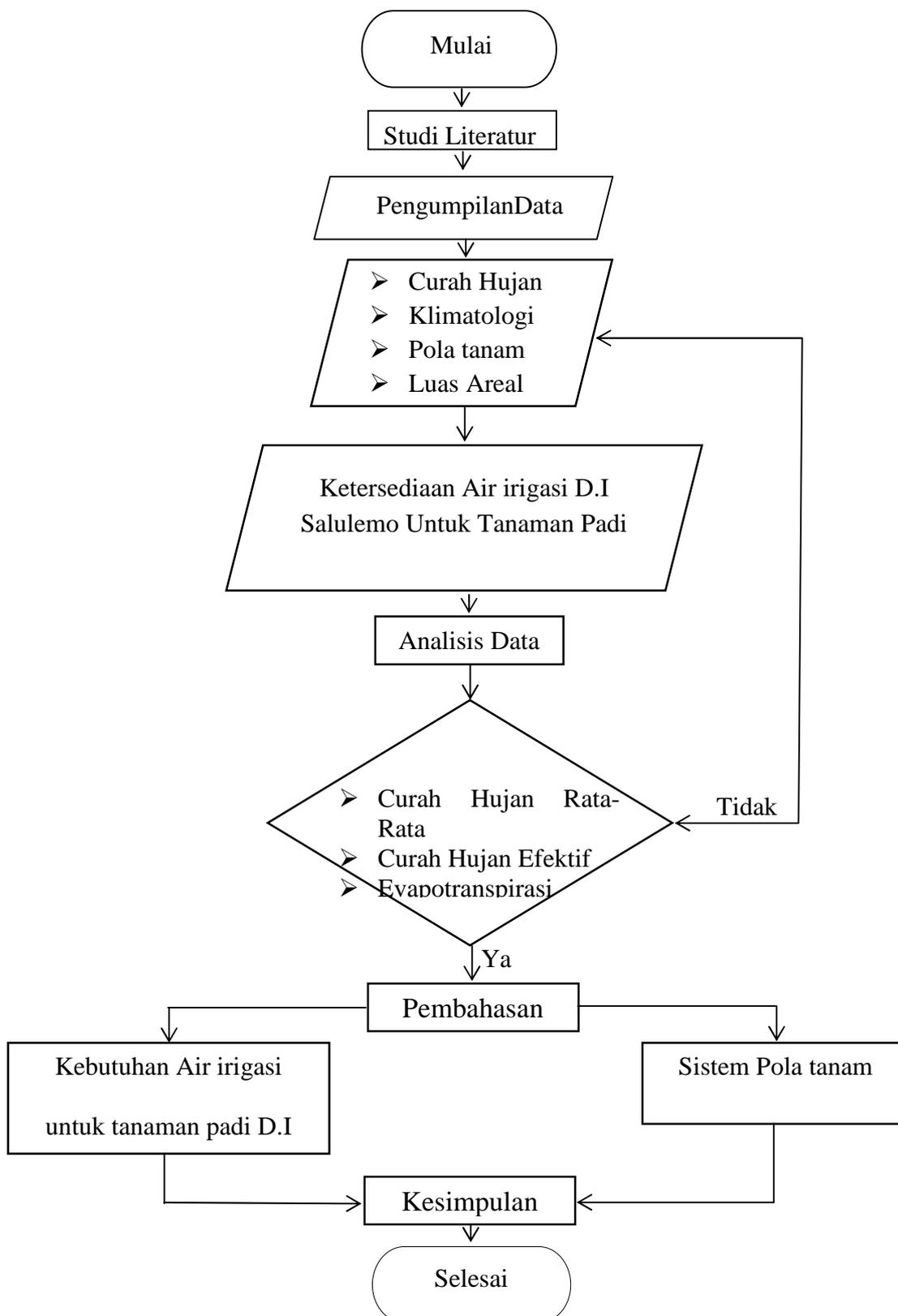
Pengelolaan data dilaksanakan berdasarkan data yang diperoleh, melalui tahapan ini diharapkan akan diperoleh data yang akurat sebagai pemecahan masalah yang tepat untuk kebutuhan air di suatu lahan.

- a. Klik Icon Scheme.
- b. Otomatis skema pemberian air rigasinya akan muncul.
- c. Analisa skema pemberian air dengan baik.



Gambar 10 : Perhitungan Scedule Air Irigasi (Scedule) SoftwareCropwat, FAO (foot agriculture organization)

FLOW CHART



Gambar 11. Flow Chart/Bagan Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis kebutuhan air irigasi

1. Perhitungan Curah Hujan Efektif (Rain)

Pada perhitungan curah hujan efektif, diambil dari harga rata-rata 70% hujan yang jatuh di permukaan tanah untuk daerah Irigasi salulemo pencatatan curah hujan yang terkait dan masuk casemen area dari daerah Irigasi salulemo yaitu :

- 1) Stasiun Amasangen/Malangke
- 2) Stasiun Malangke barat
- 3) Stasiun BBP Cendana Putih Mappadeceng

Dengan periode 15 th, dapat di lihat pada tabel 4.1, tabel 4.2, dan tabel 4.3 (lampiran)

Adapun rata-rata curah hujan dari ke tiga stasiun dihitung dengan menggunakan rumus polygon tessen sebagai berikut :

$$p = \frac{a1.p1+b1.p2+c1.p3}{p1+p2+p3}$$
$$p = \frac{2 .3 ,5+1 .3 +2 .2 ,5}{3 ,5+3 +2 ,5}$$
$$p = \frac{2 .3 ,5+1 .3 +2 .2 ,5}{1} = 12,977$$

Pada perhitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel 7 :

Tabel 7 : Curah Hujan Rata-Rata/Stasiun Metode Polygon Tesse

Rata - Rata Curah Hujan/Stasiun								
Bulan	Amasangen /Malangke	Luas Areal	Malangke Barat	Luas Areal	BPP.Cendana Putih/Mappadeceng	Luas Areal	luas casmen area daerah irigasi salulemo (H)	Rata-rata Keseluruhan
Jan	203	36,5	141	39,0	234	27,5	103	12.977
Feb	211	36,5	178	39,0	257	27,5	103	14.723
Mar	333	36,5	260	39,0	276	27,5	103	22.390
Apr	372	36,5	413	39,0	367	27,5	103	29.794
Mei	453	36,5	471	39,0	309	27,5	103	34.982
Jun	333	36,5	322	39,0	319	27,5	103	24.804
Jul	325	36,5	322	39,0	272	27,5	103	24.502
Aug	274	36,5	229	39,0	185	27,5	103	18.998
Sep	221	36,5	239	39,0	213	27,5	103	17.420
Okt	266	36,5	231	39,0	199	27,5	103	18.742
Nov	213	36,5	237	39,0	216	27,5	103	17.079
Des	256	36,5	191	39,0	269	27,5	103	16.860

