

Analisis Perencanaan Saluran Irigasi Gunung Tinggi Langkat

Rika Oktaviani ¹⁾, Hermansyah ²⁾

E-Mail : rikaoktaviani313@gmail.com ¹⁾; hermansyah6880@gmail.com ²⁾

^{1,2)} Departemen Teknik Sipil, Universitas Medan Area
Jalan Kolam Nomor 1, Medan, 20223, Indonesia

Koresponden naskah : rikaoktaviani313@gmail.com

ABSTRACT

Irrigation is the business of preparing and managing and taking water for agriculture. The main objective of this study is to plan Gunung Tinggi Irrigation Channels which have an area of 126.5 Ha (Baku) consisting of 68.5 Ha of Functional and the remaining Potential of 58 Ha. The Gunung Tinggi Irrigation Network has several Primary and Secondary Channels with their respective lengths. The primary channel is 0.65 km long, the SK-1 secondary channel is 1.10 km long, the SK-2 secondary channel is 1.25 km long, the SK-3 secondary channel is 1.65 km long. The Gunung Tinggi Irrigation Area is supplied with water from the Intake Weir from Sei Temuyuk, Gunung Tinggi Village. The temuyuk route with a length of 4.65 km starts at Gunung Tinggi Village and ends at Sei Bekulap in Aman Damai Village, Kec. Shingle. The method used in planning this discharge is the Strickler Method. The initial step in writing this thesis is the Rainfall Hydrology Analysis from the Kuala, Tanjung Langkat, and Serapit rainfall stations with total data for 2012-2021. To determine irrigation planning is influenced by the magnitude of the need for water irrigation to determine the discharge that will be in the canals. From the results of the analysis with several alternative cropping patterns that had been planned, it was found that the water requirement in the fields (NFR) was 1.17 l/sec/ha and the irrigation water requirement (DR) was 1.80 lt/sec/ha which occurred in the middle of the month, and obtained the dimensions of the primary and secondary canals with a trapezoidal shape in the Gunung Tinggi Irrigation Area respectively for the width of the canal base (b) 1.98 m and 0.81 m, the water depth in the canal (h) is 0.210 m and 0.070 m with a height guard 0.20 m.

Keywords: Irrigation, Rainfall, Primary Canal, Secondary Canal.

ABSTRAK

Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pengambilan air untuk pertanian. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk merencanakan Saluran Irigasi Gunung Tinggi memiliki Luas 126,5 Ha (Baku) terdiri dari Fungsional 68,5 Ha dan sisanya Potensial 58 Ha. Jaringan Irigasi Gunung Tinggi memiliki beberapa Saluran Primer dan Sekunder dengan Panjang tersendiri. Saluran Primer sepanjang 0,65 Km, Saluran Sekunder SK-1 sepanjang 1,10 Km, Saluran Sekunder SK-2 sepanjang 1,25 Km, Saluran Sekunder SK-3 sepanjang 1,65 Km. Daerah Irigasi ini disuplai air dari Bendung Intake yang bersumber dari Sei Temuyuk Desa Gunung Tinggi dengan Panjang Saluran 4,65 Km berhulu di Desa Gunung Tinggi dan berhilir di Sei Bekulap di Desa Aman Damai Kec. Sirapit. Metode yang digunakan dalam perencanaan debit ini adalah Metode Strickler. Langkah awal dalam penulisan skripsi ini adalah Analisis Hidrologi Curah Hujan dari stasiun curah hujan Kuala, Tanjung Langkat, dan Serapit dengan jumlah data tahun 2012-2021. Untuk menentukan perencanaan saluran irigasi dipengaruhi oleh besarnya kebutuhan air irigasi untuk mengetahui debit yang akan di aliri saluran. Dari hasil analisa dengan beberapa alternatif awal pola tanam yang sudah direncanakan diperoleh kebutuhan air disawah(NFR) sebesar 1,17 lt/det/ha dan kebutuhan air irigasi (DR) sebesar 1,80 lt/det/ha yang terjadi pada pertengahan bulan, dan didapat dimensi saluran primer dan sekunder dengan bentuk trapesium pada Daerah Irigasi Gunung Tinggi berturut-turut adalah untuk lebar dasar saluran (b) 1,98 m dan 0,81 m, kedalaman air di saluran (h) 0,210 m dan 0,070 m dengan tinggi jagaan 0,20 m.

