

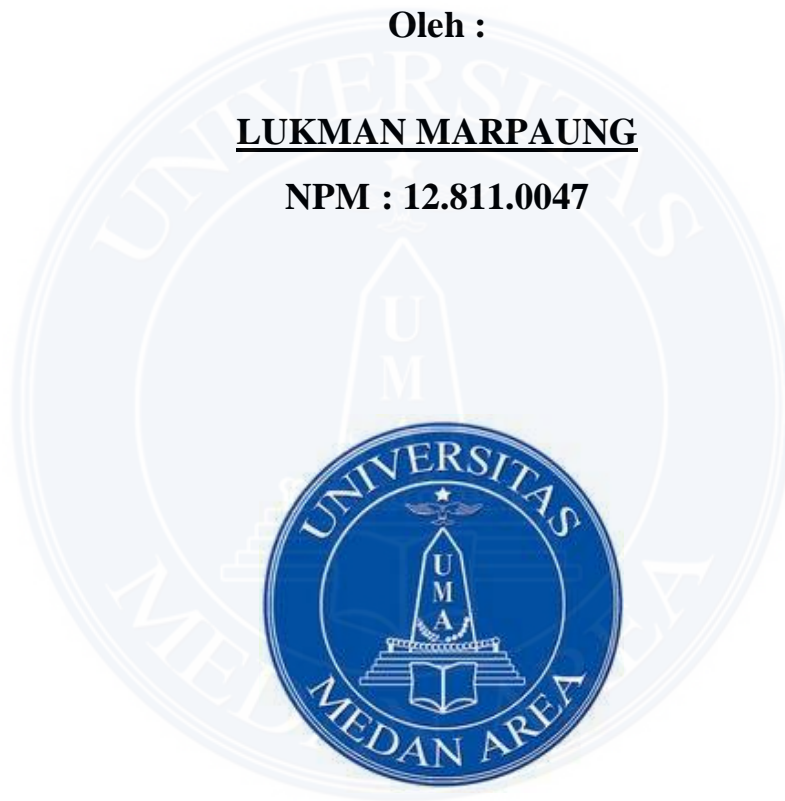
**EVALUASI JARINGAN SALURAN IRIGASI  
PAYA SORDANG KABUPATEN  
TAPANULI SELATAN**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**LUKMAN MARPAUNG**

**NPM : 12.811.0047**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2016**

**EVALUASI JARINGAN SALURAN IRIGASI  
PAYA SORDANG KABUPATEN  
TAPANULI SELATAN**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**LUKMAN MARPAUNG**

**NPM : 12.811.0047**

Diajukan sebagai bahan Sidang Sarjana dan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil  
Universitas Medan Area

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2016**

**Judul : EVALUASI JARINGAN SALURAN IRRIGASI PAYA SORDANG KABUPATEN TAPANULI SELATAN**

**Nama : Lukman Marpaung**

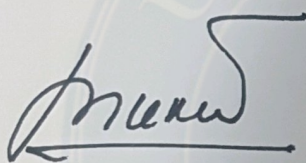
**NPM : 12.811.0047**

**Fakultas : Teknik Sipil**

**Disetujui Oleh :**

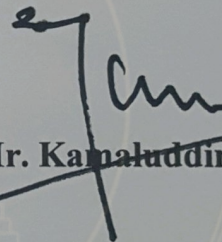
**Komisi Pembimbing**

**Dosen Pembimbing I**



**(Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT)**

**Dosen Pembimbing II**



**(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)**

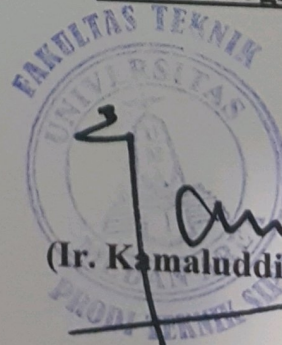
**Mengetahui :**

**Dekan Fakultas Teknik**



**(Prof. DR. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc)**

**Ketua Program Studi**



**(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)**

Tanggal Sidang Sarjana : 29 Oktober 2016



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi yang akan dikenakan kepada saya termasuk pencabutan gelar akademik yang nanti saya dapatkan.

Medan, 29 Oktober 2016



LUKMAN MARPAUNG  
NPM.12.811.0047

## ABSTRAK

Irigasi merupakan usaha penyediaan, pengaturan dan penyaluran air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Irigasi berarti mengalirkan air dari sumber air yang tersedia kepada sebidang lahan untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Irigasi teknis sangat penting dalam pemenuhan produksi pangan nasional seperti pada saluran irigasi Paya Sordang Kabupaten Tapanuli Selatan. Untuk mengetahui kondisi dan keadaan irigasi dilakukan dengan mengevaluasi saluran irigasinya.

Hasil analisa debit andalan pada DAS Batang Angkola dengan menggunakan Metode F.J. Mock menunjukkan bahwa debit andalan (80 %) tertinggi terjadi pada bulan Desember yaitu 13,81 m<sup>3</sup>/detik dan yang terendah pada bulan Februari yaitu 7,42 m<sup>3</sup>/detik.

Dalam penelitian ini, evaluasi jaringan saluran irigasi ditinjau dari tingkat efisiensi dan efektifitas saluran sekunder Paya Sordang. Analisa tingkat efisiensi ditinjau dari evaluasi debit aliran di pangkal dan di ujung saluran. Sebagai sampel diambil 4 saluran yaitu pada saluran BPS.12 – BPS.13, BPS.14 - BPS.15, BPS.16 – BPS.17 dan BPS.18 – BPS.19. Tingkat efisiensi pada saluran sekunder Paya Sordang tersebut sebesar 89,09 % dengan tingkat efektifitas saluran sebesar 98,23 %.

Kata kunci: *Saluran irigasi, Efisiensi saluran, Efektifitas saluran*

## **ABSTRACT**

*Irrigation is an effort to supply, regulate and distribute irrigation water to support agriculture which kind include surface irrigation, swamp irrigation, underground water irrigation, pump irrigation, and pond irrigation. Irrigation means to drain water from available water sources to a plot of land to meet the needs of the plant. Technical irrigation is very important in the fulfillment of national food production such as in Paya Sordang irrigation channel South Tapanuli Regency. To know the condition and condition of irrigation done by evaluating irrigation channel.*

*Result of analysis of mainstay discharge at Batang Angkola watershed using F.J. Mock showed that the highest (80 %) mainstay discharge occurred in December of 13.81 m<sup>3</sup> / sec and the lowest in February was 7.42 m<sup>3</sup> / sec.*

*In this research, the evaluation of irrigation channel network is evaluated from the efficiency and effectivity of secondary channel Paya Sordang. The efficiency level analysis is evaluated from the flow discharge evaluation at the base and at the end of the channel. As a sample, 4 channels were taken, namely in BPS channel.12 - BPS.13, BPS.14 - BPS.15, BPS.16 - BPS.17 and BPS.18 - BPS.19. Efficiency level on secondary channel of Paya Sordang is 89,09 % with channel effectivity level equal to 98,23 %.*

*Keywords: Irrigation channel, channel efficiency, channel effectivity*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas Izin dan Rahmat dari Allah SWT yang Maha Sempurna, serta atas segala kemampuan dan kesehatan yang dimiliki penulis, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“Evaluasi Jaringan Saluran Irigasi Paya Sordang Kabupaten Tapanuli Selatan”** sebagai syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata I (S1) di Universitas Medan Area.

Dalam penulisan Laporan Skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H.A. Yakub Matondang, MA., selaku Rektor Universitas Medan Area;
2. Prof. DR. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing II;
4. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT, selaku Dosen Pembimbing I;
5. Dosen dan tenaga administrasi Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
6. Pihak Kementerian Pekerjaan Umum Balai Wilayah Sungai Sumatera II;



7. Kedua Orangtua saya yang sangat dicintai, tanpa dukungan mereka skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat waktu;
8. Risna Maylanda Istri tersayang yang dengan kesabaran dan motivasinya selalu mendampingi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
9. Farzan Zefa Marpaung anak tersayang selaku penyemangat hidup sehingga memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini;
10. Teman-teman Balai Wilayah Sungai Sumatera II seluruhnya yang telah banyak memberikan motivasi positif sehingga penulis tetap dapat menyelesaikan Program Teknik Sipil ini hingga selesai;
11. Teman-teman di Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area yang senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan pendidikan hingga dapat selesai tepat waktu.

Penulis telah berusaha secara maksimal, namun menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan untuk perbaikan selanjutnya. Semoga Laporan Skripsi ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Medan, 29 Oktober 2016  
Hormat saya,

LUKMAN MARPAUNG  
NPM. 12.811.0047



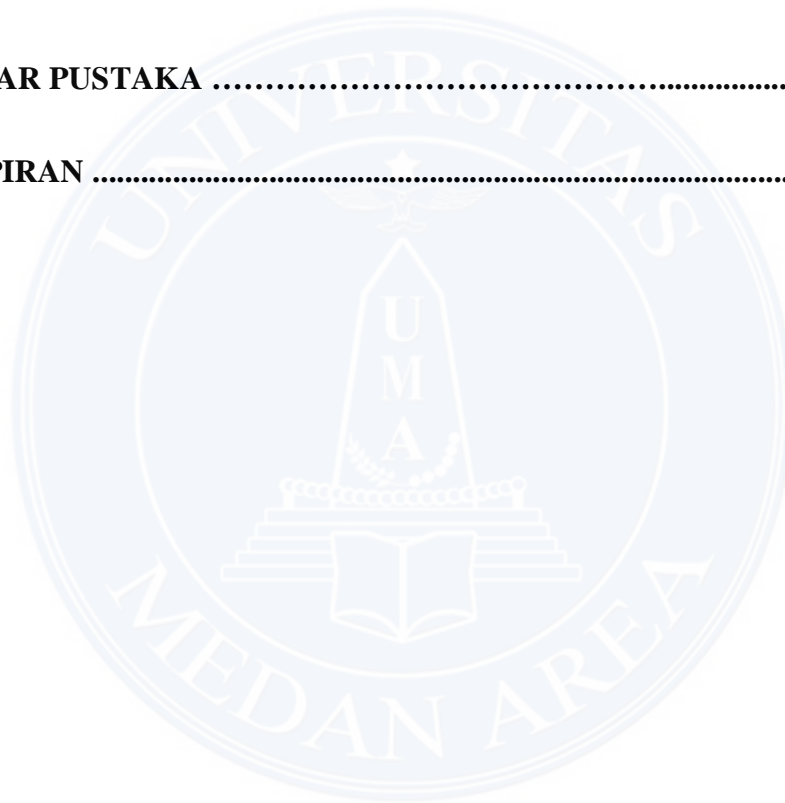
## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	4
1.3 Permasalahan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Bagan Alir Ppenelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Siklus Hidrologi.....	6
2.2 Daerah Aliran Sungai.....	10
2.3 Jaringan Irigasi.....	12

2.3.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi.....	13
2.3.2 Petak Primer.....	18
2.3.3 Petak Sekunder.....	19
2.3.4 Petak Tersier.....	19
2.4 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Kebutuhan Air	20
Irigas.....	
2.4.1 Curah Hujan .....	20
2.4.2 Curah Hujan Efektif.....	21
2.5 Efisiensi Saluran Irigasi .....	22
2.6 Efektifitas Jaringan Irigasi.....	24
2.7 Debit Air.....	25
2.7.1 Debit Air.....	25
2.7.2 Pengukuran Debit Air.....	26
2.7.3 Debit Andalan.....	33
2.8 Evapotranspirasi.....	34
2.8.1 Evaporasi.....	34
2.8.2 Transpirasi.....	35
2.8.3 Evapotranspirasi.....	35
2.9 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Evapotranspirasi,.....	36

2.9.1 Faktor Meteorologi.....	36
2.9.2 Tanah.....	39
2.9.3 Faktor Tanaman.....	40
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>41</b>
3.1 Deskripsi Daerah Studi.....	41
3.1.1 Kondisi Umum.....	41
3.1.2 Lokasi Studi.....	42
3.1.3 Kondisi Klimatologi.....	43
3.2 Data teknis di lapangan.....	43
3.2.1 Jaringan Irigasi Paya Sordang.....	43
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	46
3.4 Metode Analisis dan Pengolahan Data.....	46
3.4.1 Analisa Hidrologi.....	46
3.4.2 Mengukur Debit Andalan.....	46
3.4.3 Analisis Tingkat Efisiensi dan Efektifitas.....	47
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
4.1 Analisa Hidrologi.....	49
4.2 Curah Hujan Efektif.....	50
4.3 Evapotranspirasi.....	51