Dengan memasukkan angka hasil perhitungan rata-rata curah hujan metode Polygon Tessen di mulai dari Januari sampai dengan Desember ke aplikasi Softwer Cropwat maka hasilnya dapat di lihat pada tabel 8 :

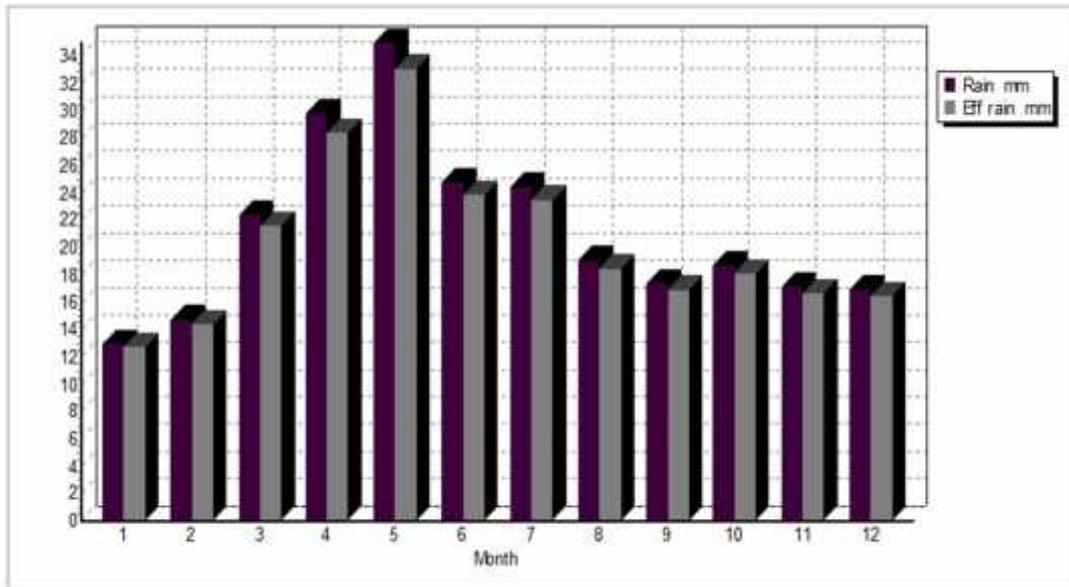
Tabel 8 : Analisa Curah Hujan Metode Cropwat

```

Station: Curah Hujan

Eff. rain method: USDA Soil Conservation Service formula:
Peff = Pmon * (125 - 0.2 * Pmon) / 125 for Pmon <= 250 mm
Peff = 125 + 0.1 * Pmon for Pmon > 250 mm
    
```

	Rain mm	Eff rain mm
January	13.0	12.7
February	14.7	14.4
March	22.4	21.6
April	29.8	28.4
May	35.0	33.0
June	24.8	23.8
July	24.5	23.5
August	19.0	18.4
September	17.4	16.9
October	18.7	18.1
November	17.1	16.6
December	16.9	16.4
Total	253.3	244.0



Gambar 12 : Grafik Curah Hujan efektif Metode Cropwat

2. Perhitungan Climatologi / Evapotranspirasi (Eto)

Dalam perhitungan evapotranspirasi data yang di perlukan yaitu nilai rata-rata Suhu(t) Minimum pada tabel 4.6 dan Maksimum pada tabel 4.7 , Sinar Matahari (n/N) pada tabel 4.8, Kelembaban pada tabel 4.9 dan Kecepatan Angin pada tabel 4.10, yang di ambil dari kawasan irigasi salulemo dapat di lihat pada tabel 9 :

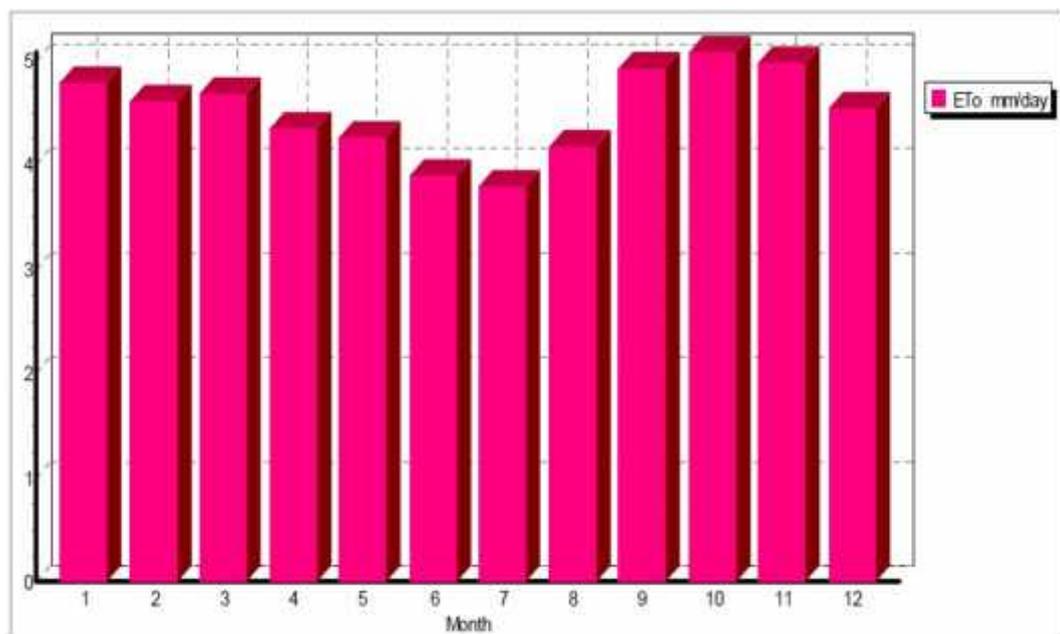
Tabel 9 : Rata-Rata Climatologi

No	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Temp minimum	20,85	22,9	22,85	22,9	22,9	20,33	22	21,72	21,9	22,4	22,8	23,06
Temp maximum	33,1	32,96	32,69	32,4	32,09	31,28	30,56	30,97	32,4	33,3	33,5	32,92
Kelembaban	82	81	84	84	83	85	82	82	79	78	80	83
Angin	164,4	165,6	313,3	241,1	333,3	203,3	245,6	280,0	318,9	256,7	281,1	243,3
Matahari	57,1	60,2	62,2	59,8	55,3	36,7	48,3	53	71,9	78,8	67	60,4

