Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
UNIVERSITAS
JANABADRA

ISSN 2599-3135

RBTS

RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL

Evaluasi Halte Mobile Trans Jogja Terhadap Potensi Naik Turun Penumpang
(Danu Fidiantoro, Risdiyanto, Nindyo Cahyo Kresnanto)

Tinjauan Validitas Persamaan Gelombang Airy Pada Model Fisik Underwater Sill
(Reja Putra Jaya, Tania Edna Bhakty, Edy Sriyono)

Faktor Utama Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung
(Sahadi)

Analisis Pola Tanam Dan Efisiensi Saluran Primer Di Daerah Irigasi Kalibawang
(Jakkon Matua Simanullang, Agatha Padma Laksitaningtyas)

Analisis Mini Moveable Tower Crane Terhadap Biaya Dan Waktu Pekerjaan Precast Façade
(Bing Santosa, Buddewi Sukindrawati, Priyantono)

Peningkatan Frekuensi Alami Struktur Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser
(Margeritha Agustina Morib)

RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL | VOL. 2 | No. 1 | Hal. | Yogyakarta April 2018 | ISSN 9 772599 313014

 ISSN 2599-3135

DEWAN EDITORIAL

Penerbit	:	Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unversitas Janabadra
Ketua Penyunting (Editor in Chief)	:	Dr. Tania Edna Bhakty, ST., MT.
Penyunting (Editor)	:	1. Dr. Suwartanti, S.T., M.Sc, Universitas Janabadra 2. Dr. Ir. Edy Sriyono, M.T., Universitas Janabadra 3. Dr. Nindyo Cahyo K, S.T., M.T., Universitas Janabadra 4. Sarju, ST., Universitas Janabadra
Alamat Redaksi	:	Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unversitas Janabadra Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57, Yogyakarta 55231 Telp./Fax: (0274) 543676 Email: tania@janabadra.ac.id Website: http://e-journal.janabadra.ac.id/
Frekuensi Terbit	:	2 kali setahun

JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL adalah media publikasi jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta yang diterbitkan secara berkala pada bulan April dan Oktober. Jurnal ini mempublikasikan hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Naskah yang masuk akan dievaluasi oleh Penyunting Ahli. Redaksi berhak melakukan perubahan pada tulisan yang layak muat demi konsistensi gaya, namun tanpa mengubah maksud isinya.

 ISSN 2599-3135

DAFTAR ISI

1. Evaluasi Halte Mobile Trans Jogja Terhadap Potensi Naik Turun Penumpang (Danu Fidiantoro, Risdiyanto, Nindyo Cahyo Kresnanto) 1-9
2. Tinjauan Validitas Persamaan Gelombang Airy Pada Model Fisik Underwater Sill (Reja Putra Jaya, Tania Edna Bhakty, Edy Sriyono) 10-13
3. Faktor Utama Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung (Sahadi) 14-18
4. Analisis Pola Tanam Dan Efisiensi Saluran Primer Di Daerah Irigasi Kalibawang (Jakkon Matua Simanullang, Agatha Padma Laksitaningtyas) 19-28
5. Analisis Mini Moveable Tower Crane Terhadap Biaya Dan Waktu Pekerjaan Precast Façade (Bing Santosa, Buddewi Sukindrawati, Priyantono) 29-43
6. Peningkatan Frekuensi Alami Struktur Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser (Margeritha Agustina Morib) 44-50

 ISSN 2599-3135

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** Volume 2, Nomor 1, Edisi April 2018. Jurnal ini menampilkan tujuh artikel di bidang Teknik Sipil.

Penerbitan **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** ini adalah bertujuan untuk menjadi salah satu wadah berbagi hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Harapan kami semoga naskah yang tersajidapat menambah pengetahuan dan wawasan di bidangnya masing-masing.

Redaksi

ANALISIS POLA TANAM DAN EFISIENSI SALURAN PRIMER DI DAERAH IRIGASI KALIBAWANG

Jakkon Matua Simanullang[1], Agatha Padma Laksitaningtyas[2]

[1]*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl.Babarsari 44 Yogyakarta*
Email: jakkonv@gmail.com

[2]*Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl.Babarsari 44 Yogyakarta*
Email: padmagatha@gmail.com

ABSTRAK

Dalam upaya melancarkan komitmen pemerintah untuk meningkatkan produktivitas untuk mewujudkan ketahanan pangan, ada banyak pertimbangan yang perlu diteliti dalam meningkatkan produktivitasnya salah satunya cara pengelolaannya, karena cara pengelolaan lahan akan sangat berpengaruh pada tingkat produktivitasnya. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola pengolahan lahan yang paling efisien untuk meningkatkan produktivitasnya penelitian ini dilakukan Di Daerah Irigasi Kalibawang. Analisa pola pengolahan lahan memerlukan data sekunder dan data primer, Data sekunder yang dikumpulkan adalah pola tanam, data hujan, debit saluran Intake kalibawang, luas area irigasi yang didapat dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Kulon Progo, debit Sungai Progo, dan data klimatologi didapat dari BBWS Serayu Opak. Data primer yang dikumpulkan adalah debit saluran, efisiensi saluran, evapotranspirasi tanaman yang dihitung secara manual dengan Metode FAO Penman-Monteith dan dengan aplikasi *cropwat*, kebutuhan air tanaman. Perhitungan efisiensi saluran menggunakan data potongan memanjang dan melintang saluran dengan menghitung debit dititik awal dan debit di titik akhir kemudian membandingkan debitnya. Hasil penelitian di daerah irigasi kalibawang diperoleh nilai efisiensi saluran primer sebesar 94% dan setelah menganalisis kebutuhan air tanaman sesuai dengan ketersediaan air didapatkan pola pengolahan lahan yang paling efisien yaitu pola 11 dimana masa tanam 1 dilakukan pada Bulan November, masa tanam 2 Bulan Maret dan masa tanam 3 dimulai bulan Juli.

Kata kunci: efisiensi, curah hujan, kebutuhan air, ketersediaan air,*cropwat* irigasi

1. PENDAHULUAN

Pendahuluan

Pertanian adalah suatu kegiatan manusia dalam mengelola sumber daya alam yang ada di sekitarnya dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan pangan. Menurut Mosher (1966), Pertanian adalah suatu bentuk produksi yang khas, yang didasarkan pada proses pertumbuhan tanaman dan hewan dalam satu usaha tani, dimana kegiatan produksi merupakan bisnis, sehingga pengeluaran dan pendapatan sangat penting artinya.

Air adalah kebutuhan pokok semua mahluk hidup. Baik bagi manusia tumbuhan dan hewan. Sehingga dalam suatu kegiatan pertanian Ketersediaan air menjadi faktor yang menentukan kuantitas dan kualitas tanaman. Dalam Upaya untuk mencukupi kebutuhan air terkhusus lahan pertanian perlu dilakukan pengelolaan dalam kegiatan pengairan salah satunya adalah irigasi. Menurut Peraturan Pemerintah No 20 tahun 2006 irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak

Fungsi irigasi Berdasarkan PP nomor 20 tahun 2006 adalah " (1 Irigasi berfungsi mendukung produktivitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani, yang diwujudkan melalui keberlanjutan sistem irigasi. (2 Keberlanjutan sistem irigasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi."

Kebutuhan air pada tumbuhan banyak dipengaruhi beberapa faktor antara lain pola tanam, penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air, curah hujan efektif. Selama air dalam perjalanan terdapat banyak kehilangan air yang terjadi baik kehilangan berdasarkan eksploitasi, kerusakan pada saluran, rembesan, jenis saluran, dll. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan evaluasi dalam menentukan efisiensi saluran dalam menyalurkan air. Sehingga kita dapat menentukan kebutuhan air optimum pada tiap tiap daerah irigasi dan mengkaji pola tanam yang paling cocok berdasarkan ketersediaan air.

