



## DESAIN JARINGAN POMPA IRIGASI PADA RAWA PASANG SURUT DENGAN HIDROTOPOGRAFI B/C (STUDI KASUS DIR. DANDA)

### *PUMP IRRIGATION NETWORK DESIGN ON TIDAL LOWLAND WITH HYDRO- TOPOGRAPHY B/C (CASE STUDY AT DANDA BESAR)*

Indra Setya Putra<sup>1)</sup>, Nurlia Sadikin<sup>2)</sup>, Arif Dhiaksa<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Pelaksana Pemilihan Jasa Konstruksi Wilayah D. I. Yogyakarta, Direktorat Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian PUPR

<sup>2)</sup> Pusat Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Air dan Permukiman, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Kementerian PUPR

<sup>3)</sup>Balai Teknik Rawa, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PU-PR, Kementerian PUPR  
Jl. Laksda Adisutjipto No. 165 Yogyakarta 55281

Correspondent Email: [qmbut@yahoo.com](mailto:qmbut@yahoo.com)

Diterima: 27 Mei 2022; Direvisi: 07 Juni 2022; Disetujui: 21 Desember 2022

#### ABSTRACT

*Agricultural productivity from lowland area in Indonesia is still sub optimal. One of the reasons is inadequate water supply for irrigation. Special measures are needed so that the water management system in lowlands can meet the needs of agricultural crops throughout the year. The study location is in a lowlands area which are included in the B/C hydrotopography category, namely in the Rawa Danda Jaya Irrigation Area in South Kalimantan Province. The purpose of this research is to design an irrigation system to increase crop productivity by using pump irrigation network in tidal lowlands that are affected by tides. The research methods include hydrotopographic analysis, hydrological analysis, hydraulics analysis, calculation of water pumps and pipes used for irrigation. The calculation results show that the largest water requirement in the land is 1.1 l/s/ha or 73.5 l/s with a cropping pattern using 2 (two) planting phases. Irrigation channels use closed channels in the form of pipes with sizes between 8 to 2.5 inches. Irrigation supplied by using 2 pumps with a capacity of 40 l/s each which can be operated separately to meet the water needs of the land at the right-side and left-side of the channel. In the design of this water system, 2 sluice gates are needed to hold back the tidal water that enters the tertiary channel which will be used as irrigation source. In addition, this design also uses 6 inch diameter pipes as a drain channel to discharge the excess water in the rice fields into tertiary canals.*

**Keywords :** irrigation pump, hydrotopography, irrigation pump, pipe network

#### ABSTRAK

*Produktivitas pertanian dari lahan rawa yang ada di Indonesia tergolong masih belum maksimal. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya pasokan air untuk irigasi pertanian. Dibutuhkan tindakan khusus agar sistem tata air di lahan rawa bisa mencukupi kebutuhan tanaman pertanian sepanjang tahun. Lokasi studi di lahan rawa yang termasuk ke dalam hidrotopografi B/C yaitu di Daerah Irigasi Rawa Danda Jaya di Provinsi Kalimantan Selatan. Tujuan dari penelitian adalah untuk mendesain sistem irigasi guna meningkatkan produktivitas tanam dengan menggunakan jaringan pompa irigasi di lahan rawa yang terpengaruh oleh pasang surut. Metode penelitian yang dilakukan meliputi analisis hidrotopografi, analisis hidrologi, analisis hidrolika, perhitungan pompa air dan pipa yang digunakan untuk irigasi. Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan air terbesar di lahan adalah 1,1 l/s/ha atau 73,5 l/s dengan pola tanam menggunakan 2 (dua) fase tanam. Saluran irigasi menggunakan saluran tertutup berupa pipa dengan ukuran antara 8 inchsampai 2,5 inch. Irigasi disupply dari 2 unit pompa dengan kapasitas masing-masing adalah 40 l/s yang bisa dioperasikan secara terpisah untuk memenuhi kebutuhan air di lahan yang berada di sebelah kanan dan kiri saluran. Dalam desain tata air ini diperlukan 2 buah pintu air untuk menahan air pasang yang masuk ke dalam saluran tersier yang akan dimanfaatkan untuk kebutuhan irigasi. Selain itu, di dalam desain ini juga menggunakan pipa diameter 6 inchsebagai saluran pembuang untuk membuang kelebihan air di lahan persawahan ke saluran tersier.*