Dengan memasukkan angka nilai rata-rata dari Suhu(t), Sinar Matahari (n/N), Kelembaban dan Kecepatan Angin, ke Aplikasi Softwer Cropwat maka hasilnya dapat di lihat pada tabel 10 :

Tabel 10 : Analisa Climatologi Metode Cropwat

Country: INDONESIA		Station: ANDI JEMMA					
Altitude: 50 m.		Latitude: 2.00 °S		Longitude: 120.00 °W			
Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETc mm/day
January	20.9	33.1	82	164	8.4	22.1	4.80
February	22.9	33.0	81	165	7.0	20.4	4.62
March	22.9	32.7	84	313	6.8	20.2	4.68
April	22.9	32.4	84	241	6.6	19.1	4.35
May	22.9	32.1	83	333	6.3	17.5	4.26
June	20.3	31.3	85	203	7.4	18.3	3.90
July	22.0	30.6	82	245	5.9	16.5	3.80
August	21.7	31.0	82	280	6.4	18.2	4.18
September	21.9	32.4	79	318	7.2	20.4	4.94
October	22.4	33.3	78	256	7.5	21.1	5.09
November	22.8	33.5	80	281	7.4	20.6	4.99
December	23.1	32.9	83	243	6.9	19.5	4.54
Average	22.2	32.4	82	254	7.0	19.5	4.51



Gambar 13 : Grafik Analisa Climatologi Metode Cropwat

3. Perhitungan data tanaman untuk Padi (Crop)

Dalam Perhitungan tanaman berisikan data lama waktu tahapan pertumbuhan, koefisien tanaman, kedalaman perakaran, tingkat deplesi (p) dan faktor respon hasil (Ky). Pada data base tanaman/crop, saya memilih crop name atau nama tanaman padi.

Dengan tanggal 05 Maret 2018 sebagai tanggal penanamannya. Dapat dilihat grafik yang tersedia menunjukkan adanya KC, stadium pertumbuhan tanaman mulai dari awal penanaman, pertumbuhan , masa pertumbuhan bunga, hingga late seasion.

Pada grafik menunjukkan pertumbuhan akar/kedalam akar yang mampu dicapai oleh rumput tersebut. Pada awal penanaman tanaman padi terdapat Kc 0,90, dan pada stage initial terdapat 20 hari yang berartikan untuk masa pertumbuhan, Pada masa stage development tanaman membutuhkan waktu selama 40 hari untuk berkembang.

Memasuki area mid seasion dan late seasion , adalah batas maksimal pertumbuhan akar atau rooting depth yaitu 0,50 m. sedangka untuk mid seasion tanaman membutuhkan 40 hari dan 20 hari untuk late seasion. jadi jumlah total keseluruhan hari tanaman untuk tumbuh dan berkembang hingga panen adalah 120 hari atau kurang lebih 3 bulan 20 hari. Dengan memasukkan nilai yang di ambil dari data asli FAO tentang masa pertumbuhan tanaman padi sampai dengan masa panen, ke aplikasi softwer cropwat maka hasilnya dapat di lihat pada tabel 11 :

Tabel 11 : Analisa Tanaman D.I Salulemo

Crop Name: Padi		Planting date: 07/05		Harvest: 18/09	
Stage	initial	develop	mid	late	total
Length (days)	20	40	50	25	135
Kc Values	1.05	-->	1.20	0.90	
Rooting depth (m)	0.50	-->	1.00	1.00	
Critical depletion	0.20	-->	0.30	0.40	
Yield response f.	1.20	1.25	0.90	0.80	1.00
Cropheight (m)			1.00		

4. Perhitungan data tanah D.I Salulemo (Soil)

TAM (Total Available Soil Moisture Content). Total lengas tanah tersedia adalah perbedaan lengas tanah antara kapasitas lapang dan titik layu, dinyatakan dengan satuan mm/m (mm air per meter kedalaman tanah). Initial Soil Moisture Depletion (% TAM), menunjukkan tingkat kekeringan tanah pada awal tanam. Lengas tanah awal dinyatakan dengan persentase deplesi dari kapasitas lapang. Nilai 0% menggambarkan pada kondisi kapasitas lapang, nilai 100% pada kondisi titik layu. Maximum Rooting Depth (Kedalaman akar maksimum). Kondisi genetik tanaman menentukan kedalaman perakaran maksimum, dalam beberapa kasus sangat ditentukan oleh kondisi profil tanah. Nilai default 900 cm, menunjukkan bahwa tidak ada pembatas kondisi tanah dalam menentukan kedalaman perakaran. Maximum Rain Infiltration Rate (Laju infiltrasi maksimum, mm/hari). Diperlukan untuk menduga aliran permukaan dalam perhitungan hujan efektif. Nilai default 30 mm/hari. Nama tanah yang digunakan pada Cropwat adalah Medium Soil. Pada table terdapat total available soil moisture, maximum rain infiltrasion, maximum rooting depth, initial soil moisture depletion dan initial

available soil moisture. Pada data crop terdapat maksimal perakaran yang dapat dicapai tanaman adalah 150 cm dan maksimum laju infiltrasi 30 mm/ hari.

Perhitungan dapat di lihat pada tabel 12 :

Tabel 12 : Analisa tanah D.I Salulemo

Soil name: Salulemo		
General soil data:		
Total available soil moisture (FC - WP)	150.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	30	mm/day
Maximum rooting depth	100	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TA)	0	%
Initial available soil moisture	150.0	mm/meter