Rumusan masalah

Beberapa permasalahan yang akan di kaji dalam penelitian ini adalah:

1. analisis pola tanam dan kebutuhan air berdasarkan pola tanam
2. efisiensi jaringan irigasi dalam penyaluran air saluran Primer
3. evaluasi pola tanam yang akan lebih bagus

Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Lokasi penelitian berada di daerah irigasi kalibawang
2. Curah hujan dihitung menggunakan data hujan 10 tahun terakhir
3. Data curah hujan menggunakan data Stasiun hujan Singkung, Gejagan, Brosot, Beji, Gembongan
4. Luas daerah irigasi berdasarkan data dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Kulon Progo
5. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan Metode Penman dan aplikasi *Cropwat*
6. Perhitungan efisiensi irigasi hanya di saluran primer

Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis pola tanam sesuai dengan kebutuhan air paling efisien dan ketersediaan air
2. Untuk menganalisis efisiensi penyaluran saluran primer air pada saluran irigasi
3. Untuk menetukan pola tanam terbaik pada daerah tersebut

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui kebutuhan air di Daerah irigasi
2. Untuk mengetahui efisiensi penyaluran air pada saluran irigasi
3. Sebagai tambahan pengetahuan bagi masyarakat

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Irigasi

Menurut peraturan pemerintah No. 23/1998 tentang irigasi, bahwa Irigasi ialah usaha untuk penyedian dan pengaturan air untuk menunjang pertanian. Menurut PP No. 22/1998 irigasi juga termasuk dalam pengertian Drainase yaitu : mengatur air terlebih dari media tumbuh tanaman atau petak agar tidak mengganggu pertumbuhan maupun produksi tanaman

Efisiensi irigasi

Efisiensi irigasi menunjukkan angka daya guna pemakaian air yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang digunakan dengan jumlah air yang diberikan yang dinyatakan dalam persen (%). Efiesiensi diperlukan karena adanya pengaruh kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi, perkolasi, infiltrasi, kebocoran dan rembesan. Perkiraan efisiensi irigasi ditetapkan sebagai berikut (KP-01, 1986: 10) : (1) jaringan tersier = 80 % ; (2) jaringan sekunder = 90 %; dan (3) jaringan primer = 90 %. Sedangkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan adalah 80 % x 90 % x 90 % = 65 %.

Software Cropwat version 8.0

CROPWAT adalah *decision support system* yang dikembangkan oleh Divisi *Land and Water Development* FAO berdasarkan metode Penman- Monteith, untuk merencanakan dan mengatur irigasi. *CROPWAT* dimaksudkan sebagai alat yang praktis untuk menghitung laju evapotranspirasi standar, kebutuhan air tanaman dan pengaturan irigasi tanaman (Marica, 2000). Perhitungan menggunakan *Software Cropwat* ini hanya untuk keperluan menghitung nilai evapotranspirasi saja.

Evapotranspirasi metode FAO penman-monteith

Analisis mengenai evaporasi diperlukan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi tanaman yang kelak akan dipakai untuk menghitung kebutuhan air irigasi dan kalau perlu untuk studi neraca air didaerah aliran sungai. Perhitungan evapotrasnpirasi menggunakan metode FAO Penman-Monteit

$$ET_O = \frac{0{,}408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_S - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0{,}34u^2)}$$

……...(2-20)

Dimana :

ET_O = Evapotranspirasi potensial [mm day^{-1}]
Rn = radiasi netto pada permukaan tanaman [MJ m^{-2} day^{-1}]
G = soil heat flux density [MJ m^{-2} day^{-1}]
T = temperatur rata-rata harian pada ketinggian 2 m [^{o}C]
u_2 = kecepatan angin pada ketinggian 2 m [m s^{-1}]
es = saturation vapour pressure [kPa]
ea = actual vapour pressure [kPa]
es-ea = saturation vapour pressure deficit [kPa]
Δ = kemiringan dari kurva tekanan uap air [kPa ^{o}C^{-1}]
γ = tetapan psikrometrik [kPa ^{o}C^{-1}]

1. Kecepatan Angin

$$U_2 = U_Z \frac{4{,}87}{\ln(67{,}8z - 5{,}42)}$$

Dimana:

u = kecepatan angin [m s^{-1}]
u_Z = kecepatan angin pada ketinggian z m di atas permukaan tanah[m s^{-1}]
z = ketinggian terukur di atas permukaan laut [m]

2. Tetapan Psikrometrik

$$\gamma = 0{,}665 \times 10^{-3} P$$

$$P = 101{,}3\left(\frac{293 - 0{,}0065Z}{293}\right)^{5{,}26}$$

$$\Delta = \frac{4098\left[0{,}6108\exp\left(\frac{17{,}27T}{T+237{,}3}\right)\right]}{(T+237{,}3)^2}$$

Dimana:

Δ = *slope of saturation vapour pressure curve* [kPa ^{O}C^{-1}]
T = temperatur udara [^{O}C]
γ = tetapan psikrometrik [kPa ^{O}C^{-1}]
P = tekanan atmosfir [kPa]
Z = ketinggian terukur di atas permukaan laut [m]

3. *Vapour Pressure*

$$e_S = \frac{e^o(T_{\min}) + e^o(T_{\min})}{2}$$

$$e_a = \frac{e^o\left(T_{\min}\frac{RH_{\max}}{100}\right) + e^o\left(T_{\max}\frac{RH_{\min}}{100}\right)}{2}$$

$$e^o = 0{,}6108\exp\left[\frac{17{,}27T}{T+237{,}3}\right]$$

e_a = actual vapour pressure [kPa]
e_S = saturation *vapour pressure* [kPa]
e^O (Tmin) = *saturation vapour pressure* pada temperatur minimum harian [kPa]
e^O(Tmax) = *saturation vapour pressure* pd temperatur maksimum harian [kPa]
RHmax = kelembaban relatif maksimum [%]
RHmin = kelembaban relatif minimum [%]
T = temperatur udara [^{O}C]

4. *Soil Flux* (G)

$G_{month,i} = 0{,}14(T_{month,i} - T_{month,i-1})$

Dimana

Tmonth,i = temperatur udara rata-rata pada bulan ke-i [^{O}C]

Tmonth,i-1 = temperatur udara rata-rata pada bulan sebelumnya [^{O}C]

5. *Net Radiation* (Rn)

$$Rn = Rns - Rnl$$

a. *Net solar or net shortwave radiation* (Rns)

$$Rns = (1-\alpha)Rs$$

$$N = \frac{24}{\pi}\omega s$$

$$\omega s = \arccos[-\tan\varphi\tan\delta]$$

$$Ra = \frac{24(60)}{\pi}G_{SC}d_r[\omega s\sin(\varphi)\sin(\delta)+\cos(\varphi)\cos(\delta)\sin(\omega s)]$$

$$dr = 1+0{,}033\cos\left(\frac{2\pi}{365}J\right)$$

$$\delta = 0{,}409\sin\left(\frac{2\pi}{365}J-1{,}39\right)$$

$$Rs = \left(as+bs\frac{n}{N}\right)Ra$$

Dimana :

Rs = *solar or shortwave radiation* [MJ m-2 day^{-1}]
N = lama sinar matahari aktual [hour]
n = *daylight hours* [hour]
n/N = lama penyinaran matahri relative
Ra = *extraterrestrial radiation* [MJ m^{-2} day^{-1}]
a_s+b_s = fraksi dari *extraterrestrial radiation* yang sampai ke bumi
pada saat cuaca cerah (n=N), rekomendasi nilai as = 0,25 bs = 0.50
Gsc = *solar constant* = 0.0820 MJ m^{-2} min^{-1}
dr = *inverse relative distance Earth-Sun*
δ = *solar declination* [rad]
φ = latitude [rad]
ωs = *sunset hour angle* [rad]

b. *Net longwave radiation* (Rnl)

$$Rnl = \sigma\left[\frac{T_{\max K}{}^4 + T_{\min K}{}^4}{2}\right]\left(0{,}34-0{,}14\sqrt{ea}\right)\left(1{,}35\frac{Rs}{Rso}-0{,}35\right)$$

$$Rso = (as+bs)Ra$$

$$Rs = \left(as+bs\frac{n}{N}\right)Ra$$

Dimana :