Kata Kunci : Irigasi, Curah Hujan, Saluran Primer, Saluran Sekunder

1. PENDAHULUAN

Pembangunan ekonomi suatu negara tak terlepas dari peran sektor konstruksi yang menjadi tulang punggung pembangunan infrastruktur. Proyek pembangunan, seperti pembangunan gedung, jalan,

perumahan, dan fasilitas umum lainnya, memiliki dampak signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi serta peningkatan kualitas hidup masyarakat. Namun, proyek-proyek tersebut juga seringkali dihadapkan pada berbagai tantangan, salah satunya adalah

masalah produktivitas pekerja yang sering didengar diberita atau di koran. Produktivitas pekerja dalam konteks proyek pembangunan menjadi elemen penting dalam menentukan efisiensi dan keberhasilan suatu proyek. Produktivitas yang tinggi memungkinkan penyelesaian proyek dengan waktu lebih singkat, penggunaan sumber daya yang lebih efisien, serta hasil akhir yang lebih baik. Namun, dalam praktiknya, produktivitas pekerja pada proyek pembangunan seringkali dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang kompleks. Daerah pertanian di Kabupaten Langkat sudah berupa hamparan sawah yang luas sehingga kondisi ketersediaan air sawah sangat terbatas, hanya satu kali panen, itupun mengandalkan air hujan. Oleh sebab itu kebutuhan air semakin besar, baik secara kuantitatif dan kualitatif. Pemenuhan kebutuhan air irigasi di kabupaeten Langkat masih kurang, sehingga upaya perbaikan prasarana dan sarana irigasi menjadi sangat penting untuk terus dilakukan untuk menjamin efisiensi penggunaan sumber air.

Peran sumber daya manusia sangatlah penting dalam pelaksanaan proyek konstruksi, maka penting untuk memilih sumber daya manusia yang tepat guna meningkatkan kesuksesan proyek konstruksi. Meskipun pekerjaan mungkin terlihat kecil, namun jika tidak didukung oleh sumber daya manusia yang berkualitas dan efektif, hasil pekerjaan tidak akan sesuai dengan harapan. Bahkan, ketidaktepatan dalam penggunaan sumber daya manusia dapat menyebabkan kerugian pada seluruh tahapan proyek konstruksi. Dalam upaya menganalisis produktivitas pekerja, peneliti perlu mempertimbangkan berbagai faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja serta faktor mana yang paling berpengaruh terhadap produktivitas pekerja pada proyek pembangunan Brastagi Supermarket. Agar dapat menyalurkan air melalui saluran primer dalam jumlah yang cukup dan tidak terjadi kehilangan air yang besar pada saluran atau untuk mendapatkan efisiensi penyaluran air lebih tinggi, maka perlu dilakukan perancangan saluran irigasi primer yang baik pada lapisan saluran tanah. Untuk memperoleh efisiensi yang tinggi maka hal yang perlu diperhatikan yaitu debit yang tersedia dari saluran utama, kebutuhan air sawah, ukuran saluran, kecepatan air mengalir dan luas petak primer di Desa Gunung Tinggi yang akan diairi.

2. TINJAUAN PUSAKA

Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan dan kejadian yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu dan membuahkan hasil dalam jangka tertentu dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia.. Pembangunan jaringan irigasi adalah seluruh kegiatan penyediaan jaringan irigasi di wilayah tertentu yang belum ada jaringan irigasinya.