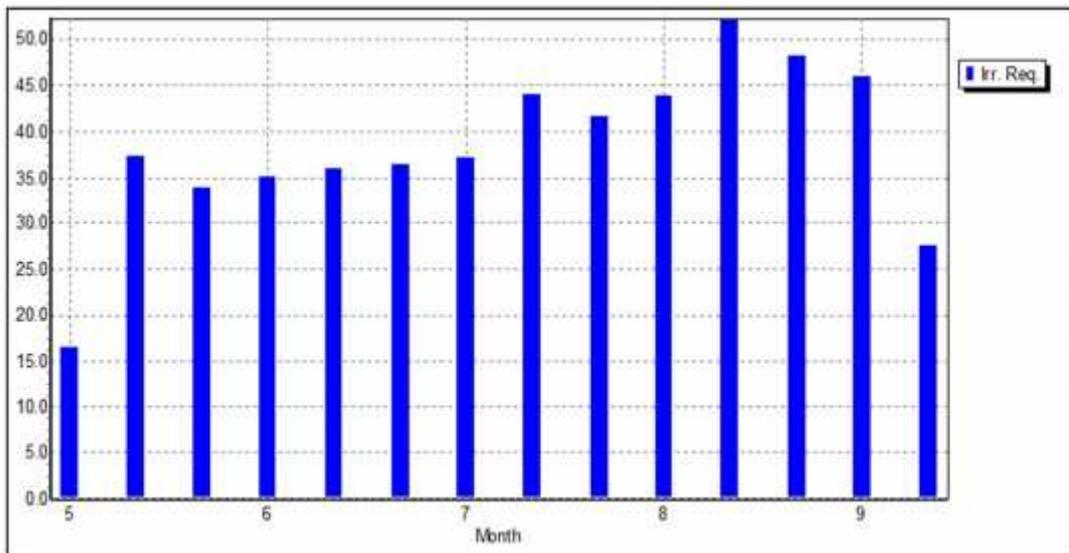
5. Perhitungan water requirements/neraca air (CWR)

Dalam perhitungan neraca air harian dalam irrigation schedulling, pasok hujan ditentukan berdasarkan basis harian dan losses hujan karena perkolasi dan limpasan permukaan diduga berdasarkan kondisi aktual lengas tanah di daerah perakaran. Dengan demikian hujan total (bukan hujan efektif) digunakan dalam perhitungan neraca air, kemudian hujan efektif dihitung selama total periode pertumbuhan tanaman. Perhitungan CWR dilakukan setiap dasarian (10 harian). $ET_{crop} = K_c \times E_{to}$, $IR_{Req} = ET_{crop} - P_{eff}$. Perhitungan CWR untuk padi sawah berbeda dengan tanaman non-padi, karena memerlukan air tambahan untuk pesemaian, penyiapan lahan (pelumpuran) dan laju perkolasi. Pada CROPWAT ini dilengkapi dengan perhitungan kebutuhan air untuk padi sawah, Tergantung pada keperluan, data hujan dapat digunakan rata-rata bulanan, hujan bulanan dengan peluang terlewati 80% untuk menggambarkan kondisi kering, atau peluang terlewati 20% (kondisi basah), atau data actual (data historis). Pada

perhitungan data CWR tanaman Padi total ETc adalah 626.6 mm/dec dengan total hujan efektif adalah 102.3 mm/dec dan Irr. Req adalah 522.1 mm/dec selanjutnya dapat di lihat pada tabel 13 :

Tabel 13 : water requirements/neraca air Metode Cropwat

ETc station: ANDI JEMMA Rain station: Curah Hujan			Crop: Padi Planting date: 16/05				
Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
May	2	Init	1.05	4.47	22.4	5.8	16.6
May	3	Init	1.05	4.35	47.8	10.4	37.4
Jun	1	Deve	1.06	4.25	42.5	8.7	33.8
Jun	2	Deve	1.09	4.26	42.6	7.5	35.0
Jun	3	Deve	1.13	4.36	43.6	7.6	36.0
Jul	1	Deve	1.16	4.46	44.6	8.0	36.6
Jul	2	Mid	1.19	4.53	45.3	8.0	37.2
Jul	3	Mid	1.19	4.69	51.6	7.4	44.2
Aug	1	Mid	1.19	4.84	48.4	6.6	41.8
Aug	2	Mid	1.19	4.99	49.9	6.0	43.9
Aug	3	Mid	1.19	5.29	58.2	5.9	52.3
Sep	1	Late	1.15	5.41	54.1	5.7	48.3
Sep	2	Late	1.05	5.17	51.7	5.5	46.1
Sep	3	Late	0.95	4.76	33.3	4.0	27.6
					636.0	97.3	537.0



Gambar 14 : Grafik Water requirements/neraca air

6. Perhitungan jadwal pembagian air irigasi (irrigation schedule Cropwat)

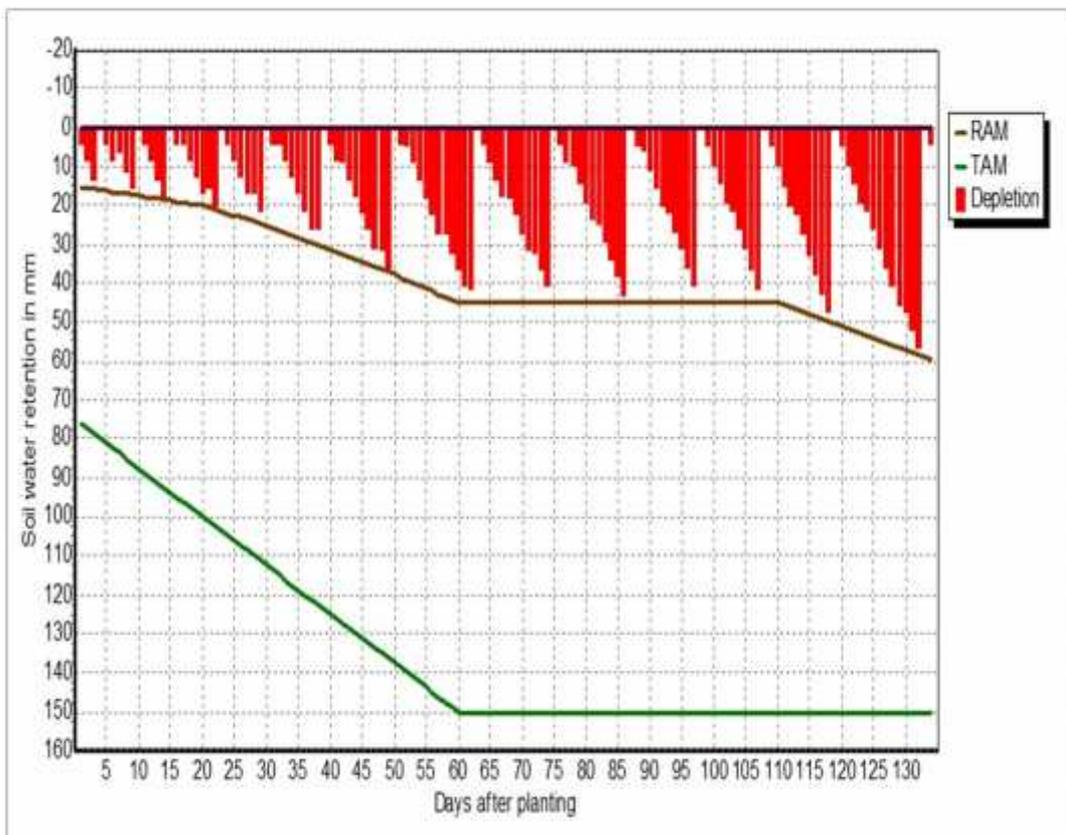
Dalam penjadwalan pembagian air irigasi Salulemo mengacu pada perhitungan dan data yang telah di input melalui perhitungan menggunakan metode Cropwat maka di dapatkan *irrigation schedule* untuk kawasan D.I Salulemo dapat di lihat pada tabel 14 :