**Kata kunci:** pompa irigasi, hidrotopografi, pompa irigasi, jaringan pipa

**PENDAHULUAN**

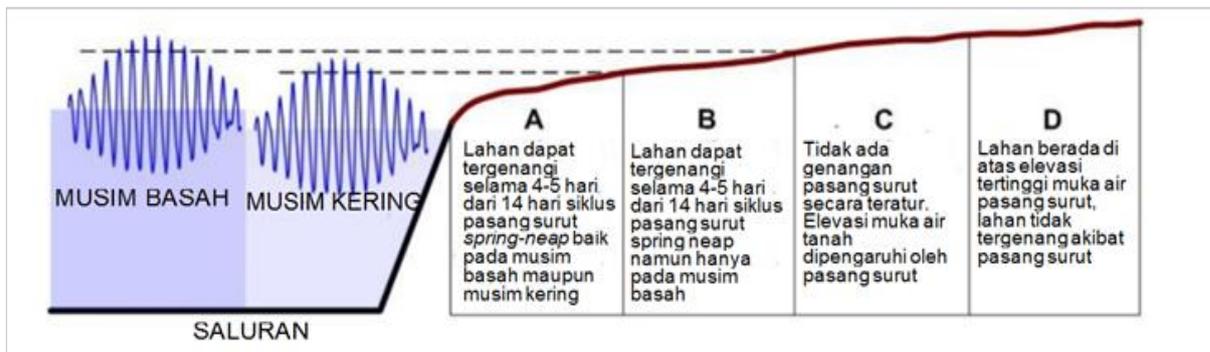
Seiring bertumbuhnya populasi penduduk Indonesia, kebutuhan akan pangan terutama beras menjadi semakin meningkat. Saat ini penduduk Indonesia diperkirakan berjumlah 237 juta jiwa dengan pertumbuhan 1,47% per tahun (Badan Pusat Statistik, 2010). Hal ini menyebabkan perlunya penyediaan sumberdaya lahan pertanian yang cukup, agar ketahanan pangan nasional dapat berkelanjutan (Mulyani & Sarwani, 2013). Berkenaan dengan hal tersebut, pemerintah Republik Indonesia terus berusaha untuk memenuhi kebutuhan pokok tersebut, salah satu caranya adalah dengan meningkatkan produktivitas pertanian di daerah rawa terutama rawa pasang surut. Lahan rawa pasang surut memiliki kemampuan yang cukup besar pada pembangunan pertanian, khususnya tanaman pangan dan juga merupakan salah satu tipe sumber daya lahan (agroekologi) (Haryono, 2013). Indeks Pertanaman di lahan rawa pasang surut masih rendah, yaitu hampir 90% nya masih tanam sekali dalam setahun (IP 100) seperti di wilayah Tamban Catur, Anjir Serapat (Kalteng), Anjir Muara dan Karang Indah dan sekitarnya Kabupaten Barito Kuala (Susilawati et al., 2016).

Potensi rawa sangat besar, seluas 33,4 juta ha (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2012), tersebar di Sumatera 32,9%, Kalimantan 40,4%, Papua 21%, Sulawesi 5,7% dan sisanya tersebar secara parsial pada areal yang kecil (Wahyunto et al., 2012), yang dapat dioptimalkan menjadi lahan pertanian. Sementara itu menurut (Alihamsyah, 2004) luas lahan rawa pasang surut yang potensial untuk pertanian adalah 9,53 juta ha dengan area yang telah direklamasi adalah seluas 4,2 juta ha yang tersebar di 3 pulau besar yaitu pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua. Dari luasan tersebut jika dilakukan pengelolaan yang baik, maka potensi padi di lahan ini dapat mencapai 5 ton/ha dalam sekali panen (Alihamsyah et al., 2001) atau 10 ton/ha/tahun jika dilakukan dengan dua kali tanam setiap tahun.