Peningkatan jaringan irigasi adalah kegiatan meningkatkan fungsi dan kondisi jaringan irigasi yang sudah ada atau kegiatan menambah luas areal

pelayanan pada jaringan irigasi yang sudah ada dengan mempertimbangkan perubahan kondisi lingkungan daerah irigasi. Jaringan irigasi terdiri dari petak- petak tersier, sekunder dan primer yang berlainan antara saluran pembawa dan saluran pembuang terdapat juga bangunan utama, bangunan pelengkap, yang dilengkapi keterangan nama luas dan debit. Sebelum diambil keputusan, terlebih dahulu dicek apakah daerah ini tidak mungkin diairi selamanya atau hanya untuk sementara saja..

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Perencanaan Saluran Irigasi di Desa Gunung Tinggi, Kecamatan Sirapit, Kab. Langkat tepatnya pada koordinat 3° 33'37" N dan 98°21'12"E. Daerah ini dapat ditempuh dengan kendaraan roda empat ± 2 Jam dengan jarak tempuh 42 Km dari Kota Stabat ibukota Kab. Langkat

Daerah Irigasi Gunung Tinggi disuplai air dari Bendung Intake yang bersumber dari Sei Temuyuk Desa Gunung Tinggi. Sei temuyuk dengan Panjang 4,65 Km berhulu di Desa Gunung Tinggi dan berhilir di Sei Bekulap di Desa Aman Damai Kec. Sirapit.

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri atas data primer yang merupakan data yang diperoleh langsung dari pengamatan lapangan, baik berupa survey dan pengukuran, serta dokumentasi, penggambaran maupun informasi langsung dari masyarakat, baik melalui kuesioner, wawancara, pengamatan lapangan dan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari sumber lain yang telah ada seperti buku, jurnal, situs atau dokumen pemerintah.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

(Perhitungan Dimensi Saluran Dengan Metode Strickler)

a. Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran dilakukan dengan menganggap bahwa aliran tetap untuk itu ditetapkan rumus rumus Stricler (KP-03):

$$V = K \times R_3^2 \times I_2^3$$

$$R = A/P$$

$$A = (b + mh)h$$

$$P = b + (2h.m^2 + 1)$$

$$Q = V \times A \text{ (m}^3\text{)}$$

$$b = n \times h \text{ (m)}$$

Dimana :

$$V = \text{kecepatan aliran (m/detik)}$$

$$R = \text{jari - jari hidrolis (m)}$$

$$Q = \text{debit saluran (m}^3\text{/detik)}$$

$$A = \text{potongan melintang aliran (m}^2\text{)}$$

$$P = \text{keliling basah (m)}$$

$$b = \text{lebar dasar (m)}$$

$$h = \text{tinggi air (m)}$$

$$I = \text{kemiringan saluran (m)}$$

K = koefisien kekasaran stricler (m^{1/3}/dtk)

b. Debit Saluran

Debit rencana sebuah saluran di hitung dengan rumus :

$$Q = (A \times NFR)/e$$

Dimana:

- Q : debit rencana (m³/dt)
- NFR : kebutuhan air sawah, (m³/dt.ha)
- A : Luas daerah irigasi,(ha)
- e : efesiensi irigasi, 0,8 untuk saluran tersier dan 0,9 untuk saluran primer dan sekunder.

Analisa Kebutuhan Air irigasi adalah banyaknya air yang dibutuhkan oleh suatu jenis tanaman untuk dapat tumbuh dengan baik selama masa hidupnya. Besar kebutuhan ini sangat tergantung dari jenis dan masa pertumbuhan tanaman. Secara umum besar kebutuhan air tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut (*Standar Perencanaan Irigasi – Kriteria Perencanaan*)

Kebutuhan air di sawah untuk padi :

$$NFR = ET_c + P + WLR - R_e$$

- Kebutuhan air pengambilan / di sumber :

$$DR = \frac{NFR}{e}$$

Dimana :