4.4 Perhitungan Metode Empiris Debit Andalan Sungai.....	57
4.5 Analisis Tingkat Efisiensi dan Efektifitas.....	62
4.6 Perhitungan Efektifitas Saluran.....	73
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>77</b>
5.1 Kesimpulan .....	77
5.2 Saran .....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>79</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Bagan Alir Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir .....	5
2.1 Ilustrasi Siklus Hidrologi.....	6
2.2 Parameter Neraca Air.....	9
2.3 Contoh Jaringan Irigasi Sederhana.....	14
2.4 Contoh Jaringan Irigasi Semi Teknis.....	15
2.5 Contoh Jaringan Irigasi Teknis.....	16
3.1 Peta Kabupaten Tapanuli Selatan.....	41
3.2 Sungai Batang Angkola Bendung Paya Sordang.....	42
3.3 Daerah Irigasi Paya Sordang.....	43
4.1 Perbandingan Debit Andalan dengan Debit Kebutuhan .....	62

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Jaringan Irigasi..... 18
Tabel 2.2	Beberapa Jenis Alat Ukur Debit..... 27
Tabel 2.3	Koefisien Kecepatan Pengaliran ..... 29
Tabel 2.4	Harga Koefisien Kekasaran Manning untuk Saluran Bertepi Kukuh..... 33
Tabel 4.1	Curah Hujan Bulanan DAS Batang Angkola..... 49
Tabel 4.2	Curah Hujan Efektif dalam mm.....50
Tabel 4.3	Rekapitulasi Curah Hujan Efektif..... 51
Tabel 4.4	Perhitungan Evapotranspirasi..... 53
Tabel 4.5	Rekapitulasi Evapotranspirasi..... 56
Table 4.6	Analisa Debit Andalan dengan Metode F.J. Mock .....61
Table 4.7	Efisiensi Saluran Irigasi Pada Kondisi Normal.....62
Table 4.8	Efisiensi Pada Saluran Sekunder Paya Sordang.....63
Table 4.9	Efisiensi Pada Saluran Sekunder dengan Persamaan Manning.....72

## DAFTAR NOTASI

A	=	luas daerah pengaliran (km <sup>2</sup> )
a	=	Kebutuhan air normal (litr/dtk/Ha)
An	=	Luas daerah Pengaruh Stasiun n (km <sup>2</sup> )
A <sub>n,n+1</sub>	=	Luas antara isohyets I <sub>n</sub> , dan IsohyetI <sub>n+1</sub>
C	=	koefisien limpasan
c	=	Faktor koreksi terhadap perbedaan cuaca antara siang dan malam
DR	=	Kebutuhan air di pintu pengambilan (l/dt/ha)
E	=	Efisiensi irigasi
Eo	=	Evaporasi air terbuka
Eto	=	Evapotranspirasi acuan (mm/hari)
ea	=	Tekanan uap jenuh (mbar)
ed	=	Tekanan uap nyata (mbar)
Etc	=	Penggunaan konsumtif (mm/hari)
f(ed)	=	Fungsi tekanan uap
f(u)	=	Fungsi kecepatan angin
f(n/N)	=	Fungsi lama penyinaran
f(T)	=	Fungsi temperatur
Kc	=	Koefisien Tanaman
M	=	Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)
N	=	Lama penyinaran maksimum
NFR	=	Kebutuhan air bersih di sawah (mm/hari)
n	=	Jumlah hari hujan tengah bulanan

$n/N$	=	Rasio lama penyinaran
$P$	=	Curah hujan tengah bulanan
$R$	=	curah hujan rata-rata (mm)
$R_{eff}$	=	Curah hujan efektif
$R_{80}$	=	Curah hujan efektif 80 % (mm/hari)
$R_n$	=	Tinggi hujan tiap stasiun $n$ (mm)
$R_s$	=	Radiasi gelombang pendek (mm/hari)
$R_{ns}$	=	Radiasi netto gelombang pendek
$S$	=	Kebutuhan air untuk penjemuran ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni 250 mm
$t$	=	Koefisien tegal
$W_n$	=	Faktor Pembobot daerah pengaruh stasiun $n$
$W$	=	Faktor koreksi temperatur terhadap radiasi
$WLR$	=	Penggantian lapisan air (mm)
$P$	=	Presipitasi rata-rata bulanan (mm/bulan)
$A_a$	=	Luas permukaan air waduk
$E$	=	Evaporasi waduk
$Q_i$	=	<i>direct run-off</i>
$t_1$	=	muka air setelah kehilangan
$t_2$	=	muka air sebelum kehilangan



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Irigasi merupakan usaha penyediaan, pengaturan dan penyaluran air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Irigasi dimaksudkan untuk mendukung produktivitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani yang diwujudkan melalui keberlanjutan sistem irigasi.

Irigasi berarti mengalirkan air dari sumber air yang tersedia kepada sebidang lahan untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Peranan irigasi dalam meningkatkan dan menstabilkan produksi pertanian tidak hanya bersandar pada produktivitas saja tetapi juga pada kemampuannya untuk meningkatkan faktor-faktor pertumbuhan lainnya yang berhubungan dengan input produksi. Irigasi mengurangi resiko kegagalan panen karena ketidak-pastian hujan dan kekeringan, membuat unsur hara yang tersedia menjadi lebih efektif, menciptakan kondisi kelembaban tanah optimum untuk pertumbuhan tanaman, serta hasil dan kualitas tanaman yang lebih baik.

Melihat perkembangan irigasi yang telah dikenal sejak zaman dahulu, maka irigasi merupakan salah satu komponen pokok dalam proses produksi pangan khususnya dalam budidaya pertanian terutama di pedesaan, tidak saja

sebagai kebutuhan tanaman padi, namun irigasi juga sudah menjadi bagian pokok untuk budidaya pertanian dalam arti luas seperti perkebunan dan perikanan.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2006, dikemukakan pengertian jaringan irigasi adalah saluran, bangunan dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi. Selanjutnya secara operasional dibedakan ke dalam tiga katagori yaitu jaringan irigasi primer, sekunder dan tersier. Dari ketiga kelompok jaringan tersebut, yang langsung berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petakan sawah adalah jaringan irigasi tersier yang terdiri dari saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter serta bangunan pelengkap.

Usaha pendayagunaan air melalui irigasi memerlukan suatu sistem pengelolaan yang baik, sehingga pemanfaatan air dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien. Peningkatan efisiensi penggunaan air akan sangat besar manfaatnya bagi kepentingan lain terutama pada kondisi iklim yang sangat kering. Pengembangan sumber daya air secara terpadu dalam skala besar untuk berbagai kepentingan dilaksanakan dengan membangun bendungan/waduk oleh karena itu faktor efisiensi pemanfaatan terbesar dalam pengembangan sumber daya air satuan wilayah sungai, berkisar antara 70% sampai 90%. Pada efektifitas dan efisiensi saluran irigasi perlu diperhatikan bagaimana bentuk medan atau topografi daerah yang akan diberi irigasi.

Pengelolaan sumber daya irigasi yang efisien bukan hanya bertujuan untuk menjaga produksi pangan nasional, tetapi juga ikut memajukan roda

perekonomian masyarakat dan pada akhirnya memajukan perekonomian indonesia.

Peran irigasi teknis sangat penting dalam pemenuhan produksi pangan nasional. Salah satu Daerah Irigasi yang merupakan irigasi teknis, dimana efisiensi sangat di utamakan adalah Daerah Irigasi Paya Sordang yang mempunyai luas areal 4.350 ha, Daerah Irigasi Paya Sordang merupakan dataran di kiri kanan Sungai Batang Angkola dengan topografi relatif datar. Areal ini dibatasi oleh daerah berbukit di sebelah kiri kanannya.

Bendung Paya Sordang dibangun pada tahun 1989 sampai tahun 1994, tetapi saat ini beberapa areal sawah pada Daerah Irigasi tersebut tidak terairi secara maksimal. Sumber air Daerah Irigasi Paya Sordang berasal dari Bendung Paya Sordang yang terletak di Sungai Batang Angkola serta mempunyai 2 intake kanan dan kiri.

Berkaitan dengan usaha meningkatkan produksi pertanian, saat ini perlu dilakukan suatu penelitian atau percobaan-percobaan untuk mengetahui kondisi dan keadaan saluran irigasi, mengurangi potensi kehilangan air irigasi dan memafaatkan air secara lebih efisien sehingga di dapat hasil yang bisa dijadikan sebagai evaluasi dalam pengelolaan air irigasi. Sehingga sistem pengelolaan air pada irigasi Paya Sordang yang dimanfaatkan oleh petani di Kabupaten Tapanuli Selatan dapat lebih optimal.

Mengingat pentingnya efisiensi jaringan irigasi dan pengaruhnya terhadap produksi pertanian, maka dari uraian diatas adalah merupakan salah satu latar belakang penulis mengambil dengan judul tersebut.

## **1.2. Maksud dan Tujuan**

Penelitian ini bermaksud untuk mengevaluasi jaringan saluran Irigasi Paya Sordang Kabupaten Tapanuli Selatan.

Adapun tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi dan keadaan Jaringan Irigasi Paya Sordang terkait efisiensi dan efektifitas Saluran Sekunder Paya Sordang.

## **1.3. Permasalahan**

Permasalahan yang dibahas dalam Penelitian ini adalah:

1. Berapa besar ketersediaan air pada kondisi normal di saluran sekunder jaringan irigasi Paya Sordang.
2. Bagaimana tingkat efisiensi dan efektifitas saluran sekunder pada jaringan irigasi Paya Sordang.

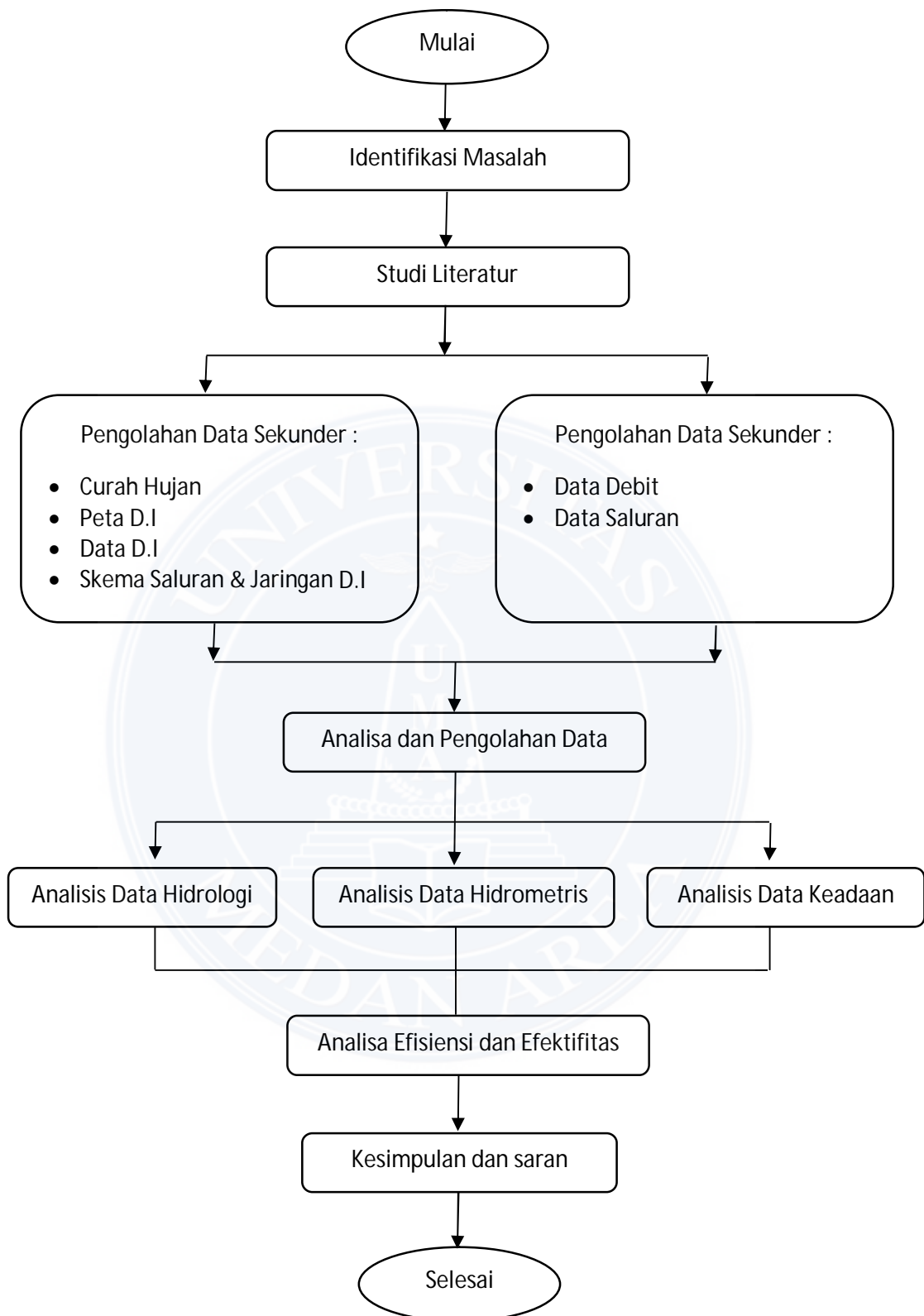
## **1.4. Batasan Masalah**

Pada penulisan Skripsi ini, penulis menganalisis kinerja jaringan irigasi Paya Sordang terbatas untuk di saluran sekunder Paya Sordang dan area yang di alirinya serta efisiensi dan efektifitas saluran sekunder Paya Sordang.