Hidrotopografi adalah kondisi ketinggian muka air yang dikaitkan terhadap ketinggian topografi permukaan lahan di lahan rawa pasang surut. Jenis hidrotopografi rawa pasang surut dinyatakan dengan kondisi terluapi pada lahan rawa pasang surut, baik akibat kenaikan muka air laut atau kenaikan sungai utamanya (musim hujan dan musim kemarau) (Herawati et al., 2020).

Berdasarkan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015), hidrotopografi lahan rawa pasang surut pada **Gambar 1** dikategorikan menjadi 4 kategori sebagai berikut:

- 1) Kategori A (areal yang terluapi air pasang). Lahannya terluapi air pasang sekurangnya 4 atau 5 kali selama 14 hari yaitu pada siklus pasang surut baik dimusim hujan maupun dimusim kemarau. Arealnya kebanyakan berada di kawasan rendah atau berdekatan dengan muara sungai.
- 2) Kategori B (arealnya secara periodik terluapi air pasang). Lahannya terluapi air pasang sekurangnya 4 atau 5 kali selama 14 hari siklus pasang surut, hanya dimusim hujan saja.
- 3) Kategori C (arealnya diatas elevasi muka air pasang tinggi). Lahannya tidak bisa diluapi air pasang secara teratur walaupun pada saat air pasang tinggi. Muka air tanah bisa saja masih dipengaruhi oleh fluktuasi pasang surut. Karena elevasinya relatif tinggi, maka kemungkinan terjadinya kehilangan air akibat perkolasi cukup signifikan, sehingga sulit mempertahankan genangan air diatas permukaan lahan sawah untuk keperluan bercocok tanam padi. Dengan demikian, hanya palawija dan tanaman perkebunan yang mungkin lebih layak dibudidayakan dilahan kategori ini.
- 4) Kategori D (lahan kering). Keseluruhan lahannya berada di luar pengaruh pasang surut. Tanaman kering dan perkebunan lebih cocok untuk lahan dalam kategori ini.



Sumber: diadaptasi dari Permen PUPR No. 11/PRT/M/2015

**Gambar 1** Hidrotopografi Zona Pasang Surut

Daerah Kategori A paling cocok ditanami padi, kategori B untuk padi dan hortikultura, kategori C untuk palawija dan tanaman perkebunan, dan kategori D paling cocok dengan tanaman kering dan perkebunan (Imanudin et al., 2011). Dengan melihat banyaknya luapan air pasang yang ada di DIR Danda Besar, maka di DIR Danda Besar masuk ke dalam hidrotopografi B/C. Sehingga di musim kemarau air pasang tidak mampu masuk ke lahan. Akibatnya petani hanya bisa menanam padi sebanyak 1 kali tanam dalam setahun yaitu di musim hujan.

Lokasi yang di pilih untuk penelitian adalah di DIR Danda Besar, Kabupaten Barito Kuala Provinsi Kalimantan Selatan, tepatnya di Jalur/Ray 24 seperti pada **Gambar 2**. Lokasi studi dipilih pada daerah yang jauh dari sungai Barito karena umumnya mempunyai produktivitas serta pH air cukup rendah (asam). Hal ini disebabkan air tersebut merupakan hasil pencucian dari tanah di lokasi yang jauh dari muara dan akan sulit untuk mengalami pergantian dengan air segar dari sungai. Di samping itu, adanya dukungan dari warga di sekitar lokasi yang antusias dalam mendukung terwujudnya tujuan dari studi ini.

Kebanyakan petani di daerah tersebut hanya bisa 1 kali tanam dalam setahun. Berdasarkan wawancara dengan petani setempat produktivitas panen padi di Danda Besar rata-rata sebanyak 2-3 ton/ha. Karakteristik lahan rawa yang kurang subur memang menjadi faktor utama rendahnya

produktivitas lahan (Useng, 2013). Penyebab lainnya adalah kurangnya air di musim kemarau dan juga kualitas pH baik di saluran maupun di lahan yang cenderung rendah (Asam).