- ET_c : penggunaan konsumtif (evapotranspirasi)
- P : perkolasi
- WL : penggantian lapisan air
- R_e : Curah hujan efektif
- e : efisiensi irigasi keseluruhan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan umumnya menentukan kebutuhan maksimum air irigasi pada suatu proyek irigasi. Untuk tanah bertekstur berat tanpa retak-retak, kebutuhan air untuk penyiapan lahan diambil 200 mm. Ini termasuk untuk penjemuran dan pengolahan tanah. Pada permulaan transplantasi selesai, lapisan air disawah akan ditambah 50 mm. Secara keseluruhan, ini berarti bahwa lapisan air yang diperlukan menjadi 250 mm untuk penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai. Bila lahan telah dibiarkan bera selama jangka waktu yang cukup lama (lebih dari 2,5 bulan), maka lapisan air yang diperlukan diambil 300 mm termasuk 50 mm untuk penggenangan setelah transplantasi.

Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan. Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metoda yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1968). Metoda ini didasarkan pada laju air konstan dalam l/dt. selama periode penyiapan lahan dan menggunakan rumus berikut :

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{(e^k - 1)}$$

$$k = MT / S.$$

dimana :

IR = kebutuhan air pengerjaan lahan di tingkat persawahan, mm/hari.

M =kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang sudah dijenuhkan,

$$M = E_o + P, \text{ mm/hari.}$$

E_o=evaporasi air terbuka yang diambil 1,1

E_T selama penyiapan lahan, mm/hari

P = perkolasi jangka waktu penyiapan lahan.

S = kebutuhan air untuk penjemuran ditambah dengan lapisan air 50 mm yakni 200 + 50 = 250 mm seperti yang sudah diterangkan di atas.

c. Banjir Rencana

1. Penentuan Luas DTA (Daerah Tangkapan Air)

Dalam penentuan batas dan luas daerah tangkapan air / catchment area, digunakan data yang diperoleh dari Peta Google Earth, sebagaimana yang disajikan pada Catchman Area dari DAS Sei Bekulap dan Sei Temuyuk disajikan dalam table di bawah ini

2. Perhitungan Curah Hujan Areal

Dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan pada areal yang bersangkutan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 10 tahun, dari Januari 2012 hingga Desember 2021 di 3 stasiun hujan yang berdekatan dengan lokasi Irigasi. Tiga stasiun hujan disajikan pada Tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Tabel Luas Catchman Area

No.	DAS	Luas
1	Sei Bekulap	83,80 Km ²
2	Sei Temuyuk	3,88 Km ²

Tabel 4.2 Tabel stasiun curah hujan

No	Nama Stasiun	N	E
1	Kuala	3,534705°	98,383878°
2	Tanjung Langkat	3,479086°	98,299660°
3	Serapit	3,574063°	98,331794°

3. PERHITUNGAN CURAH HUJAN EFEKTIF

(R80)

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

$$P = \frac{9}{10+1} \times 100\%$$

$$= 81,82 \%$$

Dimana :

m = nomor urut data dari besar kecil.

n = jumlah tahun data hujan

Contoh perhitungan curah hujan efektif untuk padi:

$$\begin{aligned} \text{Re padi} &= (70\% \times \text{R80}) / \text{jumlah hari} \\ &= 70\% \times 270,7 / 31 \\ &= 6,11 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan curah hujan efektif untuk palawija:

$$\begin{aligned} \text{Re padi} &= (50\% \times \text{R80}) / \text{jumlah hari} \\ &= 50\% \times 270,7 / 31 \\ &= 4,37 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Debit Andalan

Dari perhitungan terlampir diperoleh Debit Andalan sebesar 1,72 m³/det dan selanjutnya disajikan dalam Flow Duration Curve

- Debit Andalan sebesar 1,72 m³/det
- Debit min = 1,63 m³/det dan max = 2,28 m³/det