## **1.5. Bagan Alir Penelitian**

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam Penelitian ini, alur pengerjaan penulisan sebagai berikut :





Gambar 1.1 Bagan Alir Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Siklus Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan “siklus hidrologi”. Siklus Hidrologi adalah suatu proses yang berkaitan, dimana air diangkut dari lautan ke atmosfer (udara), ke darat dan kembali lagi ke laut, (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Ilustrasi Siklus Hidrologi

Hujan yang jatuh ke bumi baik langsung menjadi aliran maupun tidak langsung yaitu melalui vegetasi atau media lainnya akan membentuk siklus aliran air mulai dari tempat yang tinggi (gunung, pegunungan) menuju ke tempat yang rendah baik di permukaan tanah maupun di dalam tanah yang berakhir di laut. Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (*vegetasi*). Di bumi air mengalir dan bergerak dengan berbagai

cara. Pada retensi (tempat penyimpanan) air akan menetap untuk beberapa waktu. Retensi dapat berupa retensi alam seperti daerah-daerah cekungan, danau tempat-tempat yang rendah dan lain - lain, maupun retensi buatan seperti tanggungan, sumur, embung, waduk dan lain – lain.

Secara gravitasi (alami) air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung-gunung, pegunungan ke lembah, lalu ke daerah yang lebih rendah, sampai ke daerah pantai dan akhirnya akan bermuara ke laut. Aliran air ini disebut aliran permukaan tanah karena bergerak di atas muka tanah. Aliran ini biasanya akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju kesistem jaringan sungai, sistem danau atau waduk. Dalam sistem sungai aliran mengalir mulai dari sistem sungai kecil ke sistem sungai yang besar dan akhirnya menuju mulut sungai atau sering disebut *estuary* yaitu tempat bertemunya sungai dengan laut.

Air hujan sebagian mengalir meresap kedalam tanah atau yang sering disebut dengan Infiltrasi, dan bergerak terus kebawah. Air hujan yang jatuh ke bumi sebagian menguap (evaporasi dan transpirasi) dan membentuk uap air. Sebagian lagi mengalir masuk kedalam tanah (infiltrasi, perkolasi, kapiler). Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang – ruang antara butir – butir tanah dan di dalam retak – retak dari batuan. Dahulu disebut air lapisan dan yang terakhir disebut air celah (*fissure water*). Aliran air tanah dapat dibedakan menjadi aliran tanah dangkal, aliran tanah antara dan aliran dasar (*base flow*). Disebut aliran dasar karena aliran ini merupakan aliran yang mengisi sistem jaringan sungai. Hal ini dapat dilihat pada musim kemarau, ketika

hujan tidak turun untuk beberapa waktu, pada suatu sistem sungai tertentu aliran masih tetap dan kontinyu.

Sebagian air yang tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar ke permukaan tanah sebagai limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang terkumpul di sungai yang akhirnya akan mengalir ke laut kembali terjadi penguapan dan begitu seterusnya mengikuti *siklus hidrogi*.

Penyimpanan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Kondisi tata guna lahan juga berpengaruh terhadap tampungan air tanah, misalnya lahan hutan yang beralih fungsi mejadi daerah pemukiman dan curah hujan daerah tersebut. Sebagai permulaan dari simulasi harus ditentukan penyimpangan awal (*initial storage*).

Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (*vegetasi*), masuk ke tanah begitu juga hujan yang terinfiltrasi. Sedangkan air yang tidak terinfiltrasi yang merupakan limpasan mengalir ke tempat yang lebih rendah, mengalir ke danau dan tertampung. Dan hujan yang langsung jatuh di atas sebuah danau (*reservoir*) air hujan (*presipitasi*) yang langsung jatuh diatas danau menjadi tampungan langsung. Air yang tertahan di danau akan mengalir melalui sistem jaringan sungai, permukaan tanah (akibat debit banjir) dan merembes melalui tanah. Dalam hal ini air yang tertampung di danau adalah *inflow* sedangkan yang mengalir atau merembes adalah *outflow*, (Gambar 2.2).

Bentuk persamaan neraca air suatu danau atau *reservoir*:

$$\text{Perolehan (inflow) = Kehilangan (outflow)} \quad (2.1)$$

$$Q_i + Q_g + P - \Delta S = Q_o + S_Q + E_o \quad (2.2)$$

$$Q_{in} - Q_{out} = \Delta S \quad (2.3)$$

di mana :

$Q_i$  = masukan air/ direct *run-off* (inflow)

$Q_g$  = *base flow* (inflow)

$Q_o$  = *outflow*

$P$  = presipitasi

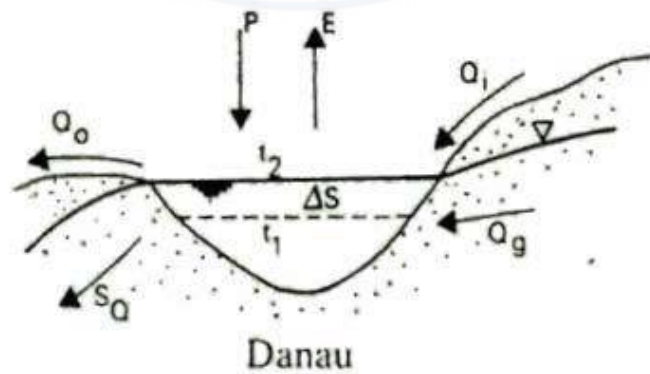
$S_Q$  = perembesan

$E$  = evaporasi air permukaan bebas

$\Delta S$  = perubahan dalam cadangan

$t_1$  = muka air setelah kehilangan

$t_2$  = muka air sebelum kehilangan.



Gambar. 2.2 Parameter Neraca Air

Akibat panas matahari air dipermukaan bumi juga akan berubah wujud menjadi gas/uap dalam proses evaporasi dan bila melalui tanaman disebut transpirasi. Air akan di ambil oleh tanaman melalui akar-akarnya yang dipakai untuk kebutuhan hidup dari tanaman tersebut, lalu air di dalam tanaman juga akan keluar berupa uap akibat energi panas matahari (*evaporasi*). Proses pengambilan air oleh akar tanaman kemudian terjadinya penguapan dari dalam tanaman disebut transpirasi.

Evaporasi yang lain dapat terjadi pada sistem sungai, embung, *reservoir*, waduk maupun air laut yang merupakan sumber air terbesar. Walaupun laut adalah tempat dengan sumber air terbesar namun tidak bisa langsung di manfaatkan sebagai sumber kehidupan karena mengandung garam atau air asin.

## **2.2 Daerah Aliran Sungai**

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan daerah dimana semua airnya mengalir ke dalam sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi yang berarti ditetapkan berdasarkan aliran air permukaan. Batas ini tidak ditetapkan air bawah tanah, kerana permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat pemakaian.

Daerah aliran sungai (DAS) sesuai dengan pola-polanya dibedakan menjadi :

- DAS dengan pola bulu burung

Di daerah aliran sungai ini selain terdapat sungai utama, tidak jauh dari sungai utama tersebut, di sebelah kiri dan kanannya terdapat pola-pola sungai kecil atau anak-anak sungai.



- DAS dengan pola radial atau melebar

Di daerah aliran sungai ini terdapat sungai utama (besar dengan beberapa anak sungainya), hanya anak-anak sungainya melingkar dan akan bertemu pada satu titik daerah.

- DAS dengan pola paralel atau sejajar

Di daerah aliran sungai ini memiliki dua jalur daerah aliran, yang memang paralel, yang di bagian hilir keduanya bersatu membentuk sungai besar.

Dalam mempelajari ekosistem DAS, dapat diklasifikasikan menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. DAS bagian hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, DAS bagian hilir merupakan daerah pemanfaatan. DAS bagian hulu mempunyai arti penting terutama dari segi perlindungan fungsi tata air, karena itu setiap terjadinya kegiatan di daerah hulu akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit dan transport sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran airnya. Dengan perkataan lain ekosistem DAS, bagian hulu mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, dan oleh karenanya pengelolaan DAS hulu seringkali menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui siklus hidrologi.

Dalam rangka memberikan gambaran keterkaitan secara menyeluruh dalam pengelolaan DAS, terlebih dahulu diperlukan batasan-batasan mengenai DAS berdasarkan fungsi, yaitu pertama DAS bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah

hujan. Kedua DAS bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau. Ketiga DAS bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah.

### **2.3 Jaringan Irigasi**

Irigasi atau pengairan adalah suatu usaha untuk memberikan air guna keperluan pertanian yang dilakukan dengan tertib dan teratur untuk daerah pertanian yang membutuhkannya dan kemudian air itu dipergunakan secara tertib dan teratur dan dibuang kesaluran pembuang. Istilah irigasi diartikan suatu bidang pembinaan atas air dari sumber-sumber air, termasuk kekayaan alam hewani yang terkandung didalamnya, baik yang alamiah maupun yang diusahakan manusia. Pengairan selanjutnya diartikan sebagai pemanfaatan serta pengaturan air dan sumber-sumber air yang meliputi irigasi, pengembangan daerah rawa, pengendalian banjir, serta usaha perbaikan sungai, waduk dan pengaturan penyediaan air minum, air perkotaan dan air industri.

Jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan

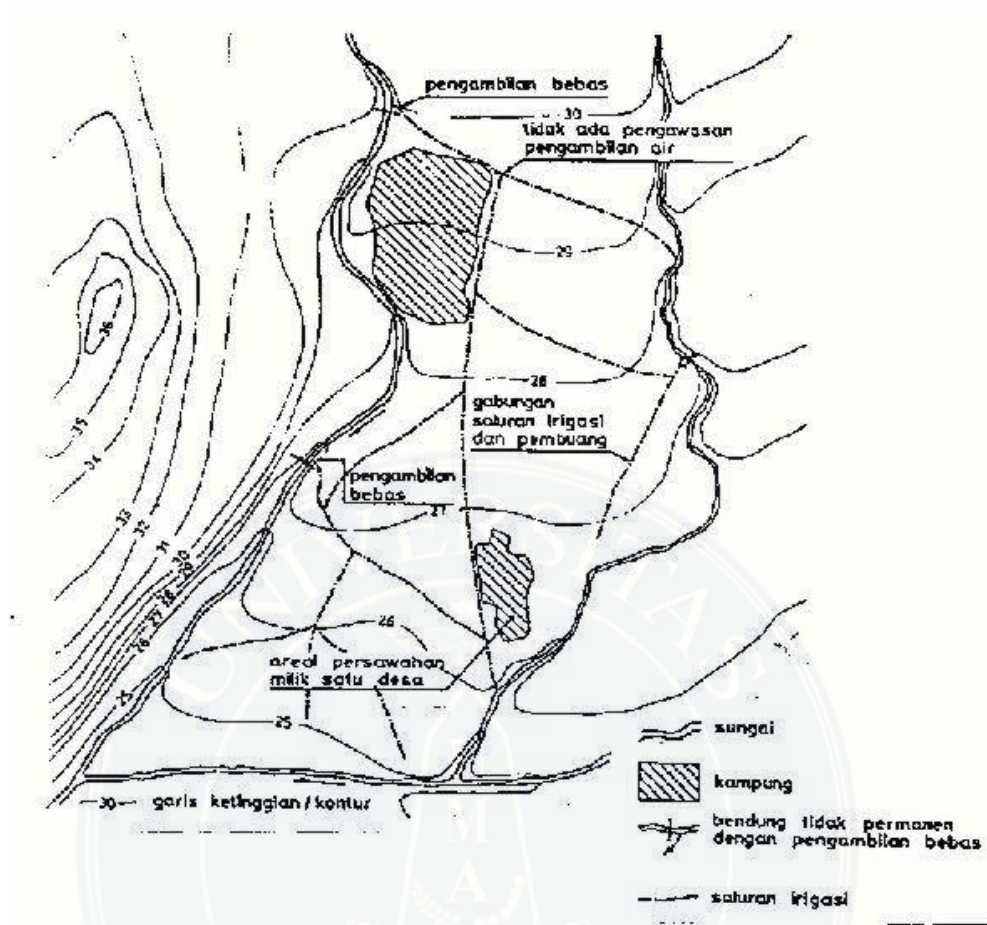
pembuangannya. Jaringan utama adalah jaringan irigasi yang berada dalam satu sistem irigasi, mulai dari bangunan utama, saluran induk atau primer, saluran sekunder, dan bangunan sadap serta bangunan pelengkap. Jaringan tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air di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