Rnl = *net outgoing longwave radiation* [MJ m^{-2} day^{-1}]
σ = tetapan Stefan-Boltzmann [4.903x10^{-9} MJ K^{-4} m^{-2} day^{-1}]
Tmax,K= temperatur absolut maksimum [K=^{o}C+273.16]
Tmin,K = temperatur absolut minimum [K=^{o}C+273.16]
ea = *actual vapour pressure* [kPa]
Rs/Rso = *relative shortwave radiation* (≤1.0)
Rs = *solar radiation* [MJ m^{-2} day^{-1}]
Rso = *clear-sky radiation* [MJ m^{-2} day^{-1}]

Pola tanam

Pola tanam adalah suatu jadwal tanam secara umum yang menyatakan waktu mulai tanam dan termasuk pengelolaanya selama satu periode tertentu. Jenis pola tanam menurut Wirosoedarmo (1985), jenis pola tanam suatu daerah irigasi dapat digolongkan menjadi:

1. Padi – Padi
2. Padi – Padi – Palawija
3. Padi – Palawija – Palawija

Kehilangan air

Kehilangan air secara umum dibagi dalam 2 kategori, antara lain :

1. Kehilangan akibat fisik dimana kehilangan air terjadi karena adanya rembesan air disaluran dan perkolasi di tingkat usaha tani (sawah); dan
2. Kehilangan akibat operasional terjadi karena adanya pelimpasan dan kelebihan air pembuangan pada waktu pengoperasian saluran dan pemborosan penggunaan air oleh petani.

Kehilangan air pada tiap ruas pengukuran debit masuk (*Inflow*) – debit keluar (*Outflow*) diperhitungkan sebagai selisih antara debit masuk dan debit keluar. (Tim Penelitian Water Management IPB, 1993: 1-05)

$$h_n = In - On$$

$$e = \frac{On}{In}x100\%$$

Dimana :

hn = Kehilangan air pada ruas pengukuran/bentang saluran ke n (m^3/det)
In = Debit masuk ruas pengukuran ke n (m^3/det)
On = Debit keluar ruas pengukuran ke n (m^3/det)
e = efisiensi irigasi (%)

Curah Hujan efektif

Dalam perhitungan curah hujan rata-rata, jumlah stasiun yang dipakai ada lima stasiun hujan karena daerah irigas berada di dalam kelima stasiun hujan tersebut, stasiun hujan yang dimaksud adalah stasiun hujan Singkung, Gejagan, Brosot, Beji, Gembongan. Dalam perencanaan kebutuhan air irigasi, curah hujan yang dipakai adalah curah hujan efektif, yaitu bagian hujan yang secara efektif tersedia untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Perhitungan curah hujan efektif disini didasarkan pada curah hujan tengah bulanan. Untuk irigasi padi, curah hujan efektif bulanan diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan.

$$\mathrm{Re} = 0{,}7x\frac{1}{15}R(setengahbulan)$$

1. Perbaikan data

Dalam pengukuran hujan sering dialami dua masalah. Permasalahan pertama adalah tidak mencatat data hujan karena rusaknya alat atau pengamat tidak mencatat data. Data yang hilang ini dapat di isi kembali dengan nilai perkiraan. Masalah kedua adalah karena adanya perubahan kondisi di lokasi pencatatan selama suatu periode pencatatan, seperti pemindahan atau perbaikan stasiun, perubahan prosedur pengukuran atau karena penyebab lain. Kedua masalah tersebut dapat dilakukan dengan melakukan koreksi berdasarkan data dari beberapa stasiun di sekitarnya. Data yang hilang di suatu stasiun hujan dapat diisi dengan nilai perkiraan berdasarkan data dari tigas atau lebih stasiun terdekat di sekitarnya. Berikut dua metode untuk melakukan koreksi data.

a. Metode perbandingan normal (*normal ratio method*)
   Data yang hilang diperkirakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{Px}{Nx} = \frac{1}{N}\left(\frac{P1}{N1}+\frac{P2}{N3}+\frac{P3}{N3}+\ldots\frac{Pn}{Nn}\right)$$

Keterangan:

Px = hujan yang hilang di stasiun x
P1,P2,P3,Pn = data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama
Nx = hujan tahunan di stasiun sekitar x
N = jumlah stasiun hujan disekitar x

b. *Reciprocal method*
   Cara ini lebih baik karena memperhitungkan jarak antara stasiun (Li), yaitu:

$$Px=\frac{\sum_{i=1}^{n}\frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{L_i^2}}$$

Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air selama penyiapan lahan

   NFR = ET_C + P –Re + WLR

$$IR = Me^k / (e^k - 1)$$

Dimana:

NER = satuan kebutuhan bersih air di sawah

IR = kebutuhan air untuk irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang sudah kejenuhan M = Eo + P (mm/hari)

Eo = evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 ETo selama penyiapan lahan (mm/hari)

P = perkolasi

k = MT/S

T = jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni 200 + 50 = 250 mm

2. Penggunaan konsumtif

Penggunaan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses fotosintesis dari tanaman tersebut.

ET_c = K_C x ET_O

ET_c = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

ETo = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

K_C = Koefisien tanaman

3. Perkolasi

Laju perkolasi sangat tergantung kepada sifat-sifat tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1 - 3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, lalu perkolasi bisa lebih tinggi. Perembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah. Perkolasi dan rembesan di sawah berdasarkan Direktorat Jenderal Pengairan (1986), yaitu sebesar 2 mm/hari.

4. Pergantian lapisan air

Penggantian lapisan air dilakukan sebanyak dua kali, masing-masing 50 mm selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi atau pemindahan bibit (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986). Lama pengolahan lahan sawah dilakukan kurang lebih 30-45 hari baik dengan tenaga kerbau atau traktor. Sehingga lama pengolahan lahan sawah diasumsikan selama 30 hari. Banyaknya air yang dibutuhkan oleh tanaman palawija sebesar 50-100 mm.

5. Kebutuhan air irigasi

$$DR = \frac{NFR \times A}{8{,}64 \times e}$$

Dimana :

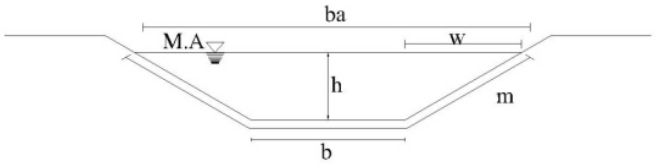
DR = Besarnya kebutuhan penyadapan ari sumber air (l/dtk/ha)

e = efisiansi irigasi,

A = luas areal irigasi (ha).

6. Rumus Aliran

Perhitungan rumus aliran diperlukan untuk menentukan debit dan nilai efisiensi pada saluran. Dalam perhitungan itu diterapkan rumu strickler yaitu:



Gambar 2.1. Penampang melintang saluran

Q = v x A

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

R = $\frac{A}{P}$

A = (b + mh)h

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

Dimana

Q = Debit saluran ,m^3/detik

V = Kecepatan aliran, m/detik

A = Potongan melintang aliran, m^3

R = Jari-jari hidrolis,m

P = Keliling basah, m

b = Lebar dasar, m

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pekerjaan persiapan

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah : pelampung, meter rool, stopwatch,tali rafiah, dan kayu.