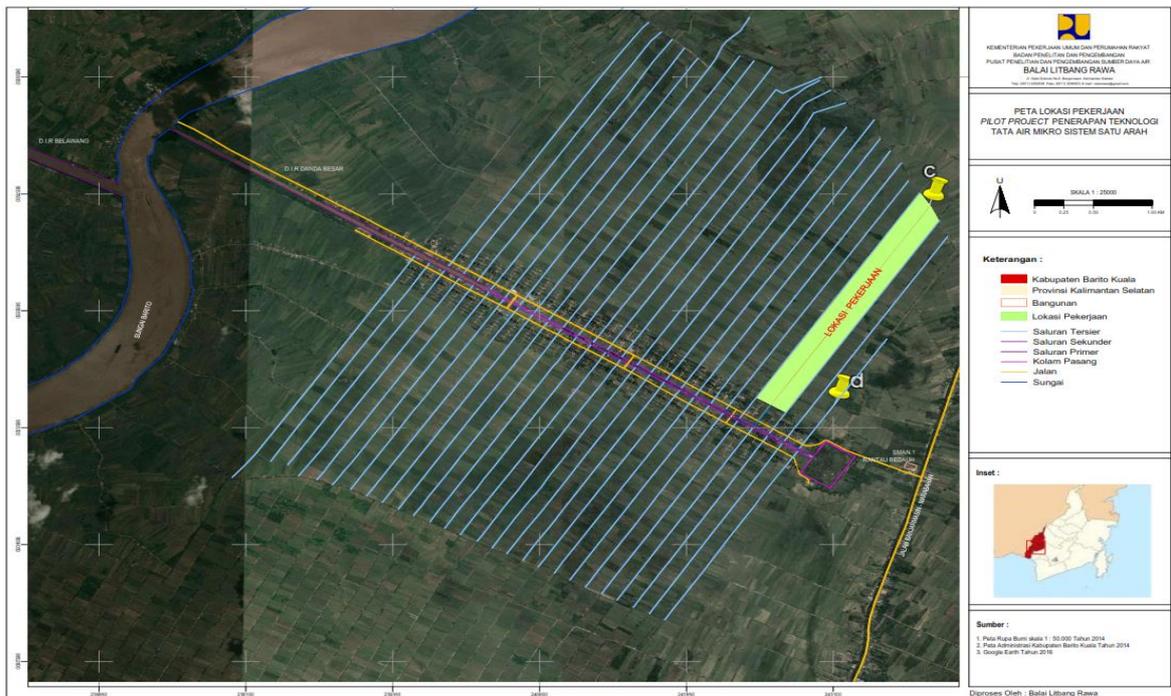
Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat desain sistem irigasi guna meningkatkan produktivitas lahan dengan menggunakan jaringan pompa irigasi di lahan rawa yang terpengaruh oleh pasang surut.

**METODOLOGI**

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, tahapan yang dilakukan antara lain: pengumpulan data primer dan sekunder, analisis hidrologi dan analisis hidrolika.

**Pengumpulan Data**

Data primer yang dikumpulkan berupa pengukuran topografi baik di lahan sawah dan di saluran tersier menggunakan GPS-RTK yang berbasis satelit. Kemudian pengukuran muka air di 2 tempat yaitu di muara saluran primer (muara jaringan tata air) dan di muara saluran tersier Jalur/Ray 24. Pengumpulan data sekunder mencakup data klimatologi dan data hujan di stasiun-stasiun terdekat. Serta dilakukan wawancara dengan masyarakat petani untuk memperoleh sistem dan jenis tanaman yang sesuai dengan lokasi penelitian.



Sumber: Hasil penelitian

**Gambar 2** Lokasi Penelitian

**Analisis Hidrologi**

Setelah pengumpulan data hidrologi dan klimatologi, kemudian dilakukan analisis hidrologi yang terdiri dari:

- a) Perhitungan evapotranspirasi potensial menggunakan metode *Penman* yang sudah umum digunakan di Indonesia.
- b) Analisis evapotranspirasi konsumtif tanaman dihitung dengan menggunakan angka koefisien tanaman (*Kc*) untuk jenis tanaman di rawa yang dikeluarkan oleh FAO.
- c) Angka perkolasi di studi ini disesuaikan dengan kondisi tanah di lahan rawa di DIR. Danda diperkirakan sebesar 3 mm/hari.