5. Kebutuhan Air

Berdasarkan hitungan Kefisien Tanaman diperoleh Koefisien Curah Hujan Efektif Padi dan Curah Hujan Efektif Palawija (terlampir) diperoleh nilai NFR = 1,17 Ltr/det. Sehingga diperoleh kebutuhan air sebagai berikut :

$$\text{DI Namu Mbelin} = 0,20 \text{ m}^3/\text{det.}$$

$$\text{DI Gunung Tinggi} = 0,23 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Contoh perhitungan analisa kebutuhan air irigasi pada bulan Januari:

$$\text{Eto} = 2,80 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Eo} = 1,1 \times \text{Eto}$$

$$= 1,1 \times 2,80$$

$$= 3,08 \text{ mm/hari}$$

$$\text{P} = 2,0$$

$$\text{M} = \text{Eo} + \text{P}$$

$$= 3,08 + 2,0$$

$$= 5,08 \text{ mm/hari}$$

$$\text{K} = \text{M} \times \text{T/S} \text{ dengan}$$

$$t = 45 \text{ hari } s = 250 = 5,08 \times$$

$$45/250$$

$$= 0,914 \text{ mm}$$

$$\text{IR} = \text{M ek} / (\text{ek} - 1)$$

$$\text{dengan } t = 45 \text{ hari } s = 250$$

$$= 5,08 \text{ e}0,914 / (\text{e}0,914 - 1)$$

$$= 8,479 \text{ mm}$$

6. Perencanaan dan Perhitungan Dimensi Saluran

Dari perencanaan jaringan irigasi, luas areal irigasi yang akan diairi oleh saluran primer adalah:

Rumus debit menurut Strickler:

$$Q = V \times A$$

dimana

$$V = k$$

$$R^{2/3} / I^{1/2}$$

$$R = A / P$$

$$A = (b + mh) \times h$$

$$P = b + 2h\sqrt{1+m^2}$$

Dimana:

Q = debit rencana, m³/dt

V = kecepatan pengaliran, m/s

k = koefisien kekasaran Strickler

I = kemiringan dasar saluran (rencana)

m = kemiringan talud

n = b/h

b = lebar dasar saluran, m

h = tinggi air, m

- Perhitungan Dimensi Saluran Primer

Contoh perhitungan dimensi Saluran Primer Gunung Tinggi

$$h = 0,210 \text{ (coba-coba)}$$

$$b = 1,98$$

$$m = 0,13 \text{ (Tabel)}$$

$$A = 64 \text{ (Baku)}$$

Perhitungan dimensi h dilakukan

dengan cara coba-coba, hingga mendapatkan debit aliran yang mendekati atau sama dengan debit yang masuk ke saluran primer.

Debit Rencana Saluran

$$Q_d = \text{NFR} \times A : e$$

$$Q_d = 1,17 \times 64,8 : 0,72 = 1000$$

$$Q_d = 0,105 \text{ m}^3/\text{det}$$

Luas Penampang

$$A = (b + m \times h) \times h$$

$$A = (1,98 + 0,13 \times 0,210) \times 0,210$$

$$= 0,42 \text{ m}^2$$

Keliling Basah

$$P = b + 2h\sqrt{1+m^2}$$

$$P = 1,98 + 2 \times 0,210 \sqrt{1 + 0,13^2}$$

$$P = 2,37 \text{ m}$$

Radius Hidrolis

$$R = A / P$$

$$R = 0,42 / 2,40$$

$$R = 0,18 \text{ m}$$

Kecepatan Aliran

$$V = k \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$V = 40 \times 0,18^{2/3} \times 0,0004^{1/2}$$

$$V = 0,251 \text{ m/det}$$

Debit Aliran

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,251 \times 0,42$$

$$Q = 0,106 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Perhitungan Dimensi Saluran Sekunder
Contoh perhitungan dimensi saluran psekunder 1

$$h = 0,070 \text{ (coba-coba)}$$

$$b = 0,81 \text{ m}$$

$$m = 0,41 \text{ (Tabel)}$$

$$A = 14,4 \text{ (Baku dan Fungsional)}$$

$$\text{NFR} = 1,17$$

Perhitungan dimensi h dilakukan dengan cara coba-coba, hingga mendapatkan debit aliran yang mendekati atau sama dengan debit yang masuk ke saluran sekunder.