Tabel 14 : Irrigation Schedule Metode Cropwat

ETo station: ANDI JEMMA		Crop: Padi		Planting date: 07/05							
Rain station: Curah Hujan		Soil: Salulemo		Harvest date: 18/09							
Yield red.: 0.0 %											
Crop scheduling options											
Timing:		Irrigate at 100 % depletion									
Application:		Refill to 100 % of field capacity									
Field eff.		70 %									
Table format: Irrigation schedule											
Date	Day	Stage	Rain mm	Ks fract.	Eta %	Depl %	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow
10 May	4	Init	0.0	1.00	100	23	18.0	0.0	0.0	25.8	0.75
16 May	10	Init	0.0	1.00	100	24	20.7	0.0	0.0	29.5	0.57
21 May	15	Init	0.0	1.00	100	24	22.3	0.0	0.0	31.8	0.74
29 May	23	Dev	0.0	1.00	100	24	25.1	0.0	0.0	35.8	0.52
5 Jun	30	Dev	0.0	1.00	100	23	26.0	0.0	0.0	37.2	0.62
14 Jun	39	Dev	0.0	1.00	100	25	31.1	0.0	0.0	44.4	0.57
25 Jun	50	Dev	0.0	1.00	100	30	40.7	0.0	0.0	58.2	0.61
8 Jul	63	Mid	0.0	1.00	100	31	46.4	0.0	0.0	66.3	0.59
20 Jul	75	Mid	0.0	1.00	100	31	45.9	0.0	0.0	65.6	0.63
1 Aug	87	Mid	0.0	1.00	100	32	48.5	0.0	0.0	69.3	0.67
12 Aug	98	Mid	0.0	1.00	100	31	46.5	0.0	0.0	66.4	0.70
22 Aug	108	Mid	0.0	1.00	100	31	47.0	0.0	0.0	67.1	0.78
2 Sep	119	End	0.0	1.00	100	35	53.2	0.0	0.0	76.0	0.80
16 Sep	133	End	0.0	1.00	100	41	61.9	0.0	0.0	88.4	0.73
18 Sep	End	End	0.0	1.00	0	3					

Tabel. 14 (Lanjutan)

Totals:					
Total gross irrigation	761.9 mm	Total rainfall	109.1 mm		
Total net irrigation	533.3 mm	Effective rainfall	83.9 mm		
Total irrigation losses	0.0 mm	Total rain loss	25.2 mm		
Actual water use by crop	621.9 mm	Moist deficit at harvest	4.7 mm		
Potential water use by crop	621.9 mm	Actual irrigation requirement	538.0 mm		
Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency rain	76.9 %		
Deficiency irrigation schedule	0.0 %				
Yield reductions:					
Stagelabel	A	B	C	D	Season
Reductions in ETC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Yield response factor	1.20	1.25	0.90	0.80	1.00
Yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Cumulative yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	%



Gambar 15 : Grafik Irigation Schedule

7. Perhitungan Jadwal pola tata tanam (Crop Pattren dan Scheme)

Pada jadwal penanaman dilakukan dengan rotasi Palawija 1, Padi dan Palawija 2. Dimana jadwal penanaman untuk padi pada tanggal 08 Mei 2018 dengan persentasi luas lahan 100% atau keseluruhan luas lahan yang di iri (yang tersedia), untuk palawija 1 pada tanggal 09 November 2018 dengan persentasi luas lahan 40% dari luas lahan penanaman padi atau sekitar 57,9 Ha dan untuk palawija 2 pada tanggal 15 November 2018 dengan luas lahan 20% dari luas lahan penanaman padi dan palawija 1 atau sekitar 2,9 Ha, perhitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel 15 :

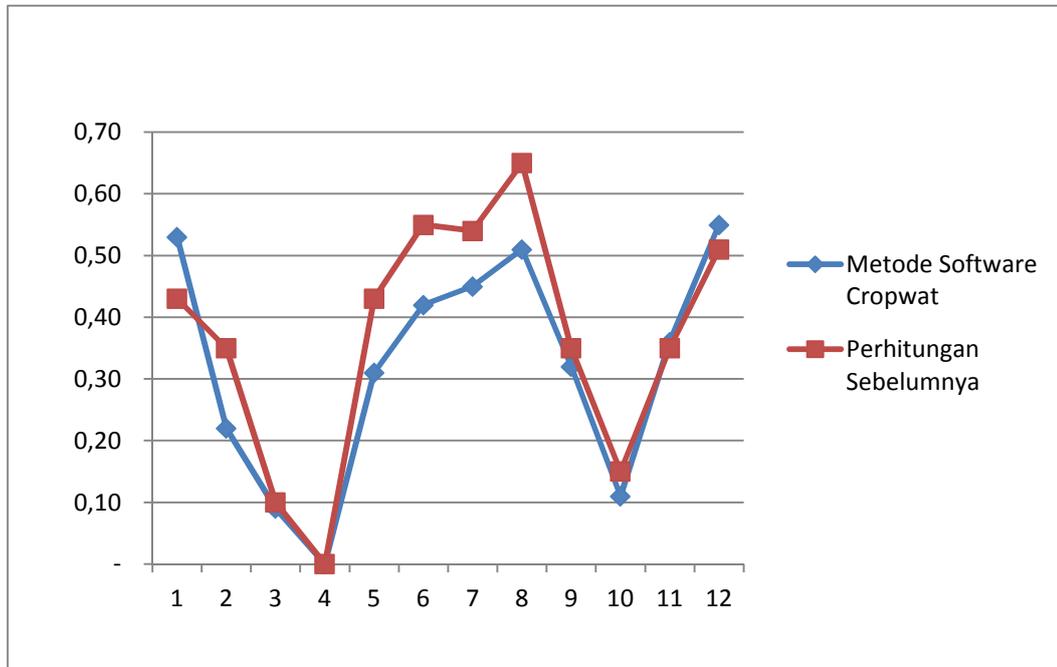
Tabel 15 : Cropping Pattern atau skema Penanaman Met