**Analisis Kebutuhan Air**

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Faktor yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi adalah jenis tanaman, cara pemberian air, jenis tanah, cara pengolahan tanah, besarnya curah hujan, keadaan klimatologi, waktu penanaman, pemeliharaan saluran/bangunan dan eksploitasi. Penentuan kebutuhan air didasarkan pada keseimbangan air pada lahan untuk satu unit luasan dalam periode tahunan. Persamaan keseimbangan air berdasarkan standar perencanaan irigasi (Kriteria Perencanaan Irigasi 01, 1986), adalah sebagai berikut:

$$NFR = Etc + P - Re + WL \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- NFR* = Kebutuhan netto air di sawah
- Etc* = Evapotranspirasi
- P* = Perkolasi
- Re* = Curah hujan efektif

WLR adalah Penggantian lapisan air

Kebutuhan air dalam penelitian ini tidak memperhitungkan komponen penggelontoran (*flushing*) karena tidak efisien bila dipenuhi menggunakan pompa. Kebutuhan untuk *flushing* diasumsikan terpenuhi dari air hujan pada musim hujan dan juga pasang di musim hujan.

**Analisis Hidrolika**

Perhitungan hidrolika antara lain perhitungan kebutuhan pompa, perhitungan dimensi pipa dan desain rencana jaringan pipa irigasi, serta kebutuhan pintu air di saluran. Saluran pipa di desain untuk memenuhi lahan di kanan dan kiri saluran tersier sehingga akan dibagi menjadi 2 jalur yaitu saluran pipa kanan dan saluran pipa kiri.

**Irigasi Pipa**

Berdasarkan pengalirannya desain irigasi pipa dibagi menjadi dua bagian yaitu: irigasi pipa bertekanan (aliran penuh) dan irigasi pipa tanpa tekanan (aliran tidak penuh). Perbedaan mendasar antara irigasi pipa bertekanan dan irigasi pipa tanpa tekanan adalah adanya permukaan yang bebas berupa udara pada irigasi pipa tanpa tekanan. Jadi seandainya pada pipa alirannya tidak penuh sehingga masih ada rongga yang berisi udara, maka sifat dan karakteristik alirannya sama dengan aliran pada saluran terbuka (Triatmodjo, 1996). Sehingga perencanaan aliran di dalam saluran pipa yang tidak terisi penuh mengikuti kaidah aliran saluran terbuka. Sesuai dengan Kriteria Perencanaan Irigasi (KP Irigasi-03) dalam perencanaan ruas saluran, aliran dianggap aliran tetap. Untuk menghitung kecepatan aliran, digunakan persamaan Strickler berikut:

$$V = KR^{2/3}I^{1/2} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- V* = kecepatan aliran (m/s)
- K* = koefisien kekasaran Strickler
- R* = jari-jari hidrolis (m)
- I* = kemiringan energi (saluran)

Pada aliran pipa bertekanan (aliran penuh), desain dilakukan menggunakan persamaan Hazen William, yakni:

$$Qp = 0,279CD^{2,63}S^{0,54} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- Qp* = Debit yang direncanakan (m<sup>3</sup>/s)
- C* = Koefisien kekasaran pipa
- D* = Diameter pipa (m)
- S* = Kemiringan pipa

Nilai koefisien ditentukan berdasarkan material yang dipakai sesuai dengan **Tabel 1** berikut.

**Tabel 1** Koefisien Kekasaran Hazen William

| Jenis Material Pipa                 | Nilai Koefisien Perencanaan |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Asbes cement                        | 120                         |
| Poly Vinil Chloride (PVC)           | 120-140                     |
| High Density Poly Ethylene (HDPE)   | 130                         |
| Medium Density Poly Ethylene (MDPE) | 130                         |
| Ductile Cast Iron Pipe (DCIP)       | 110                         |
| Cast Iron (CIP)                     | 110                         |
| Galvanized Iron Pipa(GIP)           | 110                         |
| Steel Pipe                          | 110                         |

Sumber: Dharmasetiawan (2004)

Irigasi yang menggunakan saluran tertutup dipengaruhi oleh kehilangan energi yang diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya oleh tahanan atau gesekan permukaan pipa dan juga

karena bentuk pipa. Kehilangan energi ini mengurangi nilai tinggi tekan sehingga kecepatan aliran makin rendah dan aliran di *outlet* tidak dapat terpenuhi.