Langkah pekerjaan :

1. Mengukur dimensi saluran irigasi
2. Menentukan titik awal, yang berfungsi sebagai titik awal untuk melepaskan pelampung
3. Menentukan titik akhir, atau titik akhir lintasan pelampung
4. Menghitung waktu yang di tempuh pelampung dari titik awal hingga titik akhir lintasan. Diukur dengan *stoptwatch*
5. Setelah panjang lintasan dan waktu tempuh didapatkan maka kecepatan aliran dapat dihitung

1. Pengumpulan data primer

   Data primer yang akan dikumpulkan adalah data debit saluran, efisiensi saluran kebutuhan air tanaman padi dan kebutuhan air daerah irigasi.
2. Pengumpulan data sekunder

   Data sekunder yang akan dikumpulkan adalah pola tanam, data hujan, data klimatologi, debit saluran intake kalibawang, luas area irigasi, debit sungai Progo.

Pekerjaan analisis

Pekerjaan analisis yang dilakukan adalah dengan merencanakan pola tanam yang akan diterapkan dan menghitung kebutuhan air berdasarkan pola tanam yang paling efisien sesuai dengan ketersediaan air.

Langkah Langkah perhitungan Evapotranspirasi dengan aplikasi CROPWAT

1. Buka aplikasi CROPWAT.
2. Sebelum melakukan perhitungan, pertama buka dulu pengaturan pada menu settings -> Options, kemudian sesuaikan pengaturan dengan ketersediaan data yang ada, kemudian klik OK.
3. Setelah pengaturan disesuaikan, selanjutnya klik climate/Eto,
4. Isi data-data yang sudah diberikan di tabel, mulai dari *Country -> Stasiun -> Altitude -> Latitude -> Longitude -> Avg Temp -> Humidity -> Wind -> Sun ->*.
5. Setelah selesai maka dilai Eto perbulannya akan di tampilkan
6. Selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan lama waktu yang dilakukan untuk pengolahan lahan adalah selama 1 bulan sehingga kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan air selama penyiapan lahan 1 bulan dan varietas padi yang digunakan adalah varietas unggul FAO. Kebutuhan air palawija ditinjau dengan mengasumsikan kebutuhan air palawija jenis jagung, pemilihan jagung sebagai jenis tanaman palawija karena jangka tumbuh yang tersisa pada masa tanam tiga adalah selama 4 bulan atau seratus dua puluh hari sedangkan jangka tumbuh jagung hanya selama 80 (delapan puluh) hari dan juga harga koefisien tanaman jagung lebih besar dari jenis tanaman palawija yang lain diantaranya bawang dan buncis sehingga kebutuhan air untuk tanaman jagung lebih besar dari tanaman palawija yang lain dan ketika petani sedang menanam buncis atau bawang maka kebutuhan air untuk tanamana tersebut akan terpenuhi karena yang menjadi acuan dalam perencanaan adalah kebutuhan air untuk tanaman jagung. Nilai untuk perkolasi dan pergantian lapisan air digunakan nilai pada buku pedoman KP 01 yaitu: Perkolasi 2 mm/hari dan pergantian lapisan air sebesar 1,7 mm/hari.

Untuk menganalisa kebutuhan air, maka dilakukan beberapa simulasi pola tanam untuk mengetahui pola tanam mana yang paling efisien untuk diterapkan dan pola tanam yang dianalisa adalah pola tanam padi-padi-palawija dan dianalisa ke dalam dua puluh empat pola penyiapan lahan dan masa tanam. Dan dalam menganalisa apakah perlu dilakukan rotasi atau tidak adalah jika kebutuhan air untuk irigasi melebihi 7m^3/detik. Berikut contoh perhitungan NFR dan kebutuhan air untuk jenis pola tanam 11.

Tabel.4.1. Kebutuhan Air Pola Tanam 11 satuan (mm/hari)

Bulan		Eto	P	Re	WLR	c_1	c_2	c^-	Etc	NFR
Januari 1	1	6,83	2	10,95	1,7	1,05	1,05	1,05	7,17	0
Januari 2	2	6,83	2	10,95	1,7	0,95	1,05	1,00	6,83	0
Februari 1	1	6,90	2	5,58		0	0,95	0,48	3,28	0
Februari 2	2	6,90	2	5,58			0	0,00	0,00	0
Maret 1	1	5,57	2	7,42		13,05	13,05	13,05	13,05	5,63
Maret 2	2	5,57	2	7,42		1,10	13,05	13,05	13,05	5,63
April 1	1	5,48	2	6,08	1,7	1,1	1,1	1,10	6,03	3,65
April 2	2	5,48	2	6,08	1,7	1,05	1,1	1,08	5,89	3,51
Mei 1	1	5,42	2	9,05	1,7	1,05	1,05	1,05	5,69	0,34
Mei 2	2	5,42	2	9,05	1,7	0,95	1,05	1,00	5,42	0,07
Juni 1	1	6,15	2	1,40		0	0,95	0,48	2,92	3,53
Juni 2	2	6,15	2	1,40			0	0,00	0,00	0,60
Juli 1	1	5,27		1,00		Palawija		0,50	2,64	1,64
Juli 2	2	5,27		1,00				0,59	3,11	2,11
Agustus 1	1	5,52		1,03				0,96	5,30	4,27
Agustus 2	2	5,52		1,03				1,05	5,80	4,76
September 1	1	5,75		5,82				1,02	5,86	0,04
September 2	2	5,75		5,82				0,95	5,46	0
Oktober 1	1	8,44		4,77						
Oktober 2	2	8,44		4,77						
November 1	1	6,52	2	9,74		13,74	13,74	13,74	13,74	4,00
November 1	2	6,52	2	9,74		1,10	13,74	13,74	13,74	4,00
Desember 1	1	5,63	2	9,49	1,7	1,1	1,1	1,10	6,20	0,41
Desember 2	2	5,63	2	9,49	1,7	1,05	1,1	1,08	6,06	0,27

satuan (mm/hari)

Contoh 1. Perhitungan Kebutuhan Air Penyiapan Lahan Bulan Maret 1

Eo = 1,1 x 5,568 = 6,125 mm/hari

M = 6,51 + 2 = 8,125 mm/hari

K $= \frac{8,125\ x\ 30}{250} = 0,975$

IR $= \frac{8,125 \text{ x } e^{0,975}}{(e^{0,975}-1)} = 13,046 \text{ mm/hari}$

NFR = 13,046 – 7,42 = 5,63 mm/hari

DR $= \frac{5,63x6688}{8,64x0,67} = 6,46\ \text{m}^3/\text{detik}$

Jika debit kebutuhan air melebihi 7 m^3/detik, maka akan dilakukan rotasi karena debit maksimum intake saluran kalibawang adalah 7 m^3/detik.

Contoh 2. Perhitungan Kebutuhan Air Bulan Juli 1

ETc = 5,27 *x* 0,50 = 2,64 mm/hari

NFR = 2,64 – 1,0 = 1,64 mm/hari

Perhitungan NFR, kebutuhan air dan kebutuhan rotasi dapat dilihat selengkapnya di Tabel 4.9 sampai Tabel 4.12.

Perhitungan Evapotranspirasi (Eto)

Data Klimatologi Stasiun Tegal

Lokasi:

Desa : Banjarharjo

Kecamatan : Kalibawang

Kabupaten : KulonProgo

Provinsi : DI. Yogyakarta

Koordinat : 7°40°40° LS / 110°14°30°BT

Ketinggian : 180 Meter

Perhitungan Evapotranspirasi pada penelitian ini menggunakan dua metode yaitu Perhitungan Evapotranspirasi dengan Metode Penman-Mounteith dan Perhitungan Evapotranspirasi dengan menggunakan aplikasi *CROPWAT*.