### **2.3.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi**

Dari segi konstruksinya, Pasandaran (1991) mengklasifikasikan sistem irigasi menjadi 4 (empat) jenis yaitu :

#### **1. Irigasi Sederhana**

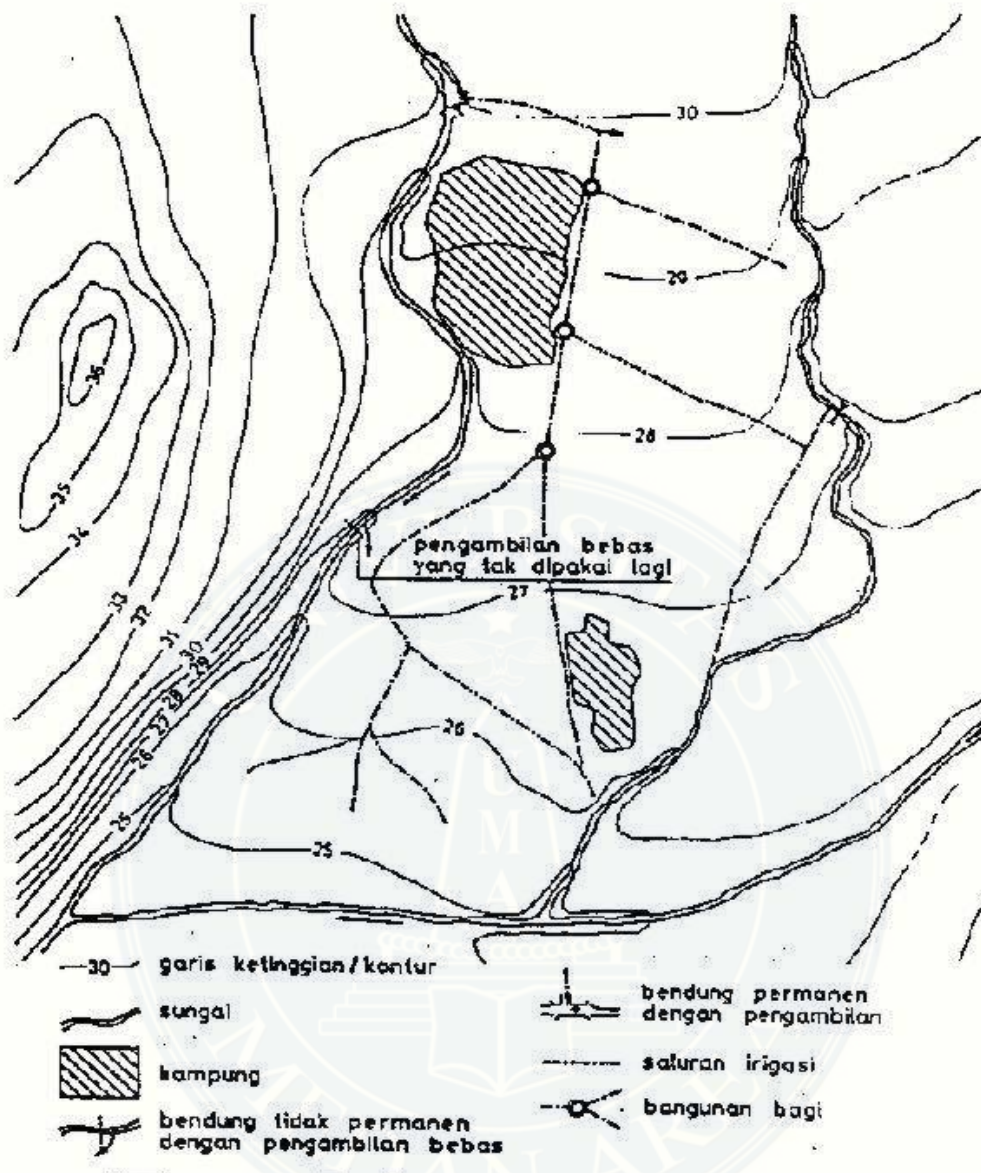
Adalah sistem irigasi yang sistem konstruksinya dilakukan dengan sederhana, tidak dilengkapi dengan pintu pengatur dan alat pengukur sehingga air irigasinya tidak teratur dan tidak terukur, sehingga efisiensinya rendah, (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Contoh Jaringan Irigasi Sederhana

## 2. Irigasi Semi Teknis

Adalah suatu sistem irigasi dengan konstruksi pintu pengatur dan alat pengukur pada bangunan pengambilan (*head work*) saja, sehingga air hanya teratur dan terukur pada bangunan pengambilan saja dengan demikian efisiensinya sedang, (Gambar 2.4).

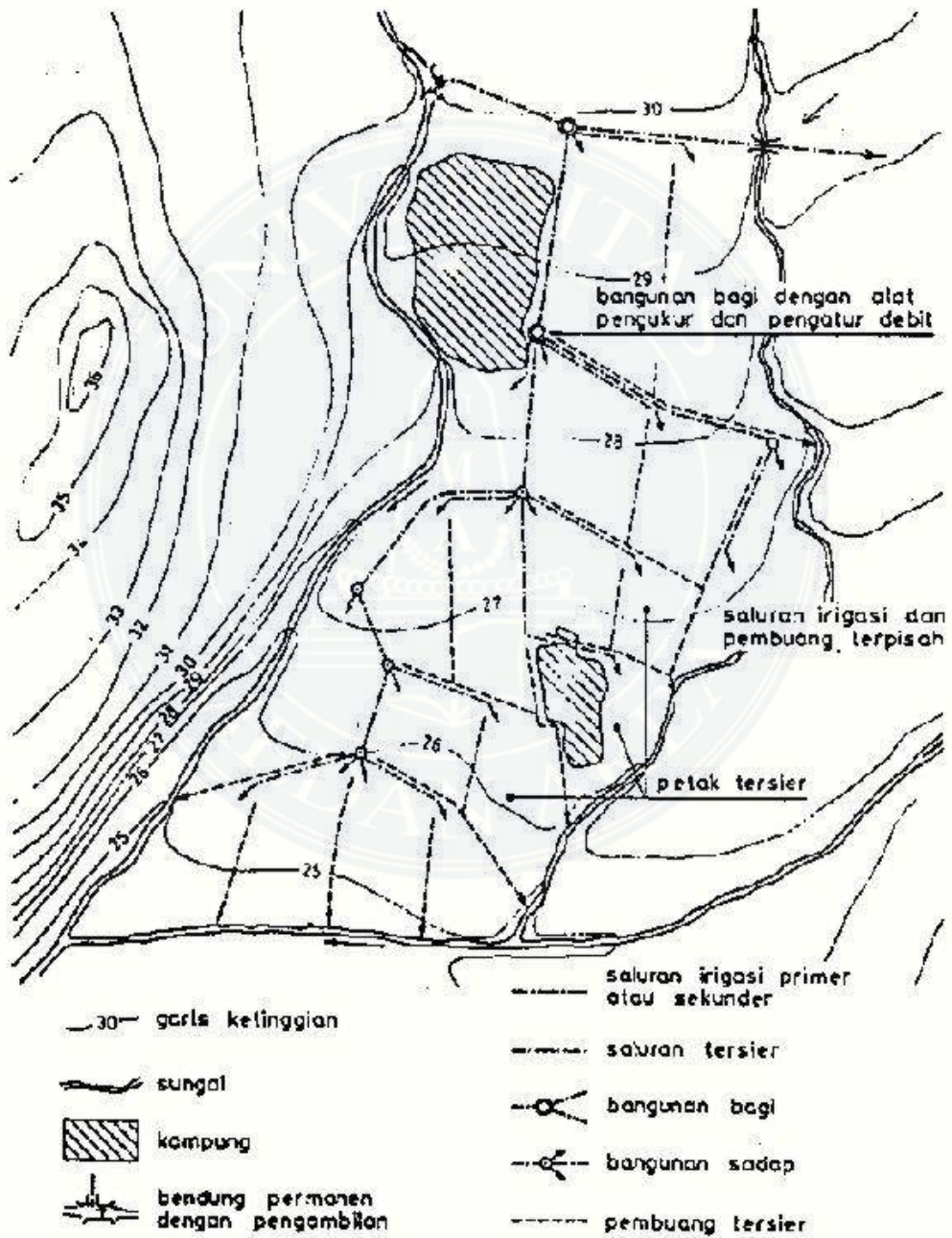


Gambar 2.4 Contoh Jaringan Irigasi Semi Teknis



### 3. Irigasi Teknis

Adalah suatu sistem irigasi yang dilengkapi dengan alat pengatur dan pengukur air pada bangunan pengambilan, bangunan bagi dan bangunan sadap sehingga air terukur dan teratur sampai bangunan bagi dan sadap, diharapkan efisiensinya tinggi, (Gambar 2.5).



Gambar 2.5 Contoh Jaringan Irigasi Teknis



#### 4. Irigasi Teknis Maju

Adalah suatu sistem irigasi yang airnya dapat diatur dan terukur pada seluruh jaringan dan diharapkan efisiensinya tinggi sekali.

Petak irigasi adalah petak lahan yang memperoleh air irigasi. Petak tersier adalah kumpulan petak irigasi yang merupakan kesatuan dan mendapatkan air irigasi melalui saluran tersier yang sama. Petak tersier terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai dengan 15 hektar. Pembagian air, eksploitasi dan pemeliharaan di petak tersier menjadi tanggung jawab para petani yang mempunyai lahan di petak yang bersangkutan dibawah bimbingan pemerintah. Petak tersier biasanya mempunyai batas-batas yang jelas, misalnya jalan, parit, batas desa dan batas-batas lainnya. Ukuran petak tersier berpengaruh terhadap efisiensi pemberian air. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh dalam penentuan luas petak tersier antara lain jumlah petani, topografi dan jenis tanaman.

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda topografi yang jelas misalnya saluran drainase. Luas petak sekunder dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi topografi daerah yang bersangkutan. Saluran sekunder pada umumnya terletak pada punggung mengairi daerah di sisi kanan dan kiri saluran tersebut sampai saluran drainase yang membatasinya. Saluran sekunder juga dapat direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng medan yang lebih rendah.

Tabel 2.1 menunjukkan tentang klasifikasi jaringan irigasi teknis, semi teknis, dan irigasi sederhana.

**Tabel 2.1 Klasifikasi Jaringan Irigasi**

	Klasifikasi Jaringan Irigasi		
	Teknis	Semi teknis	Sederhana
Bangunan utama	Bangunan Permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sederhana
Kemampuan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Tidak mampu mengatur/mengukur
Jaringan Saluran	Saluran pemberi dan pembuang terpisah	Saluran pemberi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran pemberi dan pembuang menjadi satu
Petak Tersier	Dikembangkan Sepenuhnya	Belum dikembangkan dentitas bangunan tersier jarang	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
Efisiensi secara keseluruhan	50-60 %	40-50 %	< 40 %
Ukuran	Tak ada batasan	< 2000 hektar	< 500

Sumber : KP – 01 Perencanaan Jaringan Irigasi

### 2.3.2 Petak Primer

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil air langsung dari bangunan penyadap. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi

daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.

### **2.3.3 Petak Sekunder**

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda topografi yang jelas misalnya saluran drainase. Luas petak sekunder dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi topografi daerah yang bersangkutan.

### **2.3.4 Petak Tersier**

Petak tersier terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai 15 hektar. Pembagian air, eksploitasi dan pemeliharaan dipetak tersier menjadi tanggung jawab para petani yang mempunyai lahan dipetak yang bersangkutan dibawah bimbingan pemerintah. Petak tersier sebaiknya mempunyai batas-batas yang jelas, misalnya jalan, parit, batas desa dan batas-batas lainnya. Ukuran petak tersier berpengaruh terhadap efisiensi pemberian air. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh dalam penentuan luas petak tersier antara lain jumlah petani, topografi dan jenis tanaman. Apabila kondisi topografi memungkinkan, petak tersier sebaiknya berbentuk bujur sangkar atau segi empat. Hal ini akan memudahkan dalam pengaturan tata letak dan pembagian air yang efisien.