ETo station: ANDI JEMMA		Cropping pattern: PaLwj.1-Padi-Plwj.2											
Rain station: Curah Hujan		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Precipitation deficit													
1. Padi		0.0	0.0	0.0	0.0	84.3	108.5	119.7	137.8	81.7	0.0	0.0	0.0
2. MAIZE (Grain)		134.4	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	97.1	153.8
3. Tomato		157.2	122.5	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.6	82.6	132.7
Net scheme irr.req.													
in mm/day		2.7	1.1	0.2	0.0	2.7	3.6	3.9	4.4	2.7	0.6	1.8	2.8
in mm/month		85.2	31.6	5.1	0.0	84.3	108.5	119.7	137.8	81.7	18.0	55.4	88.1
in l/s/h		0.32	0.13	0.02	0.00	0.31	0.42	0.45	0.51	0.32	0.07	0.21	0.33
Irrigated area (% of total area)		60.0	60.0	20.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	60.0	60.0	60.0
Irr.req. for actual area (l/s/h)		0.53	0.22	0.09	0.00	0.31	0.42	0.45	0.51	0.32	0.11	0.36	0.55

Tabel 16 : Pola Tata Tanam

No	Uraian	Satuan		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des	Keterangan
				I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	Pola Tanaman Metode Software Cropwat			LP	Jagung		LP		Padi		LP		Tomat			
5	Keb air irigasi/Area	(L/S/h)		0,53	0,22	0,09	-	0,31	0,42	0,45	0,51	0,32	0,11	0,36	0,55	l/dtk/h
	Pola Tanaman Yang Sudah Ada			LP	Jagung		LP		Padi		LP		Tomat			
4	Keb air irigasi/Area	(L/S/h)		0,43	0,35	0,10	-	0,43	0,55	0,54	0,65	0,35	0,15	0,35	0,51	l/dtk/h

Dari tabel 16 dengan metode software cropwat untuk tanaman palawija1 dimulai pada bulan januari sampai dengan bulan april dengan kebutuhan air sebesar 0.84 L/dtk, termasuk Penyiapan lahan (LP) dan untuk tanaman padi di mulai pada bulan mei sampai dengan bulan agustus kebutuhan air sebesar 1.69 L/dtk, Penyiapan lahan (LP) sedangkan untuk palawija2 di mulai dari bulan september sampai bulan desember sebesar 1.34 L/dtk, Penyiapan lahan (LP).



Grafik 16 : Hubungan antara bulan terhadap kebutuhan air

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan :

Dari hasil pembahasan mengenai Tinjauan Analisis Kebutuhan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Salulemo Kabupaten Luwu Utara, maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Besarnya kebutuhan air irigasi DI Salulemo Metode Softwer Cropwat didapatkan hasil 3,870 L/dtk.
- 2) Kebutuhan air irigasi yang sudah ada sebesar 4,410 L/dtk dengan luas lahan yang terairi yaitu 2351 Ha, sedangkan dengan metode Software Cropwat didapat kebutuhan air irigasi sebesar 3,870 L/dtk dengan luas lahan yang terairi yaitu 2351 Ha, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya pembukaan lahan baru dan pengalihan fungsi lahan, dengan ketersediaan air irigasi yang sudah ada masih sangat mencukupi kebutuhan air irigasi DI salulemo.

B. Saran :

- 1) Penggunaan Aplikasi Software Cropwat, sangat membantu dalam perencanaan pengelolaan irigasi yang baik. Sebagai model, Cropwat dapat membantu untuk memperkirakan perencana evapotranspirasi, curah hujan dan juga penjadwalan pembagian ari irigasi untuk tanaman.

Hasil perhitungan ini perlu di terapkan di lapangan khususnya di wilayah penelitian yang menguji kelayakan metodeh yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton Priyonugroho, Tamir K. Manik, R.A. Bustomi 2014. *Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air KebanDaerah Kabupaten Empat Lawang)*
- Danny Riandi Prastowo, 2012. *Penggunaan Model Cropwat Untuk Menduga Evapotranspirasi Standar Dan Penyusunan Neraca Air Tanaman*
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air 2010. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi Kp-01*
- Direktorat Jenderal Pengairan. "Pedoman Umum Operasi & Pemeliharaan Jaringan Irigasi". PU 1997
- FAO (Food Agriculture Organization). *Softwer Cropwat*
- Hanaker 2003. *Water Balance in australia*
- Hansen Vaughn E dkk 1992. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*
- Label Kimia Lingkungan. (2012-02-juli). Siklus Hidrologi 15 April 2018 dari [https://susanti.blogspot.co.id/2012/06/siklus hidrologi.html](https://susanti.blogspot.co.id/2012/06/siklus-hidrologi.html)
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 77 Tahun 2001. *Tentang Irigasi*
- Prijono, Sugeng – *Irigasi dan Draenase. (Bab iv.Aplikasi Cropwat 8). Fakultas Pertanian*
- Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. 1998. *Fao Irrigation And Draenase Paper No. 56 Crop Evapotranspiration (Guidelines For Computing Crop Water Requirements).*
- Robert J. Kodoate / Kodoate, Robert J. 1996. *Pengantar Hidrologi Yogyakarta And of Fest*
- Sudjawardi 1990. *Teori dan Praktek Irigasi, Pusat Antar Universitas Ilmu, UGM Yogyakarta*
- UU RI No 11/1974 : *Kebijakan Dasar dan Praktek Irigasi*
- Weibul 0.98125.88.699 : *Calculation Of Rainfall*

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2003	228	219	337	571	612	91	175	184	71	252	201	210
2004	162	262	248	0	0	317	445	0	10	9	190	380
2005	227	159	362	388	376	142	89	98	0	165	229	788
2006	717	0	117	393	517	0	143	89	221	0	51	153
2007	214	192	249	331	379	364	260	219	235	222	188	206
2008	279	140	656	498	336	525	754	761	736	982	683	568
2009	217	153	273	435	496	443	113	203	78	252	0	0
2010	166	586	908	48	569	486	384	603	348	349	302	128
2011	106	127	273	215	679	272	323	164	504	253	100	155
2012	76	188	269	785	409	237	363	296	97	261	100	186
2013	98	205	46	341	526	423	550	306	283	261	388	406
2014	51	193	276	271	483	493	471	516	20	79	125	267
2015	106	166	172	432	374	429	253	85	0	99	205	166
2016	301	446	661	572	384	310	236	179	418	498	342	134
2017	92	126	152	307	657	468	322	409	290	301	95	86
Rata-rata	203	211	333	372	453	333	325	274	221	266	213	256