1. Perhitungan Evapotranspirasi dengan Metode Penman-Mounteith

Dalam perhitungan evapotranspirasi, data-data yang diperlukan adalah data mengenai Temperatur, Kelembapan, Kecepatan Angin, dan Lama Penyinaran matahari. Data yang digunakan untuk menghitung evapotranspirasi adalah data yang paling maksimum dari 5 tahun terakhir, karena dengan menggunakan data yang paling maksimum maka kebutuhan evapotranspirasi yang kita dapat adalah yang paling maksimum sehingga resiko kekurangan air untuk evapotranspirasi dapat kita hindari.

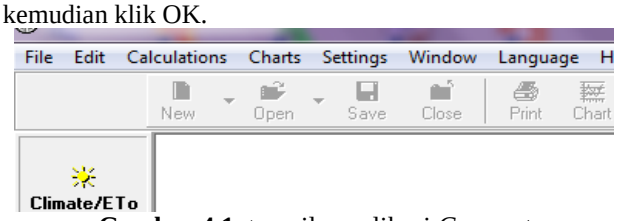
Tabel 4.2. Data Klimatologi Untuk Perhitungan Evapotranspirasi

Bulan	RH Max	RH Min	T Max (°C)	T Min (°C)	Trt^2 (°C)	(U_2) (m/s)	Sinar Matahari (jam)
Jan	99	87	27,95	24,00	25,98	1,44	9,91
Feb	99	87	27,00	24,40	25,70	1,57	9,43
Mar	99	90	28,25	24,30	26,28	1,09	10,07
Apr	98	87	28,15	24,00	26,08	0,75	10,23
Mei	99	88	28,75	23,80	26,28	0,81	10,50
Jun	99	88	28,40	23,05	25,73	1,23	10,05
Jul	99	90	26,85	19,90	23,38	1,25	10,45
Ags	98	90	28,00	23,00	25,50	1,10	10,51
Sep	99	91	26,90	22,50	24,70	1,60	10,41
Okt	98	82	28,30	23,05	25,68	1,53	10,61
Nop	99	90	28,80	24,20	26,50	1,60	10,61
Des	98	89	28,70	24,75	26,73	0,89	9,91

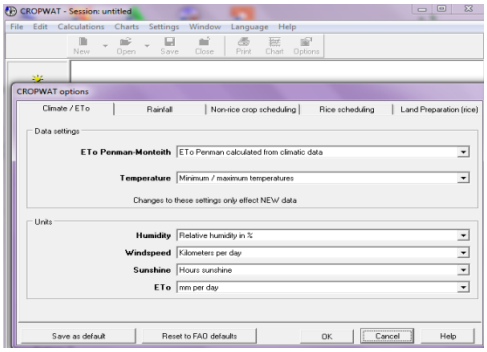
2. Perhitungan Evapotranspirasi dengan menggunakan aplikasi *CROPWAT*

Langkah Langkah perhitungan Evapotranspirasi dengan aplikasi *CROPWAT*

a. Buka aplikasi *CROPWAT*.
b. Sebelum melakukan perhitungan, pertama buka dulu pengaturan pada menu settings -> Options, kemudian sesuaikan pengaturan dengan ketersediaan data yang ada, kemudian klik OK.



Gambar 4.1. tampilan aplikasi *Cropwat*

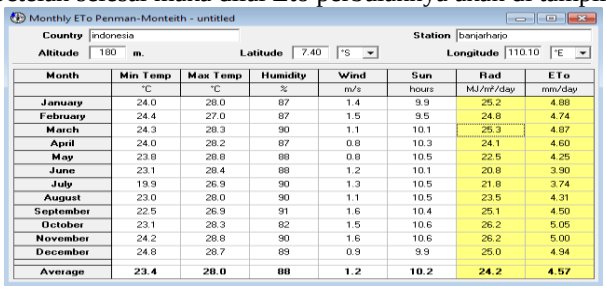


Gambar 4.2. tampilan pengaturan satuan aplikasi *Cropwat*

c. Setelah pengaturannya disesuaikan, selanjutnya klik climate/Eto,

d. Isi data-data yang sudah diberikan di tabel, mulai dari *Country -> Stasiun -> Altitude -> Latitude -> Longitude -> Avg Temp -> Humidity -> Wind -> Sun ->*.

e. Setelah selesai maka dilai Eto perbulannya akan di tampilkan



Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country: indonesia — Station: banjarharjo

Altitude: 180 m. — Latitude: 7.40 °S — Longitude: 110.10 °E

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m²/day	mm/day
January	24.0	28.0	87	1.4	9.9	25.2	4.88
February	24.4	27.0	87	1.5	9.5	24.8	4.74
March	24.3	28.3	90	1.1	10.1	25.3	4.87
April	24.0	28.2	87	0.8	10.3	24.1	4.60
May	23.8	28.8	88	0.8	10.5	22.5	4.25
June	23.1	28.4	88	1.2	10.1	20.8	3.90
July	19.9	26.9	90	1.3	10.5	21.8	3.74
August	23.0	28.0	90	1.1	10.5	23.5	4.31
September	22.5	26.9	91	1.6	10.4	25.1	4.50
October	23.1	28.3	82	1.5	10.6	26.2	5.05
November	24.2	28.8	90	1.6	10.6	26.2	5.00
December	24.8	28.7	89	0.9	9.9	25.0	4.94
Average	23.4	28.0	88	1.2	10.2	24.2	4.57

Gambar 4.3. perhitungan evapotranspirasi sumber: hitungan *Cropwat*

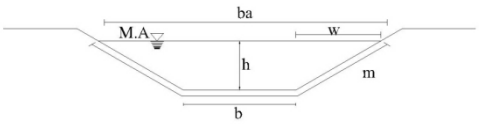
f. Selesai.

Tabel 4.3. Nilai Evapotranspirasi dengan aplikasi *CROPWAT*

Bulan	ETo (mm/*day*)
Januari	4,88
Februari	4,74
Maret	4,87
April	4,6
Mei	4,25
Juni	3,9
Juli	3,74
Agustus	4,31
September	4,5
Oktober	5,05
Nopember	5
Desember	4,94

Perhitungan Efisiensi Saluran Irigasi di Lapangan

Untuk mengetahui efisiensi saluran irigasi dilapangan, maka dilakukan pengukuran debit saluran primer di lapangan pada tanggal 17 November 2016. Perhitungan efisiensi saluran hanya dilakukan pada beberapa saluran primer yang kemudian digunakan sebagai Patokan untuk seluruh saluran primer, sedangkan efisiensi saluran pada saluran sekunder dan tersier menggunakan standar efisiensi saluran sekunder dan tersier pada KP 01. Pengukuran yang dilakukan dalam menentukan efisiensi saluran ini adalah menghitung kecepatan aliran, setiap sekali perhitungan kecepatan aliran dilakukan tiga kali percobaan dan tiga titik yang berbeda, yaitu di sisi kanan, kiri dan tengah.kemudian dilakukan pengukuran dimensi keliling basah saluran dan tinggi air di saluran. Dalam pengukuran efisiensi saluran primer ada lima titik yang diukur kecepatan alirannya.