Petak tersier sebaiknya berbatasan langsung dengan saluran sekunder atau saluran primer. Sedapat mungkin dihindari petak tersier yang terletak tidak secara

langsung di sepanjang jaringan saluran irigasi utama, karena akan memerlukan saluran muka tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya.

## **2.4 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kebutuhan Air Irigasi**

Air yang diperlukan oleh tanaman dapat diperoleh dari beberapa sumber yaitu curah hujan, kontribusi air tanah dan air irigasi. Sementara kehilangan air dari daerah akar (*root zone*) tanaman adalah berupa evapotranspirasi dan perkolasi.

Apabila jumlah air yang diperoleh dari curah hujan dan kontribusi air tanah tidak mencukupi kebutuhan air yang diperlukan tanaman selama masa pertumbuhannya maka penyediaan air dengan sistem irigasi diperlukan sebagai alternatif penanggulangannya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya air yang perlu disediakan dengan sistem irigasi adalah :

1. Curah hujan
2. Kontribusi air tanah
3. Evapotranspirasi
4. Perkolasi

### **2.4.1 Curah Hujan**

Air yang dibutuhkan oleh tanaman dapat sepenuhnya atau sebagian diperoleh dari curah hujan. Curah hujan untuk setiap periode atau dari tahun ke tahun berubah-ubah, sehingga disarankan untuk menggunakan curah hujan rencana, misalnya dengan probabilitas 75% atau 80%.

## 2.4.2 Curah Hujan Efektif

Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi tidak seluruhnya bisa dimanfaatkan oleh tanaman, karena sebagian akan hilang oleh *run off*, perkolasi, dan evapulasi. Hujan deras atau curah hujan yang tinggi hanya sebagian saja yang dapat tersimpan di daerah akar tanaman dan efektifitasnya cukup rendah. Curah hujan yang rendah dengan frekuensi yang tinggi yang ditampung langsung oleh daun tanaman mendekati efektifitas 100%.

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang diharapkan akan jatuh pada areal pertanian selama masa tumbuh tanaman dan dapat langsung menambah kebutuhan air selama masa tumbuhnya. Curah hujan efektif ditentukan berdasarkan besarnya R80 yang merupakan curah hujan yang besarnya dapat dilampaui sebanyak 80% atau dengan kata lain dilampauinya 8 kali kejadian dari 10 kali kejadian. Artinya, bahwa besarnya curah hujan yang terjadi lebih kecil dari R80 mempunyai kemungkinan hanya 20%. Untuk menghitung besarnya curah hujan efektif berdasarkan R80 = *Rainfall equal or exceeding in 8 years out of 10 years*, dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$R80 = (n/15) + 1 \quad (2.4)$$

di mana :

$R_{eff} = R80 =$  curah hujan efektif 80 % (mm/hari)

$(n/15) + 1 =$  rangking curah hujan efektif di hitung dari curah hujan terkecil

$n =$  jumlah data.

Analisa curah hujan efektif ini dilakukan dengan maksud untuk menghitung kebutuhan air irigasi. Curah hujan efektif atau andalan ialah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman. Untuk irigasi padi curah hujan efektif bulanan diambil 70% dari curah hujan minimum dengan periode ulang rencana tertentu dengan kemungkinan kegagalan 20% (Curah hujan R80).

## 2.5 Efisiensi Saluran Irigasi

Kebutuhan air pengairan (irigasi) merupakan banyaknya air pengairan yang diperlukan untuk menambah curah hujan efektif yang ketersediaannya di permukaan dan bawah permukaan tanah (terutama pada musim kemarau) untuk memenuhi keperluan pertumbuhan atau perkembangan tanaman. Ketepatan penggunaan pengairan (efisiensi) adalah suatu daya upaya pemakaian yang benar-benar sesuai bagi keperluan budidaya tanaman dengan jumlah debit air yang tersedia atau dialirkan sampai ke lahan-lahan pertanaman, sehingga pertumbuhan tanaman dapat terjamin dengan baik, dengan mencukupkan air pengairan yang tersedia itu.

Ketepatan penyaluran (efisiensi) air pengairan ditunjukkan dengan terpenuhi angka persentase air pengairan yang telah ditentukan untuk sampai di areal pertanian dari air yang dialirkan ke saluran pengairan. Hal ini sudah termasuk memperhitungkan kehilangan-kehilangan selama penyaluran (seperti evaporasi, rembesan dan perkolasi). Rumus efisiensi penyaluran air dinyatakan sebagai berikut :

$$E_c = \frac{\text{debit inflow} - \text{debit outflow}}{\text{Debit outflow}} \times 100 \% \quad (2.5)$$



di mana :

$E_c$  = efisiensi penyaluran air pengairan

debit *inflow* = jumlah air yang masuk

debit *outflow* = jumlah air yang keluar.

Konsep efisiensi pemberian air irigasi yang paling awal untuk mengevaluasi kehilangan air adalah efisiensi saluran pembawa air. Jumlah air yang masuk dari pintu pengambilan atau sungai biasanya sangat besar. Dan saat penyaluran terjadi kehilangan air pada saluran.

Efisiensi irigasi adalah angka perbandingan dari jumlah air irigasi nyata yang terpakai untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman dengan jumlah air yang keluar dari pintu pengambilan (*intake*). Efisiensi irigasi terdiri atas efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder yaitu dari bangunan pembagi sampai petak sawah. Efisiensi irigasi didasarkan asumsi sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik di saluran maupun di petak sawah. Kehilangan air yang diperhitungkan untuk operasi irigasi meliputi kehilangan air di tingkat tersier, sekunder dan primer. Besarnya masing-masing kehilangan air tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran, luas permukaan saluran, keliling basah saluran dan kedudukan air tanah. (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

Pada dasarnya, semua kehilangan air yang mempengaruhi efisiensi irigasi berlangsung selama proses pemindahan air dari sumbernya ke lahan pertanian dan selama pengolahan lahan pertanian.

## 2.6 Efektifitas Jaringan Irigasi

Di dalam pengelolaan jaringan irigasi ini, terdapat tiga kegiatan utama yaitu perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan. Tolak ukur keberhasilan pengelolaan jaringan irigasi adalah efisiensi dan efektifitas.

Efektifitas pengelolaan jaringan irigasi ditunjukkan oleh perbandingan antara luas areal terairi terhadap luas rancangan. Dalam hal ini semakin tinggi perbandingan tersebut semakin efektif pengelolaan jaringan irigasi.

Terjadinya peningkatan indeks luas areal (IA) selain karena adanya penambahan luas sawah baru, juga dapat diartikan bahwa irigasi yang dikelola secara efektif mampu mengairi areal sawah sesuai dengan yang diharapkan. Dalam hal ini tingkat efektifitas ditunjukkan oleh indeks luas areal (IA).

$$IA = \frac{\text{Luas Areal Terairi}}{\text{Luas Rancangan}} \times 100 \% \quad (2.6)$$

Dalam hal ini, semakin tinggi nilai IA menunjukkan semakin efektif pengelolaan jaringan irigasi.

## **2.7 Debit Air**

### **2.7.1 Debit Air**

Debit adalah suatu koefisien yang menyatakan banyaknya air yang mengalir dari suatu sumber persatu-satuan waktu, biasanya diukur dalam satuan liter / detik. Pengukuran debit dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain:

1. Pengukuran debit dengan bendung
2. Pengukuran debit berdasarkan kerapatan lautan obat
3. Pengukuran kecepatan aliran dan luas penampang melintang, dalam hal ini untuk mengukur kecepatan arus digunakan pelampung atau pengukur arus dengan kincir
4. Pengukuran dengan menggunakan alat-alat tertentu seperti pengukur arus magnetis, pengukur arus gelombang supersonis.

Untuk memenuhi kebutuhan air pengairan irigasi bagi lahan-lahan pertanian, debit air di daerah bendung harus lebih cukup untuk disalurkan ke saluran-saluran (induk-sekunder-tersier) yang telah disiapkan di lahan-lahan pertanaman. Agar penyaluran air pengairan ke suatu areal lahan pertanaman dapat diatur dengan sebaik-baiknya (dalam arti tidak berlebihan atau agar dapat dimanfaatkan seefisien mungkin, dengan mengingat kepentingan areal lahan pertanaman lainnya) maka dalam pelaksanaannya perlu dilakukan pengukuran-pengukuran debit air. Dengan distribusi yang terkendali, dengan bantuan pengukuran-pengukuran tersebut, maka masalah kebutuhan air pengairan selalu dapat diatasi tanpa menimbulkan gejolak dimasyarakat petani pemakai air pengairan.

### 2.7.2 Pengukuran Debit

Pengukuran global kecepatan aliran dilakukan dengan mengukur waktu pelampung melewati jarak yang terukur. Pelampung digunakan bila pengukuran dengan pengukur arus tidak dapat dilakukan karena sampah, ketidakmungkinan melintasi sungai, bila pengukuran membahayakan karena banjir yang sangat tinggi maupun pada kecepatan yang sangat rendah.

Alat ukur arus adalah alat untuk mengukur kecepatan aliran. Apabila alat ini ditempatkan pada suatu titik kedalaman tertentu maka kecepatan aliran pada titik tersebut akan dapat ditentukan berdasarkan jumlah putaran dan waktu lamanya pengukuran. Apabila keadaan lapangan tidak memungkinkan untuk melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur arus maka pengukuran dapat dilakukan dengan alat pelampung. Alat pelampung yang digunakan dapat mengapung seluruhnya atau sebagian melayang dalam air.

Pengukuran debit aliran yang paling sederhana dapat dilakukan dengan metoda apung. Caranya dengan menempatkan benda yang tidak dapat tenggelam di permukaan aliran sungai untuk jarak tertentu dan mencatat waktu yang diperlukan oleh benda apung tersebut bergerak dari suatu titik pengamatan ke titik pengamatan lain yang telah ditentukan. Kecepatan aliran juga bisa diukur dengan menggunakan alat ukur *current meter*. Alat berbentuk propeler tersebut dihubungkan dengan kotak pencatat (alat monitor yang akan mencatat jumlah putaran selama propeler tersebut berada dalam air) kemudian dimasukkan kedalam sungai yang akan diukur kecepatannya. Bagian ekor alat tersebut menyerupai sirip dan akan berputar karena gerakan aliran sungai. Tiap putaran ekor tersebut akan mencatat oleh alat monitor, dan kecepatan aliran sungai akan

ditentukan oleh jumlah putaran per detik untuk kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan matematik yang khusus dibuat untuk alat tersebut untuk lama waktu pengukuran tertentu.

Tabel 2.2 menjelaskan jenis-jenis alat pengukuran debit dan kemampuan mengaturnya.

**Tabel 2.2 Beberapa Jenis Alat Ukur Debit**

Tipe Alat Ukur	Mengukur Dengan	Kemampuan Mengatur
Ambang Lebar	Aliran atas	Tidak
Parshal Flume	Aliran atas	Tidak
Cipoletti	Aliran atas	Tidak
Romijn	Aliran atas	Ya
Crump de Gruyter	Aliran bawah	Ya
Constant Head Orifice	Aliran bawah	Ya
Bangunan Sadap Pipa	Aliran bawah	Ya

Sumber : KP – 01 Perencanaan Jaringan Irigasi

a. Debit secara Langsung ( debit sesaat)

Dalam pengukuran debit air secara langsung digunakan beberapa alat pengukur yang langsung dapat menunjukkan ketersediaan air pengairan bagi penyaluran melalui jaringan-jaringan yang telah ada atau telah dibangun. Dalam hal ini berbagai alat pengukur yang telah biasa digunakan yaitu:

1. Alat Ukur Pintu Romijn

Ambang dari pintu Romijn dalam pelaksanaan pengukuran dapat dinaik turunkan, yaitu dengan bantuan alat pengangkat.

2. Sekat Ukur Thompson

Berbentuk segitiga sama kaki dengan sudut  $90^\circ$  dapat dipindah-pindahkan karena bentuknya sangat sederhana (portable), lazim digunakan untuk mengukur debit air yang relatif kecil.

### 3. Alat Ukur Parshall Flume

Alat ukur tipe ini ditentukan oleh lebar dari bagian penyempitan, yang artinya debit air diukur berdasarkan mengalirnya air melalui bagian yang menyempit (tenggorokan) dengan bagian dasar yang direndahkan.