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2005	105	133	307	309	379	259	196	196	77	294	285	245
2006	269	0	65	297	409	0	86	67	187	3	329	496
2007	20	187	155	645	520	549	288	160	150	303	0	0
2008	301	105	464	397	112	492	612	379	474	340	582	319
2009	187	151	273	443	534	439	109	0	0	0	0	0
2010	87	191	224	81	274	285	412	584	398	391	407	131
2011	189	137	307	207	753	317	342	0	441	242	200	124
2012	0	250	273	634	455	190	393	293	136	308	166	372
2013	85	203	62	342	596	288	476	300	406	104	311	201
2014	31	142	216	319	573	474	389	425	15	107	188	249
2015	95	191	206	483	490	476	272	75	0	102	206	97
2016	415	477	616	772	476	391	232	135	489	410	299	124
2017	55	153	216	438	549	0	377	367	329	395	106	129
Rata-rata	141	178	260	413	471	320	322	229	239	231	237	191

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2003	334	239	195	391	0	0	235	0	174	295	218	250
2004	308	330	208	229	0	243	260	19	191	109	112	228
2005	260	218	246	633	356	177	290	116	218	333	213	371
2006	310	321	144	315	414	336	298	113	280	17	44	298
2007	175	259	386	296	386	344	345	214	345	331	304	149
2008	144	232	389	308	240	407	255	244	225	251	517	288
2009	190	200	286	291	318	168	258	146	19	0	105	190
2010	439	437	342	306	437	583	304	478	357	347	500	300
2011	221	178	316	296	354	438	130	0	294	154	217	448
2012	176	297	426	342	376	385	185	236	168	127	78	216
2013	227	189	231	423	250	213	465	289	302	100	191	447
2014	192	176	241	324	409	275	392	258	42	22	164	301
2015	96	272	188	281	267	319	248	129	9	206	198	152
2016	309	368	241	782	375	488	181	128	222	344	238	169
2017	126	133	299	287	450	412	228	407	346	356	138	223
Rata-rata	234	257	276	367	309	319	272	185	213	199	216	269

TAHUN	BULAN											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
2017	23,8	23,6	23,7	23,9	24,1	23,7	23,3	23,2	23,4	23,9	24,2	24,3
2016	24,3	24,1	24,6	24,3	24,8	23,3	22,9	22,8	23,6	23,8	24,1	24,2
2015	23,6	23,2	23,5	23,6	23,3	23,4	22,7	22,6	22,5	23,1	23,0	24,3
2014	23,3	23,5	23,6	23,6	23,8	22,4	23,0	22,8	24,1	22,4	24,4	23,9
2013	22,0	23,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	21,0	21,0	22,0	23,0	24,0
2012	2,0	20,7	21,0	20,9	20,9	20,9	20,6	20,5	18,0	21,3	20,2	21,7
2011	21,4	21,5	21,4	21,3	21,4	20,5	20,2	20,2	20,2	21,2	21,3	21,2
2010	23,1	23,6	23,3	23,3	23,3	22,6	22,3	21,0	22,0	22,0	21,8	21,5
2009	22,2	23,1	22,9	23,2	23,0	2,5	21,4	21,7	22,2	22,0	23,5	23,5
2008	22,8	22,7	22,5	22,6	22,4	22,0	21,6	21,4	21,6	22,5	22,3	22,0
Rata-rata	20,9	22,9	22,9	22,9	22,9	20,3	22,0	21,7	21,9	22,4	22,8	23,1

TAHUN	BULAN											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
2017	33,0	33,5	32,7	32,5	31,8	30,7	31,3	30,9	32,1	33,4	33,8	33,5
2016	33,9	33,6	33,4	32,8	33,3	31,8	31,7	31,9	32,9	32,6	33,7	33,5
2015	33,8	32,9	32,7	32,7	32,2	31,2	31,5	31,3	32,8	33,6	33,7	33,7
2014	33,1	33,0	32,7	32,6	32,2	32,4	30,3	31,1	34,0	33,7	35,4	32,2
2013	34,0	33,0	33,0	32,0	32,0	32,0	30,0	31,0	32,0	34,0	33,0	33,0
2012	32,6	32,4	32,5	32,3	31,6	30,7	29,9	30,2	31,7	33,4	33,7	33,2
2011	32,4	32,5	32,4	32,5	31,9	30,3	30,6	30,4	31,5	33,6	33,3	32,4
2010	32,5	32,9	32,7	32,6	32,5	31,5	30,9	31,2	32,3	32,4	32,8	32,6
2009	32,7	32,6	32,3	32,4	32,1	31,3	30,4	31,6	33,2	33,4	33,1	32,8
2008	33,0	33,2	32,5	31,8	31,3	30,9	29,0	30,1	31,8	32,9	32,9	32,3
Rata-rata	33,1	33,0	32,7	32,4	32,1	31,3	30,6	31,0	32,4	33,3	33,5	32,9