Kehilangan tinggi tekan dibagi dua yaitu kehilangan tinggi tekan utama (*major losses*) dan juga kehilangan tinggi tekan lokal (*minor losses*). Untuk kehilangan tinggi tekan utama dihitung menggunakan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut:

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- hf = Kehilangan energi karena gesekan (m)
- f = Faktor gesekan
- D = Diameter pipa (m)
- L = Panjang pipa (m)
- V = Kecepatan aliran rata-rata fluida dalam pipa (m/s)
- g = Percepatan gravitasi (m<sup>2</sup>/s)

Kehilangan tinggi tekan lokal memperhitungkan berbagai faktor pada pipa yang meliputi lubang masuk pipa (*entrance*), lubang keluar (*outlet*), belokan pipa, perlengkapan pipa (*fitting*) seperti katup, sambungan, perubahan bentuk tiba-tiba berupa penyempitan & pelebaran. Rumus perhitungan yang digunakan untuk perhitungan menyesuaikan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi tersebut diatas. Hasil dari perhitungan kehilangan energi ini akan digunakan untuk menentukan kriteria pompa yang akan dipakai.

**Perhitungan Muka Air di Saluran Tersier**

Perhitungan muka air di saluran yang dipompa ke lahan menggunakan kaidah neraca air di waduk. Jadi saluran tersier diibaratkan seperti tampungan air yang bisa digunakan untuk mengairi lahan seperti halnya waduk. Ini dilakukan untuk mengetahui cukup tidaknya tampungan untuk memenuhi kebutuhan air selama periode waktu tertentu (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004). Sesuai dengan Pedoman Pengoperasian Waduk Tunggal Pd T-25-2004-A. sebagai berikut:

$$I - O = ds/dt \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

- I = masukan (m<sup>3</sup>)
- O = keluaran (m<sup>3</sup>)
- ds/dt = perubahan tampungan

dari persamaan (5) diperinci menjadi

$$S_{t+1} = S_t + I_t + R_t - E_t - L_t - O_t - O_{st} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

- S<sub>t</sub> = tampungan waduk pada periode t (m<sup>3</sup>)
- S<sub>t+1</sub> = tampungan waduk pada periode t+1(m<sup>3</sup>)
- I<sub>t</sub> = masukan waduk pada periode t (m<sup>3</sup>)
- R<sub>t</sub> = hujan yang jatuh diatas permukaan waduk, pada periode t (m<sup>3</sup>)
- E<sub>t</sub> = kehilangan air akibat evaporasi pada periode t (m<sup>3</sup>)
- L<sub>t</sub> = kehilangan air akibat rembesan dan bocoran pada periode t (m<sup>3</sup>)
- O<sub>t</sub> = total kebutuhan air pada periode t (m<sup>3</sup>)
- O<sub>st</sub> = keluaran dari pelimpah pada periode t (m<sup>3</sup>)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Lokasi penelitian di Jalur/Ray 24 terletak di desa Rantau Badauh, sedangkan muara jaringan irigasi masuk ke dalam desa Tanjung Kramat. Di 2 lokasi tersebut dilakukan pengukuran muka air baik di musim basah (bulan April) dan musim kering (bulan Juli - Agustus). Untuk desain data muka air yang akan digunakan adalah musim kering karena pada waktu tersebut air cenderung pada posisi lebih rendah. Data muka air pada musim kering dapat dilihat pada **Gambar 3**. Pada gambar tersebut terlihat bahwa elevasi lahan rata-rata ada di elevasi +0,8 m dan hasil pengukuran muka air di Jalur/Ray 24 (warna biru) menunjukkan bahwa air pasang tertinggi tidak sampai ke lahan. Untuk itu diperlukan pompa supaya air bisa sampai ke lahan. Perbedaan tinggi muka air antara di Tanjung Kramat (muara jaringan irigasi) dan di Rantau Badauh adalah karena adanya kehilangan energi perambatan pasang dan surut.