### 4. Bangunan Ukur Cipoletti

Prinsip kerja bangunan ukur Cipoletti di saluran terbuka adalah menciptakan aliran kritis. Pada aliran kritis, energi spesifik pada nilai minimum sehingga ada hubungan tunggal antara head dengan debit. Dengan kata lain  $Q$  hanya merupakan fungsi  $H$  saja.

Besarnya konstanta  $k$  dan  $n$  ditentukan dari turunan pertama persamaan energi pada penampang saluran yang bersangkutan. Pada praktikum ini besarnya konstanta  $k$  dan  $n$  ditentukan dengan membuat serangkaian hubungan  $H$  dengan  $Q$  yang apabila diplotkan pada grafik akan diperoleh garis hubungan  $H - Q$  yang paling sesuai untuk masing – masing jenis bangunan ukur.

Dalam pelaksanaan pengukuran-pengukuran debit air, secara langsung, dengan pintu ukur romijn, sekat ukur tipe cipoletti dan sekat ukur tipe Thompson biasanya lebih mudah karena untuk itu dapat memperhatikan daftar debit air yang tersedia.

## b. Pengukuran debit air secara tidak langsung

### 1. Pelampung



Terdapat dua tipe pelampung yang digunakan yaitu: (i) pelampung permukaan, dan (ii) pelampung tangkai. Tipe pelampung tangkai lebih teliti dibandingkan tipe pelampung permukaan. Pada permukaan debit dengan pelampung dipilih bagian sungai yang lurus dan seragam, kondisi aliran seragam dengan pergolakannya seminim mungkin. Pengukuran dilakukan pada saat tidak ada angin. Pada bentang terpilih (jarak tergantung pada kecepatan aliran, waktu yang ditempuh pelampung untuk jarak tersebut tidak boleh lebih dari 20 detik) paling sedikit lebih panjang dibanding lebar aliran. Kecepatan aliran permukaan ditentukan berdasarkan rata – rata yang diperlukan pelampung menempuh jarak tersebut. Sedang kecepatan rata – rata didekati dengan pengukuran kecepatan permukaan dengan suatu koefisien yang besarnya tergantung dari perbandingan antara lebar dan kedalaman air. Tabel 2.3 menunjukkan koefisien kecepatan pengaliran dari pelampung permukaan.

**Tabel 2.3 Koefisien Kecepatan Pengaliran**

B/H	5'	10'	15'	20'	30'	40'
$V_m/V_s$	0,98	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85

Sumber : KP – 01 Perencanaan Jaringan Irigasi

di mana :

B = lebar permukaan aliran

H = kedalaman air

$V_m$  = kecepatan rata - rata

$V_s$  = kecepatan pada permukaan.

Dalam pelepasan pelampung harus diingat bahwa pada waktu pelepasannya, pelampung tidak stabil oleh karena itu perhitungan kecepatan tidak dapat dilakukan pada saat pelampung baru dilepaskan, keadaan stabil akan dicapai 5 detik sesudah pelepasannya. Pada keadaan pelampung stabil baru dapat dimulai pengukuran kecepatannya. Debit aliran diperhitungkan berdasarkan kecepatan rata – rata kali luas penampang. Pada pengukuran dengan pelampung, dibutuhkan paling sedikit 2 penampang melintang. Dari 2 pengukuran penampang melintang ini dicari penampang melintang rata – ratanya, dengan jangka garis tengah lebar permukaan air kedua penampang melintang yang diukur pada waktu bersama – sama disusun berimpitan, penampang lintang rata-rata didapat dengan menentukan titik – titik pertengahan garis – garis horizontal dan vertikal dari penampang itu, jika terdapat tiga penampang melintang, maka mula – mula dibuat penampang melintang rata – rata antara penampang melintang rata – rata yang diperoleh dari penampang lintang teratas dan terbawah. Debit aliran kecepatan rata – rata:

$$Q = C \cdot V_p \cdot A_p \quad (2.7)$$

di mana :

Q = debit aliran

C = koefisien yang tergantung dari macam pelampung yang digunakan

V<sub>p</sub> = kecepatan rata - rata pelampung

A<sub>p</sub> = luas aliran rata– rata.

## 2. Pengukuran dengan Current Meter

Alat ini terdiri dari flow detecting unit dan counter unit. Aliran yang diterima detecting unit akan terbaca pada counter unit, yang terbaca pada counter unit dapat merupakan jumlah putaran dari propeller maupun langsung menunjukkan kecepatan aliran, aliran dihitung terlebih dahulu dengan memasukkan dalam rumus yang sudah dibuat oleh pembuat alat untuk tiap – tiap propeller. Pada jenis yang menunjukkan langsung, kecepatan aliran yang sebenarnya diperoleh dengan mengalihkan factor koreksi yang dilengkapi pada masing-masing alat bersangkutan. Propeler pada detecting unit dapat berupa : mangkok, bilah dan sekrup. Bentuk dan ukuran propeler ini berkaitan dengan besar kecilnya aliran yang diukur.

Debit aliran dihitung dari rumus :

$$Q = V \times A \quad (2.8)$$

di mana

V = kecepatan aliran

A = luas penampang.

Dengan demikian dalam pengukuran tersebut disamping harus mengukur kecepatan aliran, diukur pula luas penampangnya. Distribusi kecepatan untuk tiap bagian pada saluran tidak sama, distribusi kecepatan tergantung pada :

- Bentuk saluran
- Kekasaran saluran dan
- Kondisi kelurusan saluran

Dalam penggunaan current meter pengetahuan mengenai distribusi kecepatan ini amat penting. Hal ini bertalian dengan penentuan kecepatan aliran

yang dapat dianggap mewakili rata-rata kecepatan pada bidang tersebut. Dari hasil penelitian “United Stated Geological Survey” aliran air di saluran (stream) dan sungai mempunyai karakteristik distribusi kecepatan sebagai berikut:

- a. Kurva distribusi kecepatan pada penampang melintang berbentuk parabolic.
- b. Lokasi kecepatan maksimum berada antara 0,05 s/d 0,25 h kedalam air dihitung dari permukaan aliran.
- c. Kecepatan rata-rata berada  $\pm 0,6$  kedalaman dibawah permukaan air.
- d. Kecepatan rata-rata  $\pm 85\%$  kecepatan permukaan.
- e. Untuk memperoleh ketelitian yang lebih besar dilakukan pengukuran secara mendetail kearah vertical dengan menggunakan integrasi dari pengukuran tersebut dapat dihitung kecepatan rata-ratanya. Dalam pelaksanaan kecepatan rata-rata nya.

### 3. Menggunakan Persamaan Manning

Rumus manning pada pengaliran disaluran terbuka dapat rumuskan dalam bentuk:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad (2.9)$$

di mana

V = kecepatan aliran

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis

I = kemiringan dasar saluran.

Berdasarkan pengukuran yang sesungguhnya dan pengalaman dengan jenis saluran yang berbeda, harga-harga  $n$  berikut ini umumnya disarankan untuk saluran bertepi kukuh (Tabel 2.4).

**Tabel 2.4 Harga Koefisien Kekasaran Manning untuk Saluran Bertepi Kukuh**

No	Permukaan	Harga $n$ yang disarankan
1	Kaca, plastik, kuningan	0,010
2	Kayu	0,011-0,014
3	Besi tuang	0,013
4	Plesteran semen	0,011
5	Pipa pembuangan	0,013
6	Beton	0,012-0,017
7	Pasangan batu	0,017-0,025
8	Batu pecah	0,035-0,040
9	Batu bata	0,014

### 2.7.3 Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang selalu tersedia sepanjang tahun yang dapat dipakai untuk irigasi. Dalam penelitian ini debit andalan merupakan debit yang memiliki probabilitas 80%. Debit dengan probabilitas 80% adalah debit yang memiliki kemungkinan terjadi di bendung sebesar 80% dari 100% kejadian. Jumlah kejadian yang dimaksud adalah jumlah data yang digunakan untuk menganalisis probabilitas tersebut. Jumlah data minimum yang diperlukan untuk analisis adalah lima tahun dan pada umumnya untuk memperoleh nilai yang baik data yang digunakan hendaknya berjumlah 10 tahun data.

Debit minimum sungai dianalisis atas dasar debit hujan sungai. Dikarenakan minimalnya data maka metode perhitungan debit andalan menggunakan metode simulasi perimbangan air dari Dr. F.J.Mock (KP.01,1986).

Dengan data masukan dari curah hujan di Daerah Aliran Sungai, evapotranspirasi, vegetasi dan karakteristik geologi daerah aliran.

Metode ini menganggap bahwa air hujan yang jatuh pada daerah aliran (DAS) sebagian akan menjadi limpasan langsung dan sebagian akan masuk tanah sebagai air infiltrasi, kemudian jika kapasitas menampung lengas tanah sudah terlampaui, maka air akan mengalir ke bawah akibat gaya gravitasi.

## **2.8 Evapotranspirasi**

### **2.8.1 Evaporasi**

Evaporasi merupakan faktor penting dalam studi pengembangan sumber-sumber daya air. Evaporasi sangat mempengaruhi debit sungai, besarnya kapasitas waduk, besarnya kapasitas pompa untuk irigasi, penggunaan konsumtif untuk tanaman dan lain-lain.

Bila penguapan alamiah dipandang sebagai suatu proses pertukaran energi, maka dapat diperkirakan bahwa radiasi matahari merupakan faktor terpenting dalam analisa evaporasi. Evaporasi adalah suatu proses dimana cairan langsung berubah menjadi uap. Air akan menguap dari tanah, baik tanah gundul atau tertutup oleh tanaman dan perpohonan, permukaan tidak tembus air seperti atap atau jalan raya, air bebas dan air mengalir. Laju evaporasi atau penguapan akan berubah-ubah menurut warna dan sifat pemantulan permukaan (albedo) dan juga akan berbeda untuk permukaan yang langsung tersinari oleh matahari dengan permukaan yang terlindungi oleh sinar matahari.

Di daerah yang beriklim sedang dan lembab, kehilangan air lewat evaporasi air bebas dapat mencapai 60 cm per tahun dan kira-kira 45 cm per tahun



lewat evaporasi permukaan tanah. Di daerah beriklim sedang seperti Saudi Arabia angka evaporasi bisa mencapai 200 cm per tahun jika terdapat curah hujan yang banyak dan 10 cm per tahun jika tidak ada curah hujan dalam waktu yang lama.

### **2.8.2 Transpirasi**

Semua jenis tanaman memerlukan air untuk kelangsungan hidupnya dan masing-masing jenis tanaman berbeda-beda kebutuhan airnya. Hanya sebagian kecil saja air yang tinggal di dalam tumbuh-tumbuhan, sedangkan sebagian besar lagi setelah diserap lewat akar-akar dan dahan-dahan akan ditranspirasikan lewat bagian daun tumbuh-tumbuhan. Proses ini membentuk suatu fase penting dari siklus hidrologi, dimana hujan yang jatuh ke tanah dikembalikan ke atmosfer.

Saat udara memasuki daun, air ke luar melalui stomata yang terbuka, inilah yang disebut proses dari transpirasi. Pertumbuhan tanaman umumnya berhenti pada saat temperatur turun sampai mendekati ( $0^{\circ}\text{C}$ ) dan transpirasinya menjadi sangat kecil.

### **2.8.3 Evapotranspirasi**

Evapotranspirasi merupakan perpaduan dua proses yakni evaporasi dan transpirasi. Kombinasi dua proses yang saling terpisah dimana kehilangan air dari permukaan tanah melalui proses evaporasi dan kehilangan air tanaman melalui proses transpirasi.

Proses hilangnya air akibat evapotranspirasi merupakan salah satu komponen penting dalam hidrologi karena proses tersebut dapat mengurangi simpanan air dalam tanah dan tanaman. Oleh karena itu data evapotranspirasi

sangat dibutuhkan untuk tujuan irigasi atau pemberian air, perencanaan irigasi atau untuk konservasi air.

## **2.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Evapotranspirasi**

### **2.9.1 Faktor Meteorologi**

#### **a. Penyinaran matahari**

Penyinaran matahari secara langsung akan mempengaruhi besar kecilnya evapotranspirasi. Makin lama penyinaran matahari per harinya maka makin besar pula evapotranspirasi dan sebaliknya. Proses ini terjadi hampir tanpa berhenti pada siang hari dan kerap terjadi pada malam hari. Perubahan wujud dari air menjadi gas memerlukan input energi yang berupa panas. Proses tersebut sangat aktif jika ada penyinaran langsung dari matahari.

#### **b. Temperatur**

Temperatur ini dapat berupa suhu badan air, tanah, dan tanaman ataupun juga suhu atmosfer. Seperti disebutkan di atas suatu input energi sangat diperlukan agar evapotranspirasi berjalan terus. Jika suhu udara dan tanah semakin tinggi, maka proses evapotranspirasi akan berjalan lebih cepat dibandingkan jika suhu udara dan tanah rendah, karena adanya energi panas yang tersedia.