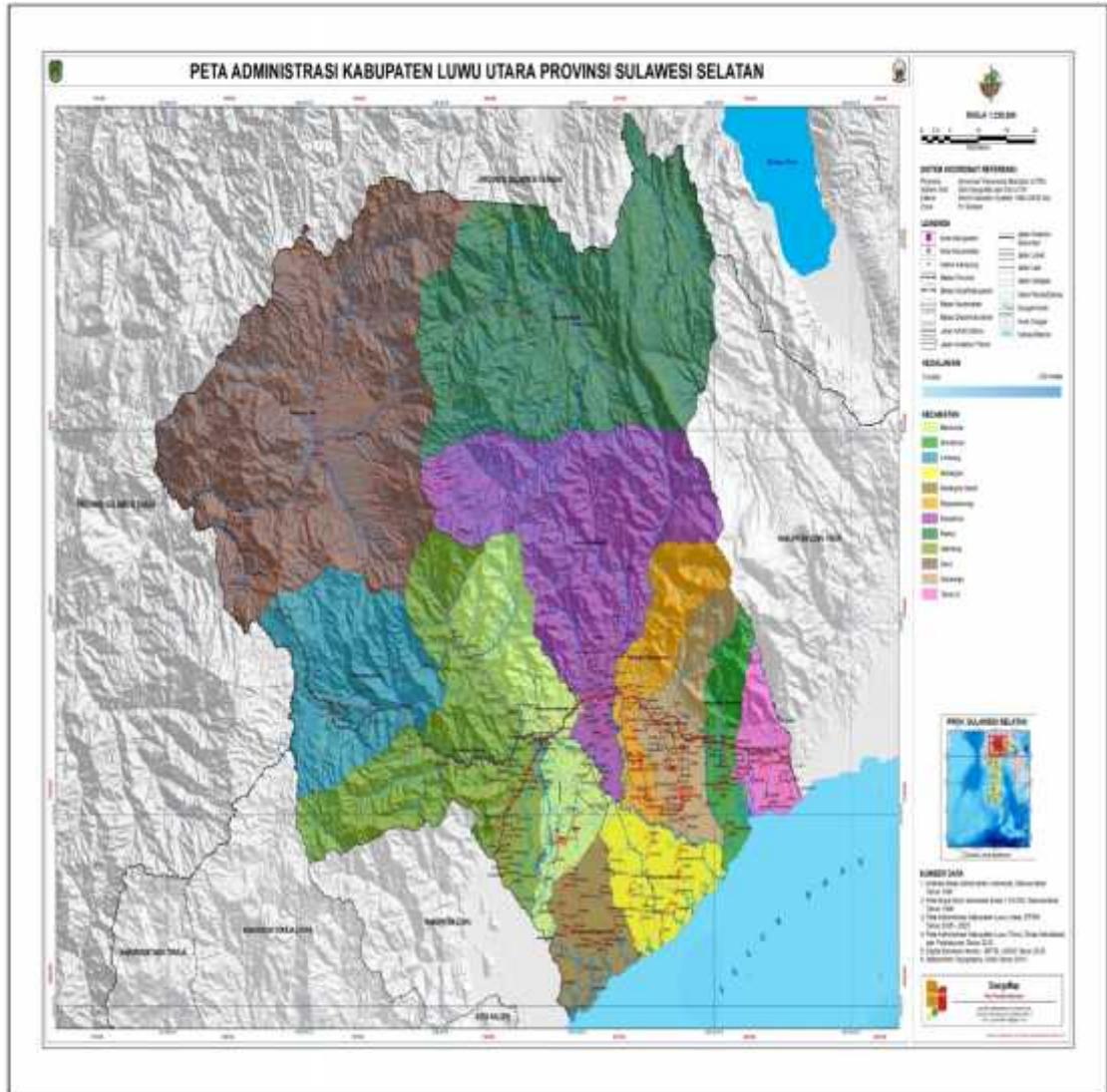
TAHUN	BULAN											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
2017	50	63	63	65	48	8	39	40	64	75	71	61
2016	67	59	67	65	81	64	63	63	78	64	78	62
2015	54	64	62	78	67	34	68	68	80	94	86	69
2014	56	58	65	14	53	14	50	56	79	90	79	57
2013	63	65	68	63	0	47	42	60	66	81	76	60
2012	47	61	59	77	61	29	33	47	69	78	0	67
2011	59	53	53	59	49	27	57	57	62	84	70	47
2010	58	72	65	63	70	54	55	55	73	70	74	59
2009	54	52	61	60	68	52	48	48	89	80	75	74
2008	63	55	59	54	56	38	28	36	59	72	61	48
Rata-rata	57,1	60,2	62,2	59,8	55,3	36,7	48,3	53	71,9	78,8	67	60,4

TAHUN	BULAN											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
2017	82	78	83	84	85	86	83	83	81	79	81	80
2016	79	82	82	82	81	83	80	79	78	81	80	80
2015	81	85	83	82	81	84	78	77	70	70	76	80
2014	83	83	85	85	84	87	86	82	78	74	76	84
2013	79	80	84	85	84	84	87	83	82	78	83	85
2012	80	81	83	84	83	82	87	84	79	79	81	83
2011	83	82	82	85	84	86	84	83	81	77	81	85
2010	83	82	84	85	84	87	87	86	85	84	82	83
2009	83	81	85	84	83	82	83	79	74	76	79	81
2008	83	78	84	85	85	85	88	86	81	82	84	85
Rata-rata	82	81	84	84	83	85	84	82	79	78	80	83

TAHUN	BULAN																							
	JANUARI		FEBRUARI		MARET		APRIL		MEI		JUNI		JULI		AGUSTUS		SEPTEMBER		OKTOBER		NOVEMBER		DESEMBER	
2008	3	360	3	360	2	0	2	0	2	360	2	350	2	20	2	0	2	360	2	130	2	360	2	10
2009	2	10	2	0	2	360	2	20	2	460	2	20	2	20	2	360	2	350	2	360	2	10	2	360
2010	2	360	2	10	2	360	2	350	2	360	2	10	2	360	2	360	2	360	2	10	2	350	2	360
2011	2	10	2	0	3	360	2	350	2	360	2	360	2	10	2	350	2	10	2	10	2	10	2	10
2012	2	10	2	20	2	360	2	350	2	20	2	10	2	360	2	10	2	350	2	360	2	360	2	10
2013	3	0	2	20	2	360	2	20	4	360	2	0	3	360	4	360	4	360	5	360	5	360	4	360
2014	2	10	2	360	2	360	4	360	3	360	3	360	4	360	4	360	5	360	2	360	2	360	4	360
2016	3	360	2	360	3	360	3	360	3	360	2	360	5	360	2	360	3	360	3	360	3	360	3	360
2017	3	360	3	360	3	360	3	360	3	360	3	360	3	360	3	360	3	360	3	360	3	360	3	360
Rata-rata		1644		1656		3133		2411		3313		2033		2456		2800		3189		2567		2811		2433

Lampiran 9 :

PETA STUDI D.I SALULEMO



Lampiran 14 :

DOKUMENTASI



Lokasi
Pengambilan Air
Bendung
Salulemo

Tempat
Pengambilan Air
(Pintu Intake)





Tempat
Pengambilan Air
(Pintu Intake)



Tempat
Pengambilan Air
(Pintu Intake)



Tempat
Pengambilan Air
(Pintu Intake)
dan Saluran
primer



Saluran primer

Kerusakan pada Saluran primer



Kerusakan pada Saluran primer

Saluran Pembagi



Lahan Yang diari