Debit Rencana Saluran

$$Q_d = \text{NFR} \times A : e$$

$$Q_d = 1,17 \times 14,4 : 0,72 : 1000$$

$$Q_d = 0,023 \text{ m}^3/\text{det}$$

Luas Penampang

$$A = (b + m \times h) \times h$$

$$A = (0,8 + 0,41 \times 0,070) \times 0,070$$

$$A = 0,06 \text{ m}^2$$

Keliling Basah

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 0,81 + 2 \times 0,070 \sqrt{1 + 0,41^2} = 0,96 \text{ m}$$

Radius Hidrolis

$$R = A / P$$

$$R = 0,06 / 0,96$$

$$R = 0,06 \text{ m}$$

Kecepatan Aliran

$$V = k \times R_3^2 \times I_1^2$$

$$V = 60,00 \times 0,06^2 \times 0,0019^2$$

$$V = 0,406 \text{ m} / \text{det}$$

Debit Aliran

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,406 \times 0,06$$

$$Q = 0,024 \text{ m}^3/\text{det}$$

5. KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan saluran irigasi Desa Gunung Tinggi, Kecamatan Sirapit, Langkat, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Dari perhitungan 4 alternatif dengan pola tanam padi - padi - palawija didapat Kebutuhan bersih air di sawah (NFR) yang digunakan yaitu 1,17 lt/dt/ha dan kebutuhan air irigasi maksimal yang terkecil (DR) yang digunakan yaitu 1,80 lt/dt/ha yang terjadi pada pertengahan bulan Februari. Dimensi saluran irigasi Gunung Tinggi yang terdiri dari 1 saluran primer dan 3 saluran sekunder dihitung menggunakan rumus

debit pengambilan, perbandingan b dan h, dan rumus kecepatan Strickler sehingga untuk:

- Saluran primer didapat lebar dasar saluran (b) adalah 1,98 m, tinggi muka air dasar saluran (h) adalah 0,210 m, kemiringan talud 1,50 dan tinggi jagaan 0,20 m.
- Saluran sekunder 1 didapat lebar dasar saluran (b) adalah 0,81 m, tinggi muka air dasar saluran (h) adalah 0,070 m, kemiringan talud 1,0 dan tinggi jagaan 0,20 m.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Adi, F. D. C. dkk. 2020. *Optimalisasi Kebutuhan Air Irigasi dan Jadwal Tanam di Bendung Karet Jatimlerek Kecamatan Pladaan Kabupaten Jombang*. Yogyakarta: Teknik Sipil ITN Malang. Vol. 2. No. 2.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Air. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Jakarta: Direktorat Sumber Daya Air.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Air. 1986. *Kriteria Perencanaan Saluran KP-03*. Jakarta: Direktorat Sumber Daya Air.
- Efendi, Ahmad, dkk. 2019. *Peningkatan Intensitas Tanam Padi Melalui Pemanfaatan Debit Surplus Sungai, Penerapan Sumur Renteng, dan Sistem Giliran*. Jurnal Irigasi. Vol. 14. No 1.
- Effendy., 2012. *Disain Saluran Irigasi*. Jurnal Teknik Sipil. Vol. 7. No. 2
- Hansen, V.E. , 1992. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Penerjemah Endang P. Tachyan. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sasmita, H. A. 2022. *Perencanaan Jaringan Irigasi Nguren Kabupaten Madiun dan Analisis Intensitas Tanam*. Yogyakarta : Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Malang. Vol. 3 No. 1.
- Sudinda, T. W. 2019. *Penentuan Debit Andalan dengan Metode FJ Mock di Daerah Aliran Sungai Cisandae*. Jurnal Air Indonesia. Vol. 11 No. 1.
- Tarihoran, F., & Ir. Ginting, M., M.Se. 2017. *Evaluasi Penggunaan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Namu Sira-Kabupaten Langkat*. Universitas Sumatera Utara. Vol. 6. No. 1.,
- Udiana, I. M. dkk. 2021. *Keseimbangan Air (Water Balance) di Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote Ndao*. Jurnal Teknik Sipil. Vol. 10 No. 1.