Kemampuan udara untuk menyerap uap air akan naik jika suhunya naik, maka suhu udara mempunyai efek ganda terhadap besarnya evapotranspirasi, sedangkan suhu tanah, daun tumbuhan dan suhu air hanya mempunyai efek tunggal.

#### **c. Kelembaban relatif (RH)**

Kemampuan untuk menyerap uap air akan berkurang sehingga laju evaporasi akan menurun jika kelembaban relatif udara naik. Ketika stomata daun tanaman terbuka, difusi uap udara yang keluar dari daun tergantung pada perbedaan antara tekanan uap air di dalam rongga sel dan tekanan air pada atmosfer.

d. Kecepatan angin ( $v$ )

Angin merupakan faktor yang menyebabkan terdistribusinya air yang telah diuapkan ke atmosfer, sehingga proses penguapan dapat berlangsung terus sebelum terjadinya kejenuhan kandungan uap di udara. Agar proses tersebut berjalan terus maka lapisan jenuh itu harus diganti dengan udara kering. Pergantian itu dapat terjadi hanya kalau ada angin. Jadi kecepatan angin memegang peranan dalam proses evapotranspirasi, karena makin cepat angin berhembus maka semakin besar evapotranspirasi.

f. Letak lintang

Letak lintang akan mempengaruhi iklim suatu daerah seperti lamanya penyinaran matahari, temperatur, angin, dan lain-lain, sehingga mempengaruhi besar evapotranspirasi. Pada suatu zona iklim tertentu ET akan berbeda sesuai dengan ketinggian dihitung dari elevasi permukaan air laut, ini sebenarnya bukan berbeda karena ketinggian itu sendiri tetapi diakibatkan oleh temperatur, karena luas dan kecepatan angin berhembus yang berkaitan dengan ketinggian wilayah yang dimaksud juga radiasi matahari untuk wilayah tinggi berbeda dengan wilayah yang rendah.

$$ET_0 = c [ w R_n + (1 - w) f(u) (e_a - e_d) ] \quad (2.10)$$

di mana :

$ET_0$  = evapotranspirasi acuan (mm/hari)

$W$  = faktor koreksi terhadap temperature

$R_n$  = radiasi netto (mm/hari)

$f(u)$  = fungsi angina

$(e_a - e_d)$  = perbedaan tekanan uap air jenuh dengan tekanan uap air nyata (mbar)

$c$  = faktor pergantian cuaca akibat siang dan malam

$e_d = RH \times e_a$  = tekanan uap nyata (mbar)

di mana

$RH$  = kelembaban relatif (%)

$f(u) = 0,27(1 + u/100)$  = fungsi kecepatan angin

dimana :

$u$  = kecepatan angin (km/jam)

nilai fungsi angin  $f(u) = 0,27(1 + u/100)$  untuk kecepatan angin pada tinggi 2m)

$1 - w$  = faktor pembobot, dimana  $w$  faktor pemberat

$R_s = (0,25 + 0,5 \cdot n/N)$ .  $R_a$  = radiasi gelombang pendek

dimana  $R_a$  = radiasi extra teresterial(mm/hari)

$n/N$  = rasio lama penyinaran

$N$  = lama penyinaran maksimum

$R_{ns} = R_s \cdot (1 - \alpha)$  = radiasi netto gelombang pendek

dimana  $\alpha = 0,25$ ,  $f(T') = \sigma \cdot T'^4$  = fungsi temperature

$f(e_d) = 0,33 - 0,044 \cdot (e_d)^{0,5}$  = fungsi tekanan uap nyata

$f(n/N) = 0,1 + 0,9 \cdot n/N$  = fungsi rasio lama penyinaran

$R_{nl} = f(T') \cdot f(e_d) \cdot f(n/N)$  = radiasi netto gelombang panjang

dan  $R_n = R_{ns} - R_{nl}$  = radiasi netto.

Rumus Penmann didasarkan atas anggapan bahwa suhu udara dan permukaan air rata-rata adalah sama.

### 2.9.2 Tanah

Apabila kandungan air tanah dipermukaan berada di bawah ambang batas, maka evaporasi tidak akan ditentukan oleh keadaan iklim, tetapi ditentukan oleh karakteristik tanah itu sendiri, terutama konduktivitas hidrolis dari tanah. Dalam tahap ini evaporasi kumulatif cenderung bertambah sebesar akar dari waktu untuk suatu jenis tanah tertentu.

Setiap jenis tanah mempunyai kandungan air yang berbeda, jadi untuk tanah yang porous kemampuannya untuk menyimpan air rendah sekali sehingga air yang tersimpan dalam tanah cepat berkurang.

Air yang tersedia di dalam lapisan tanah adalah selisih antara kandungan air pada keadaan kapasitas lapangan dengan kandungan air pada keadaan tanah kering. Secara umum ketersediaan air dapat diidentifikasi sebagai berikut :

- Tanah dengan *heavy texture* : 200 mm air/m dalam tanah
- Tanah dengan *medium texture* : 140 mm air/m dalam tanah
- Tanah dengan *texture* : 60 mm air/m dalam tanah

Faktor lain yang mempengaruhi besarnya air yang diserap oleh tanaman adalah temperatur tanah dan konsentrasi garam dalam tanah.

### **2.9.3 Faktor Tanaman**

Masa pertumbuhan tanaman berbeda-beda berdasarkan jenis tanaman. Adapun evapotranspirasi untuk setiap masa pertumbuhan berbeda-beda disebabkan karena perbedaan koefisien pertumbuhan tanaman.





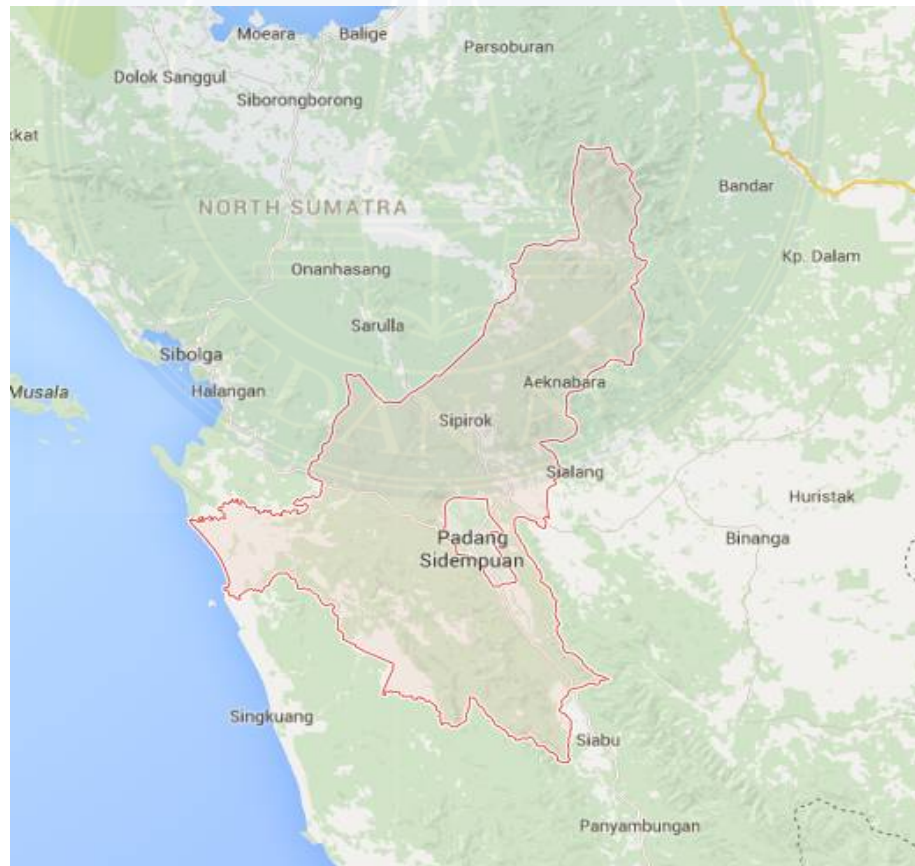
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Deskripsi Daerah Studi

##### 3.1.1 Kondisi Umum

Penelitian ini dilaksanakan di Daerah Irigasi Paya Sordang yang terletak di Kabupaten Tapanuli Selatan tepatnya Kecamatan Batang Angkola yang mempunyai luas areal 4.350 ha. Daerah Irigasi Paya Sordang merupakan jaringan irigasi teknis dimana bangunan pengambilan dan bagi/sadap dilengkapi dengan alat pengatur pembagian air dan alat ukur, sehingga air irigasi yang dapat dialirkan ke petak tersier dapat diatur dan diukur.



Gambar 3.1. Peta Kabupaten Tapanuli Selatan

### 3.1.2 Lokasi Studi

Daerah Irigasi Paya Sordang terletak pada posisi :  $0^{\circ}58'35''$  -  $2^{\circ}7'33''$  LU dan  $98^{\circ}42'50''$  -  $99^{\circ}34'16''$  BT, di Kecamatan Sayur Matinggi dan Kecamatan Batang Angkola Kabupaten Tapanuli Selatan dengan luas wilayah 343 Km<sup>2</sup>.



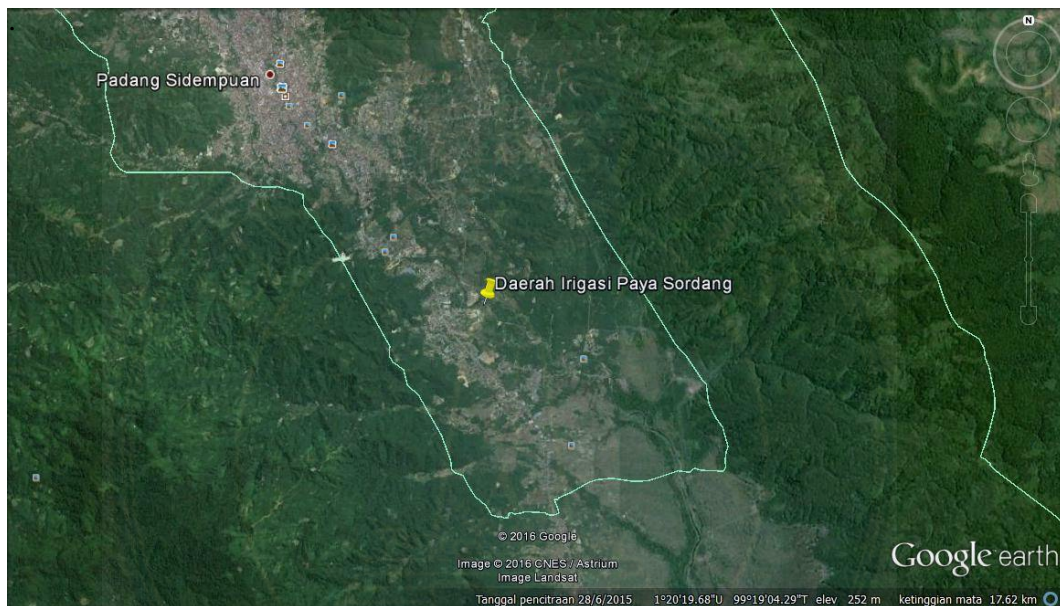
Gambar 3.2 Sungai Batang Angkola Bendung Paya Sordang

Adapun batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Tapanuli Tengah dan Tapanuli Utara
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Padang Lawas dan Padang Lawas Utara
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Mandailing Natal
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Mandailing Natal

Kabupaten Tapanuli Selatan terdiri dari 14 Kecamatan, antara lain adalah Kecamatan Aek Bilah, Kecamatan Angkola Barat, Kecamatan Angkola

Sangkunur, Kecamatan Angkola Selatan, Kecamatan Angkola Timur, Kecamatan Arse, Kecamatan Batang Angkola, Kecamatan Batang Toru, Kecamatan Marancar, Kecamatan Muara Batang Toru, Kecamatan Saipar Dolok Hole, Kecamatan Sayur Matinggi, Kecamatan Sipirok dan Kecamatan Tano Tombangan Angkola.



Gambar 3.3 Daerah Irigasi Paya Sordang

### 3.1.3 Kondisi Klimatologi

Suhu rata-rata bulanan di Kabupaten Tapanuli Selatan berkisar antara 25,0°C – 26,6°C, suhu udara tertinggi mencapai 30,0°C - 31,0°C. Kelembaban udara berkisar dari 84% hingga 89%.