Gambar 4.4 potongan melintang saluran

A = (b *x* mh) h

m = $\sqrt{w^2 + h^2}$

Q = V *x* A

Keterangan:

Q = debit saluran, m^3/detik

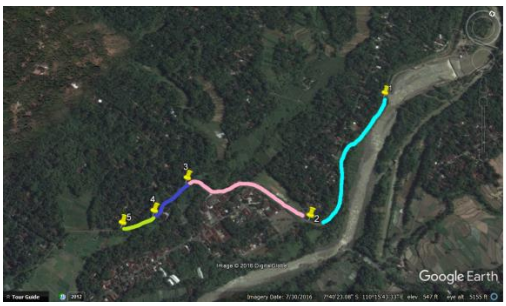
V = kecepatan aliran, m/detik

A = potongan aliran melintang,m^2

m = kemiringan talud

b = lebar dasar

ba = lebar muka air



Gambar 4.5. Lokasi pengukuran efisiensi saluran primer

Tabel 4.4. Perhitungan Kecepatan Aliran

1		Kiri	Tengah	Kanan	Per 3m
	t (detik)	7,84	7,23	7,1	
	t rata-rata		7,39		
	v (m/s)		0,41		(m/s)
2		Kiri	Tengah	Kanan	Per 3m
	t (detik)	7,75	7,24	7,57	
	t rata-rata		7,52		
	v (m/s)		0,40		(m/s)
3		Kiri	Tengah	Kanan	Per 3m
	t (detik)	8,01	7,59	7,3	
	t rata-rata		7,63		
	v (m/s)		0,39		(m/s)
4		Kiri	Tengah	Kanan	Per 3m
	t (detik)	7,83	7,54	6,8	
	t rata-rata		7,39		
	v (m/s)		0,41		(m/s)
5		Kiri	Tengah	Kanan	Per 3m
	t (detik)	7,56	6,87	7,21	
	t rata-rata		7,21		
	v (m/s)		0,42		(m/s)

Tabel 4.5. Perhitungan debit Saluran dan efisiensi saluran primer

No	Saluran	b	ba	w	m	h	A	v	Q	e.saluran	e.rata - rata	
1	AWAL	4,8	6,8	1	2,06	1,8	15,31	0,41	6,22	1 ke 2	91%	94%
2	BKB-Ki 1	5	7	1	1,97	1,7	14,20	0,40	5,66	2 ke 3	98%	
3	BKB-Ki 3	4,75	7,15	1,2	2,08	1,7	14,09	0,39	5,54	3 ke 4	91%	
4	BKB-Ki 4	4,3	7,4	1,55	2,22	1,59	12,45	0,41	5,05	4 ke 5	95%	
5	BKB-Ki 5	4,68	7,28	1,3	1,98	1,5	11,49	0,42	4,78			

Tabel 4.6. Efisiensi saluran

Efisiensi Saluran Primer	94%
Efisiensi Saluran Sekunder	90%
Efisiensi Saluran tersier	80%
Efisiensi Total	67,4%

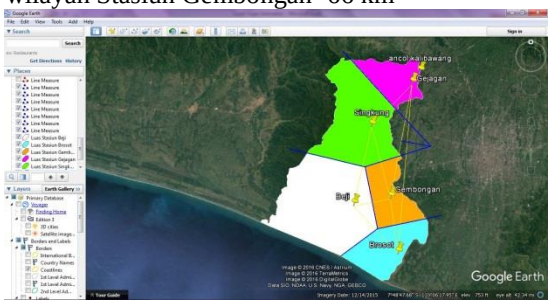
Setelah dilakukan pengukuran Efisiensi Saluran Irigasi di Lapangan maka didapat efisiensi saluran primer sebesar 94% dan efisiensi saluran total didapat sebesar 67,4%.

Curah Hujan Rata-rata

Dalam perhitungan curah hujan rata-rata, jumlah stasiun yang dipakai ada lima stasiun hujan karena daerah irigas berada di dalam kelima stasiun hujan tersebut, stasiun hujan yang dimaksud adalah stasiun hujan Singkung, Gejagan, Brosot, Beji,

Gembongan. Luasan wilayah stasiun hujan dihitung berdasarkan perhitungan google earth dengan cara mengeplot lokasi stasiun hujan kedalam google earth dan menggambarkan Polygon Thiessennya. Maka didapat luas wilayah stasiun hujan sebagai berikut:

1. Luas wilayah Stasiun Singkung = 159 km^2
2. Luas wilayah Stasiun Gejagan = 59 km^2
3. Luas wilayah Stasiun Brosot = 75 km^2
4. Luas wilayah Stasiun Beji =213 km^2
5. Luas wilayah Stasiun Gembongan=66 km^2



Gambar 4.6. Luas Wilayah Stasiun Hujan

Contoh perhitungan curah hujan rata-rata tanggal 2 januari tahun 2015

Diketahui:

Curah Hujan tanggal 2 januari tahun 2015

1. Stasiun Singkung = 70 mm/hari
2. Stasiun Gejagan = 7 mm/hari
3. Stasiun Brosot = 75 mm/hari
4. Stasiun Beji = 213 mm/hari
5. Stasiun Gembongan = 66 mm/hari

$$\bar{R}=\frac{(70\times159)+(7\times59)+(52\times75)+(13\times213)+(17\times66)}{(159+59+75+213+66)}=33{,}80 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan curah hujan rata-rata dapat dilihat selengkapnya di lampiran C Tabel.C.1 sampai Tabel.C.12.

Curah Hujan Efektif (Re)

Setelah Perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan maka selanjutnya adalah perhitungan curah hujan efektif. Curah hujan efektif disini didasarkan pada curah hujan tengah bulanan. Perhitungan curah hujan efektif dihitung dengan cara menghitung curah hujan setengah bulan minimum, kemudian mengubah satuan menjadi curah hujan harian minimum kemudian dikali 70%, karena curah hujan efektif untuk irigasi padi diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan.

Tabel 4.7. Curah hujan efektif

Bulan	CH. Rata-rata 15 Harian (mm)	CH. Rata-rata (mm/hari)	Re (mm/hari)
Januari	234,73	15,65	10,95
Februari	119,66	7,98	5,58
Maret	158,92	10,59	7,42
April	130,34	8,69	6,08
Mei	193,84	12,92	9,05
Juni	29,91	1,99	1,40
Juli	21,42	1,43	1,00
Agustus	22,15	1,48	1,03
September	124,73	8,32	5,82
Oktober	102,24	6,82	4,77
November	208,81	13,92	9,74
Desember	203,30	13,55	9,49

Contoh Perhitungan Curah Hujan Efektif

Bulan Januari

Curah hujan rata-rata = 243,73 mm/15hari

Curah hujan rata-rata $\frac{234{,}73}{15} = 15{,}65\ mm/hari$

Re = 0,7 x (Curah Hujan Minimum setengah bulan)

= 0,7 x $\frac{1}{15}$ x 234,73

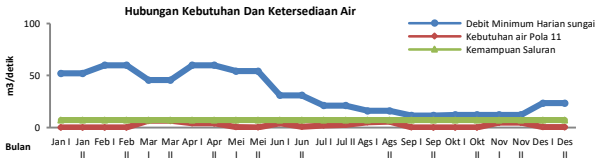
= 10,95 mm/hari

Ketersediaan Air

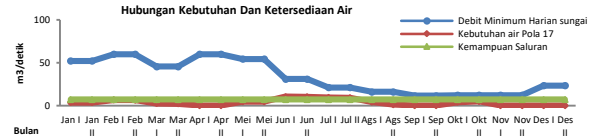
Data debit rata-rata harian sungai progo diambil dari pos kalibawang, yang terletak di lokasi 7°39'23,4" LS dan 110°15'36" BT. Data debit sungai yang diporelah adalah debit sungai 5 tahun terakhir yaitu 2009 sampai 2013, kemudian data debit selama lima tahun terakhir dicari debit minimum hariannya. Berdasarkan data debit minimum yang didapat maka disimpulkan bahwa debit minimum air untuk irigasi selalu tercukupi tetapi karena kemampuan saluran intake kalibawang hanya bisa mengalirkan 7 m^3/detik sehingga setiap kebutuhan air untuk irigasi yang melebihi debit saluran intake kalibawang maka akan dilakukan rotasi. Tetapi dalam penelitian ini penulis menemukan bahwa ada pola tanam yang tidak perlu dilakukan rotasi karena kebutuhan air untuk irigasi bisa dipenuhi baik dari debit minimum sungai dan kemampuan saluran irigasi sehingga analisis terhadap rotasi pola tanam tidak perlu lagi dilakukan.