## 3.2 Data Teknis di Lapangan

### 3.2.1 Jaringan Irigasi Paya Sordang

Jaringan Irigasi pada Daerah Irigasi Paya Sordang terdiri atas :

## 1. Saluran Induk Paya Sordang

Sumber Daerah Irigasi Paya Sordang ini berasal dari Sungai Batang Angkola Kabupaten Tapanuli Selatan. Air di mulai dari bangunan intake mengalir ke saluran primer, sekunder, tersier, kuarter sampai ke petak-petak sawah.

## 2. Saluran Sekunder

Saluran Sekunder Paya Sordang terbagi 5 (lima) buah saluran, besarnya debit aliran, panjang saluran dan luas areal yang diairi tiap-tiap saluran tersebut berbeda-beda.

Adapun lima saluran tersebut adalah sebagai berikut :

### a. Saluran Sekunder Purba Tua

- Bangunan : 11 unit
- Luas areal : 398 ha
- Debit aliran : 7,021 l/det
- Panjang saluran : 870 meter

### b. Saluran Sekunder Tahalak Rahuning

- Bangunan : 12 unit
- Luas areal : 536 ha
- Debit aliran : 1.844 l/det
- Panjang saluran : 710 Meter

### c. Saluran Sekunder Soropan

- Bangunan : 5 Unit



- Luas areal : 196 Ha
- Debit aliran : 1.425 l/det
- Panjang saluran : 231 Meter

d. Saluran Sekunder Paya Sordang

- Bangunan : 11 unit
- Luas areal : 236 ha
- Debit aliran : 1.170 l/det
- Panjang saluran : 211 meter

e. Saluran Sekunder Pintu Padang

- Bangunan : 5 unit
- Luas areal : 191 ha
- Debit aliran : 847 l/det
- Panjang saluran : 231 meter

3. Saluran tersier

Jaringan irigasi utama berakhir di bangunan sadap tersier, dari bangunan sadap tersier ke hulu. Air mengalir ke petak-petak tersier melalui bangunan sadap tersier di petak ini terdapat beberapa kelompok bangunan kecil yaitu boks bagi tersier, boks bagi kuarter, gorong-gorong, sipon dan flume. Boks-boks ini air dialirkan ke saluran-saluran terkecil yang terdapat di seluruh jaringan yaitu saluran kuarter.

### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari buku, laporan proyek, jurnal atau literatur lain yang berhubungan dengan judul yang dibahas dan mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk referensi.

#### **a. Data Primer**

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengukuran *Inflow – Outflow* untuk setiap saluran pengamatan . Hal ini dapat dilakukan dengan mengukur debit *inflow* pada pangkal saluran dan debit *outflow* pada ujung saluran dengan menggunakan current meter dan persamaan Manning.

#### **b. Data Sekunder**

Kegiatan yang akan dilakukan dalam tahap pengambilan data sekunder adalah pengumpulan semua data yang akan digunakan dalam analisis data dari berbagai instansi di Kabupaten Tapanuli Selatan.

### **3.4 Metode Analisis dan Pengolahan Data**

#### **3.4.1 Analisis Hidrologi**

Maksud dan tujuan dari analisis hidrologi adalah untuk menyajikan data-data dalam analisis hidrologi.

#### **3.4.2 Mengukur Debit Aliran**

Debit aliran dihitung menggunakan rumus :

$$Q = V \times A \quad (3.1)$$

Dengan demikian dalam pengukuran tersebut disamping harus mengukur kecepatan aliran, diukur pula luas penampangnya

Untuk mengukur kecepatan aliran menggunakan persamaan Manning :



$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad (3.2)$$

di mana

V = kecepatan aliran

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolik

I = kemiringan dasar saluran.

### 3.4.3 Analisis Tingkat Efisiensi dan Efektifitas

Efisiensi irigasi adalah angka perbandingan dari jumlah air irigasi nyata yang terpakai untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman dengan jumlah air yang keluar dari pintu pengambilan (*intake*). Efisiensi irigasi terdiri atas efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder yaitu dari bangunan pembagi sampai petak sawah. Efisiensi Irigasi didasarkan asumsi sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik di saluran maupun di petak sawah. Kehilangan air yang diperhitungkan untuk operasi irigasi meliputi kehilangan air di tingkat tersier, sekunder dan primer. Besarnya masing-masing kehilangan air tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran, luas permukaan saluran, keliling basah saluran dan kedudukan air tanah.

Besarnya nilai efisiensi irigasi ini dipengaruhi oleh jumlah air yang hilang selama di perjalanan. Efisiensi kehilangan air pada saluran primer, sekunder dan tersier berbeda-beda pada daerah irigasi. Besarnya kehilangan air di tingkat saluran primer 80%, sekunder 90% dan tersier 90%. Sehingga efisiensi irigasi total = 90% x 90% x 80% = 65 %.

Rumus Efisiensi dinyatakan :

a. Efisiensi saluran

$$EC = \frac{\text{debit inflow} - \text{debit outflow}}{\text{debit inflow}} \times 100 \% \quad (3.3)$$

*Sumber : KP – 01 Perencanaan Jaringan Irigasi*

b. Tingkat efektivitas akan diukur dari Indek Luas Areal (IA), dengan rumusan berikut :

$$IA = \frac{\text{Luas Area Terairi}}{\text{Luas Rancangan}} \times 100 \% \quad (3.4)$$

*Sumber : KP – 01 Perencanaan Jaringan Irigasi*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Hasil penelitian efisiensi pada saluran sekunder Paya Sordang (sebagai sampel adalah saluran BPS.12 s/d BPS.13, BPS.14 s/d BPS.15, BPS.16 s/d BPS.17 dan BPS.18 s/d BPS.19) adalah sebagai berikut :
  - a. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan (Tabel 4.8), efisiensi saluran sekunder Paya Sordang sebesar 89,20%. Kehilangan air disepanjang saluran sebesar 0,80% dari efisiensi pada kondisi normal untuk saluran sekunder (90%).
  - b. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan Manning (Tabel 4.9), efisiensi saluran sekunder Paya Sordang sebesar 89,09%. Kehilangan air disepanjang saluran sebesar 0,91% dari efisiensi pada kondisi normal untuk saluran sekunder sebesar (90%).
2. Dari hasil perhitungan tingkat efektifitas saluran sebesar 98,23%, yang berarti bahwa saluran sekunder irigasi Paya Sordang masih dalam keadaan baik.

#### **5.2 Saran**

1. Pemeliharaan Bendung dan Saluran pada Daerah Irigasi Paya Sordang hendaknya dilakukan secara rutin dan berkala oleh Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah.

2. Para petani hendaknya ikut berperan aktif membantu dan bekerjasama dengan Pemerintah untuk menjaga dan membersihkan saluran irigasi.
3. Pemerintah melakukan pembinaan kepada Kelompok Tani (Perkumpulan Petani) dalam hal penggunaan air irigasi secara efektif dan efisien.



## DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja. M., 1988 : *Mekanika Tanah*. Erlangga, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, Sub Direktorat Jenderal Pengairan, KP – 01. 1986, *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Sub Direktorat Jenderal Pengairan, KP – 02. 1986, *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Sub Direktorat Jenderal Pengairan, KP – 04. 1986, *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Nugroho Hadisusanto, Dipl.H, Dr, Ir, Drs. 2010. *Aplikasi Hidrologi*, Penerbit Jogja Mediautama Cetakan I, Malang.
- Ray K. Linsley, Jr, Max A. Kohler dan Paulhus, J.L.H, 1989. *Hidrologi Untuk Insinyur*, Edisi Ketiga Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sidharta, SK. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Gunadarma. Jakarta.
- Siregar, Mustapa Alihasmi, 2013 : *Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Ujung Gurap Untuk Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Pengolahan Air Irigasi*, Universitas Sumatera Utara.
- Ramadhan, Fahrol, 2013 : *Evaluasi Kinerja Saluran Jaringan Irigasi Jeuram Kabupaten Nagan Raya*, Universitas Sumatera Utara.
- Sosrodarsono, Suyono. 1987. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan* Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.

## **FOTO DOKUMENTASI**

- Bendung Paya Sordang Kabupaten Tapanuli Selatan  
Luas Areal 4.350 Ha



- Saluran Primer Bendung Paya Sordang





- Saluran Primer Bendung Paya Sordang



- Saluran Sekunder Paya Sordang Bendung Paya Sordang





- Saluran Sekunder Tahalak Rahuning Bendung Paya Sordang



- Saluran Sekunder Paya Sordang Bendung Paya Sordang





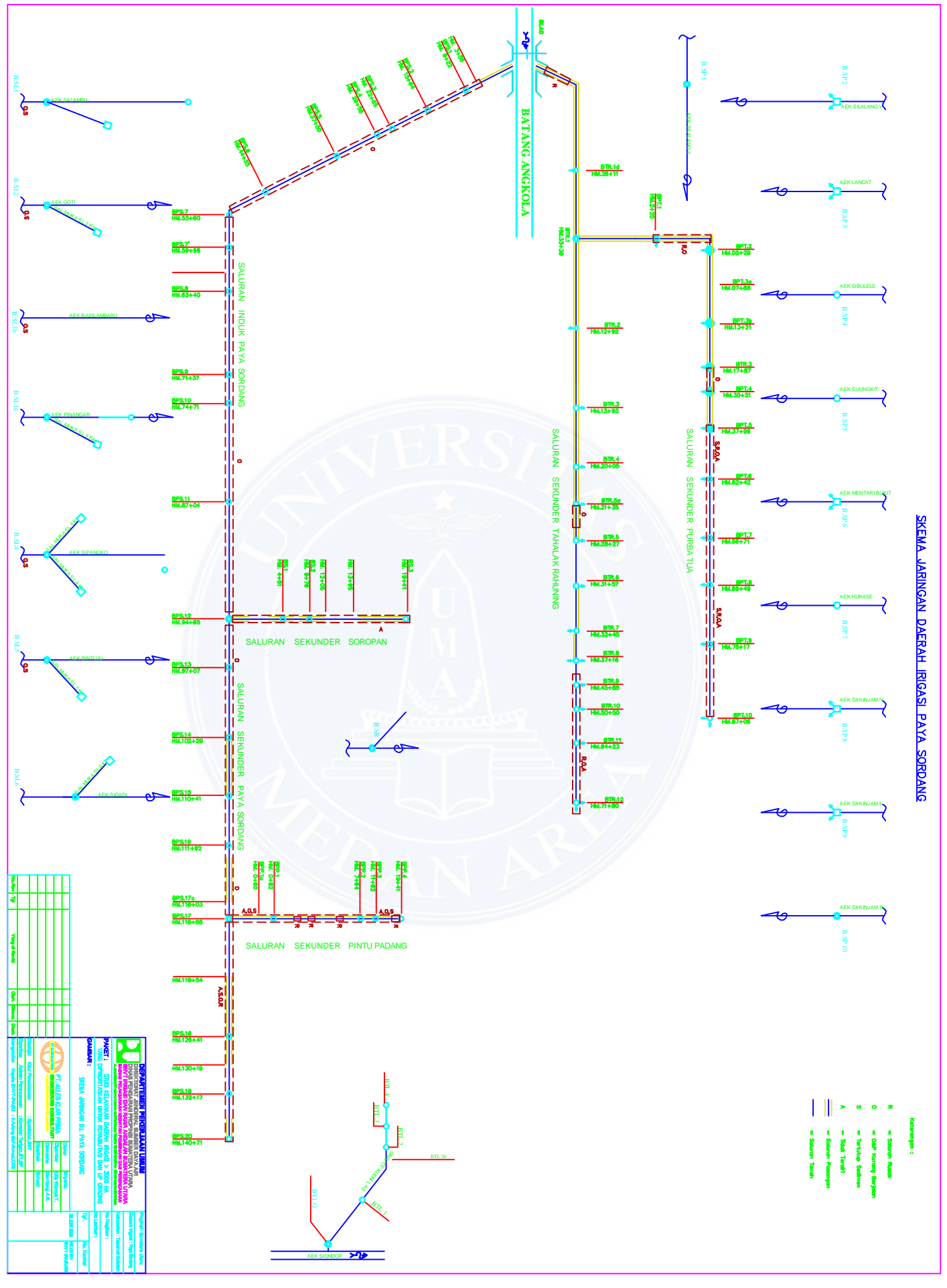
- Saluran Sekunder Soropan Bendung Paya Sordang



- Saluran Sekunder Pintu Padang Bendung Paya Sordang



SKEMA JARINGAN DAERAH IRIGASI PAYA SORDANG



- Keterangan :
- R = Saluran Rindak
  - O = Oer/Keting Berjalan
  - S = Turun/Up Saluran
  - A = Tidal/Tendel
  - = Saluran Persempitan
  - = Saluran Terah