Tabel 4.8. debit minimum harian sungai progo

Debit Minimum Harian m^3/detik	
Jan	52,00
Feb	59,97
Mar	45,55
Apr	59,97
Mei	54,23
Jun	30,99
Jul	21,05
Ags	16,01
Sep	11,54
Okt	12,14
Nop	12,14
Des	23,39



Grafik 1. Hubungan Kebutuhan air pola 11, debit saluran dan ketersediaan air



Grafik 2. Hubungan Kebutuhan air pola 17, debit saluran dan ketersediaan air

Hasil

Setelah melakukan analisis maka didapatkan nilai efisiensi saluran primer sebesar 94% dan efisiensi total saluran irigasi sebesar 67,4%. Dan pola tanam yang paling efisien didapatkan pola tanam ke 11 karena pada pola tanam ini tidak terdapat masa tanam yang kosong dan debit kebutuhan air dapat tercukupi baik dari ketersediaan air di sungai maupun kemampuan saluran untuk mengalirkan air ke daerah irigasi.

Tabel 4.9. nilai NFR setiap pola tanam

Bulan	NFR (mm/hari)											
	Pola 1	Pola 2	Pola 3	Pola 4	Pola 5	Pola 6	Pola 7	Pola 8	Pola 9	Pola 10	Pola 11	Pola 12
Jan	3,02		0	0	0	0	0	0,26	3,02	0	0	0,26
Jan	3,02		0	0	0	0	0	0,09	3,02	0	0	0,09
Feb	5,70	8,44		1,45	1,04	0	0	5,36	5,70	8,44	0	5,36
Feb	5,53	8,44		0,97	1,66	0	0	5,01	5,53	8,44	0	5,01
Mar	2,13	2,41	5,63		0	0	0	0	2,13	2,41	5,63	0
Mar	1,85	2,27	5,63		0	0	0	0	1,85	2,27	5,63	0
Apr	0	3,37	3,65	6,90		0	0	0	0	3,37	3,65	6,90
Apr	0	3,10	3,51	6,90		0	0	0	0	3,10	3,51	6,90
Mei	3,89	0	0,34	0,61	3,89		0	0	0	0	0,34	0,61
Mei	3,89	0	0,07	0,48	3,89		0	0	0	0	0,07	0,48
Jun	9,07	12,08	3,53	8,77	9,07	12,08		4,88	4,51	1,68	3,53	8,77
Jun	8,92	12,08	0,60	8,46	8,92	12,08		4,45	5,07	2,24	0,60	8,46
Jul	8,23	8,50	11,83	3,50	8,23	8,50	11,83		4,38	4,06	1,64	3,50
Jul	7,97	8,37	11,83	1,00	7,97	8,37	11,83		4,01	4,53	2,11	1,00
Agu	3,59	8,46	8,74	11,98	3,59	8,46	8,74	11,98		4,60	4,27	1,73
Agu	0,97	8,19	8,60	11,98	0,97	8,19	8,60	11,98		4,21	4,76	2,22
Sept	0	0	3,91	4,20	7,36	0	3,91	4,20	7,36		0,04	0
Sept	0	0	3,63	4,06	7,36	0	3,63	4,06	7,36		0	0,21
Okt	3,33	0	1,24	7,79	8,21	10,44	1,24	7,79	8,21	10,44		3,84
Okt	4,09	0,21	0	7,37	8,00	10,44	0	7,37	8,00	10,44		3,25
Nov	0	0	0	0	0,80	1,12	4,00	0	0,80	1,12	4,00	
Nov	0	0	0	0	0,47	0,96	4,00	0	0,47	0,96	4,00	
Des		0	0	0	0	0,13	0,41	3,61	0	0,13	0,41	3,61
Des		0	0	0	0	0	0,27	3,61	0	0	0,27	3,61

Tabel 4.10. nilai NFR setiap pola tanam (lanjutan)

Bulan	NFR (mm/hari)											
	Pola 13	Pola 14	Pola 15	Pola 16	Pola 17	Pola 18	Pola 19	Pola 20	Pola 21	Pola 22	Pola 23	Pola 24
Jan	3,02	0	0	0,26	3,02		0	0	0	0	0	0,26
Jan	3,02	0	0	0,09	3,02		0	0	0	0	0	0,09
Feb	5,70	8,44	0	5,36	5,70	8,44		1,45	1,04	0	0	5,36
Feb	5,53	8,44	0	5,01	5,53	8,44		0,97	1,66	0	0	5,01
Mar	2,13	2,41	5,63	0	2,13	2,41	5,63		0	0	0	0
Mar	1,85	2,27	5,63	0	1,85	2,27	5,63		0	0	0	0
Apr	0	3,37	3,65	6,90	0	3,37	3,65	6,90		0	0	0
Apr	0	3,10	3,51	6,90	0	3,10	3,51	6,90		0	0	0
Mei	0	0	0,34	0,61	3,89	0	0,34	0,61	3,89		0	0
Mei	0	0	0,07	0,48	3,89	0	0,07	0,48	3,89		0	0
Jun	4,51	1,68	3,53	8,77	9,07	12,08	3,53	8,77	9,07	12,08		4,88
Jun	5,07	2,24	0,60	8,46	8,92	12,08	0,60	8,46	8,92	12,08		4,45
Jul	4,38	4,06	1,64	3,50	8,23	8,50	11,83	3,50	8,23	8,50	11,83	
Jul	4,01	4,53	2,11	1,00	7,97	8,37	11,83	1,00	7,97	8,37	11,83	
Agu		4,60	4,27	1,73	3,59	8,46	8,74	11,98	3,59	8,46	8,74	11,98
Agu		4,21	4,76	2,22	0,97	8,19	8,60	11,98	0,97	8,19	8,60	11,98
Sept	7,36		0,04	0	0	0	3,91	4,20	7,36	0	3,91	4,20
Sept	7,36		0	0,21	0	0	3,63	4,06	7,36	0	3,63	4,06
Okt	8,21	10,44		3,84	3,33	0	1,24	7,79	8,21	10,44	1,24	7,79
Okt	8,00	10,44		3,25	4,09	0,21	0	7,37	8,00	10,44	0	7,37
Nov	0,80	1,12	4,00		0	0	0	0	0,80	1,12	4,00	0
Nov	0,47	0,96	4,00		0	0	0	0	0,47	0,96	4,00	0
Des	0	0,13	0,41	3,61		0	0	0	0	0,13	0	3,61
Des	0	0	0,27	3,61		0	0	0	0	0	0	3,61

Tabel 4.11. Jumlah Rotasi Dan Debit Berdasarkan Pola Tanam

Bulan	Pola 1	Pola 2	Pola 3	Pola 4	Pola 5	Pola 6	Pola 7	Pola 8	Pola 9	Pola 10	Pola 11	Pola 12
Januari	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	3,47	0,00	0,00	0,29
Januari	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	3,47	0,00	0,00	0,10
Februari	6,55	R	0,00	1,74	1,24	0,00	0,00	6,15	6,55	R	0,00	6,15
Februari	6,35	R	0,00	1,16	1,99	0,00	0,00	5,75	6,35	R	0,00	5,75
Maret	2,44	2,76	6,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	2,76	6,46	0,00
Maret	2,13	2,60	6,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13	2,60	6,46	0,00
April	0,00	3,87	4,18	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,87	4,18	R
April	0,00	3,56	4,03	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56	4,03	R
Mei	4,47	0,00	0,39	0,71	4,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,71
Mei	4,47	0,00	0,08	0,55	4,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,55
Juni	R	R	4,05	R	R	R	0,00	5,85	5,40	2,01	4,05	R
Juni	R	R	0,69	R	R	R	0,00	5,33	6,07	2,68	0,69	R
Juli	R	R	R	4,02	R	R	R	0,00	5,24	4,86	1,96	4,02
Juli	R	R	R	1,15	R	R	R	0,00	4,80	5,43	2,53	1,15
Agustus	4,12	R	R	R	4,12	R	R	R	0,00	5,50	5,11	2,07
Agustus	1,11	R	R	R	1,11	R	R	R	0,00	5,04	5,70	2,66
September	0,00	0,00	4,49	4,82	R	0,00	4,49	4,82	R	0,00	0,05	0,00
September	0,00	0,00	4,16	4,66	R	0,00	4,16	4,66	R	0,00	0,00	0,26
Oktober	3,99	0,00	1,42	R	R	R	1,42	R	R	R	0,00	4,59
Oktober	4,90	0,25	0,00	R	R	R	0,00	R	R	R	0,00	3,89
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	1,29	4,59	0,00	0,91	1,29	4,59	0,00
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	1,10	4,59	0,00	0,54	1,10	4,59	0,00
Desember	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,47	4,14	0,00	0,15	0,47	4,14
Desember	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
Jumlah Rotasi Per Pola	4	8	4	8	8	8	4	4	4	4	0	4

Keterangan: Debit dalam satuan dalam (m^3/detik), R atau rotasi dilakukan apabila debitnya melebihi 7 m^3/detik

Tabel 4.12. Jumlah Rotasi Dan Debit Berdasarkan Pola Tanam (lanjutan)

Bulan	Pola 13	Pola 14	Pola 15	Pola 16	Pola 17	Pola 18	Pola 19	Pola 20	Pola 21	Pola 22	Pola 23	Pola 24
Januari	3,47	0,00	0,00	0,29	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
Januari	3,47	0,00	0,00	0,10	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Februari	6,55	R	0,00	6,15	6,55	R	0,00	1,74	1,24	0,00	0,00	6,15
Februari	6,35	R	0,00	5,75	6,35	R	0,00	1,16	1,99	0,00	0,00	5,75
Maret	2,44	2,76	6,46	0,00	2,44	2,76	6,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maret	2,13	2,60	6,46	0,00	2,13	2,60	6,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,00	3,87	4,18	R	0,00	3,87	4,18	R	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,00	3,56	4,03	R	0,00	3,56	4,03	R	0,00	0,00	0,00	0,00
Mei	0,00	0,00	0,39	0,71	4,47	0,00	0,39	0,71	4,47	0,00	0,00	0,00
Mei	0,00	0,00	0,08	0,55	4,47	0,00	0,08	0,55	4,47	0,00	0,00	0,00
Juni	5,40	2,01	4,05	R	R	R	4,05	R	R	R	0,00	5,85
Juni	6,07	2,68	0,69	R	R	R	0,69	R	R	R	0,00	5,33
Juli	5,24	4,86	1,96	4,02	R	R	R	4,02	R	R	R	0,00
Juli	4,80	5,43	2,53	1,15	R	R	R	1,15	R	R	R	0,00
Agustus	0,00	5,50	5,11	2,07	4,12	R	R	R	4,12	R	R	R
Agustus	0,00	5,04	5,70	2,66	1,11	R	R	R	1,11	R	R	R
September	R	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	4,49	4,82	R	0,00	4,49	4,82
September	R	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	4,16	4,66	R	0,00	4,16	4,66
Oktober	R	R	0,00	4,59	3,99	0,00	1,42	R	R	R	1,42	R
Oktober	R	R	0,00	3,89	4,90	0,25	0,00	R	R	R	0,00	R
November	0,91	1,29	4,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	1,29	4,59	0,00
November	0,54	1,10	4,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	1,10	4,59	0,00
Desember	0,00	0,15	0,47	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	4,14
Desember	0,00	0,00	0,31	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,14
Jumlah Rotasi Per Pola	4,00	4,00	0,00	4,00	4,00	8,00	4,00	8,00	8,00	8,00	4,00	4,00

Keterangan: Debit dalam satuan dalam (m^3/detik), R atau rotasi dilakukan apabila debitnya melebihi 7 m^3/detik

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan dan ketersediaan air, pola 11 merupakan pola yang paling efisien diterapkan karena kebutuhan air tercukupi dan tidak ada masa kosong
2. Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan didapat nilai efisiensi jaringan primer sebesar 94%, dan efisiensi total seluruh saluran irigasi sebesar 67,4%
3. Berdasarkan data yang didapat dari Balai Besar Sungai Serayu Opak debit minimum sungai progo selama masa tanam mencukupi
4. Perhitungan evapotranspirasi secara manual dan dengan aplikasi *cropwat* terdapat perbedaan, sehingga pada perhitungan ini nilai evapotranspirasi yang dipakai adalah perhitungan evapotranspirasi secara manual karena nilai evapotranspirasi yang didapat dari hitungan secara manual lebih besar dibandingkan dengan hitungan *cropwat*
5. Rotasi yang dilakukan dalam penelitian ini bukan karena kekurangan air tetapi karena kemampuan saluran intake kalibawang yang tidak mampu untuk mengalirkan air lebih dari 7 m^3/detik.
6. Debit maksimum pola tanam 11 didapat sebesar 6,46 m^3/detik maka desain debit intake adalah sebesar 7 m^3/detik atau lebih besar dari debit maksimum hitungan kebutuhan air.

Saran

1. Karena keterbatasan penulis dalam melakukan pengukuran dilapangan, sehingga tingkat kebenaran data tidak semaksimal mungkin, maka penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan nilai dengan tingkat ketelitian yang tinggi.
2. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terdapat beberapa titik saluran yang salurannya penuh sampah sehingga menghambat penyaluran air, maka penulis menyarankan untuk melakukan pembersihan sehingga tingkat efisiensi saluran dapat dicapai semaksimal mungkin
3. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan penulis menyarankan untuk diterapkannya pola tanam ke 11 karena tidak ada masa kosong dan tidak perlu melakukan rotasi sedangkan pola tanam yang diterapkan saat ini memiliki masa kosong sehingga beberapa kelompok tani dilakukan rotasi tanam untuk mencukupi kebutuhan air
4. Perhitungan efisiensi saluran hanya dilakukan pada saluran primer sedangkan kehilangan air lebih banyak terjadi pada saluran sekunder dan tersier baik kehilangan karena struktur ataupun pencurian air, oleh karena itu penulis menyarankan perhitungan efisiensi saluran juga dilakukan pada saluran tersier ataupun sekunder untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Allen, R.G., Luis, S.P., Dirk, R., and Martin, S. 1990. *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56*.

Direktorat Jendral Pengairan, 1986, *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi, KP 01,* Departemen Pekerjaan Umum, Penerbit CV. Galang Persada, Bandung

Direktorat Jendral Pengairan, 1986, *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Saluran Irigasi, KP 03,* Departemen Pekerjaan Umum,

Peraturan Bupati Kulon Progo Nomor.29 tahun 2016 Tentang tata tanam tahunan periode 2016 – 2017

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.20 tahun 2006 tentang irigasi.

Peraturan pemerintah No. 23 / 1998 tentang irigasi.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.32/PRT/M/2007

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.77 tahun 2001 tentang irigasi.

Priyonugroho,A., Analisis kebutuhan air irigasi (Studi kasus pada daerah irigasi sungai air keban daerah kabupaten empat lawang)

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 tahun 2004, tentang sumber daya air.

Wilhelmus Bunganaen., Analisis efisiensi dan kehilangan air pada jaringan utama daerah irigasi air sagu.