**Kebutuhan Air Irigasi**

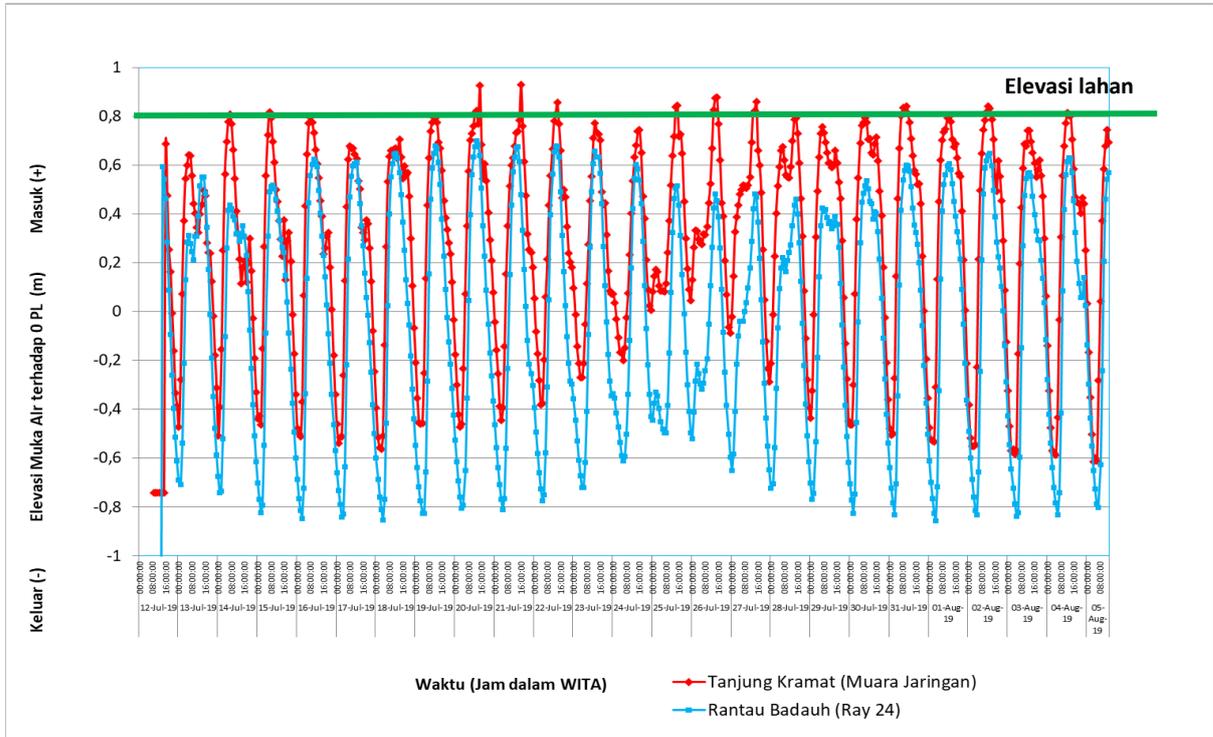
Pola tanam petani di Danda Besar umumnya hanya sekali setahun dengan menggunakan padi lokal. Akan tetapi dalam penelitian ini direncanakan untuk 2 kali tanam yaitu padi – padi. Pada periode musim tanam pertama (MT-I) menggunakan jenis padi lokal dimulai pada bulan Maret sesuai dengan permintaan petani pada waktu wawancara. Untuk MT-II, menggunakan jenis padi unggul yang waktu tanamnya dimulai pada bulan September. Masa tanam padi lokal dari mulai tanam hingga panen memakan waktu sekitar 6 bulan (Ellya et al., 2016) sedangkan padi unggul hanya memakan waktu sekitar 4 bulan (Angraini et al., 2013).

Sistem tanam yang dipakai adalah sistem tanam bergiliran atau yang disebut watun. Watun I dan watun II mempunyai waktu mulai tanam yang berbeda. Fungsi dari pembagian watun ini adalah untuk mengefisienkan penggunaan air. Nilai NFR

ini tidak dikalikan dengan faktor kehilangan air karena pada desain ini menggunakan saluran pipa (tertutup) yang diasumsikan tidak ada kehilangan air di jaringan seperti yang biasa terjadi pada saluran terbuka.

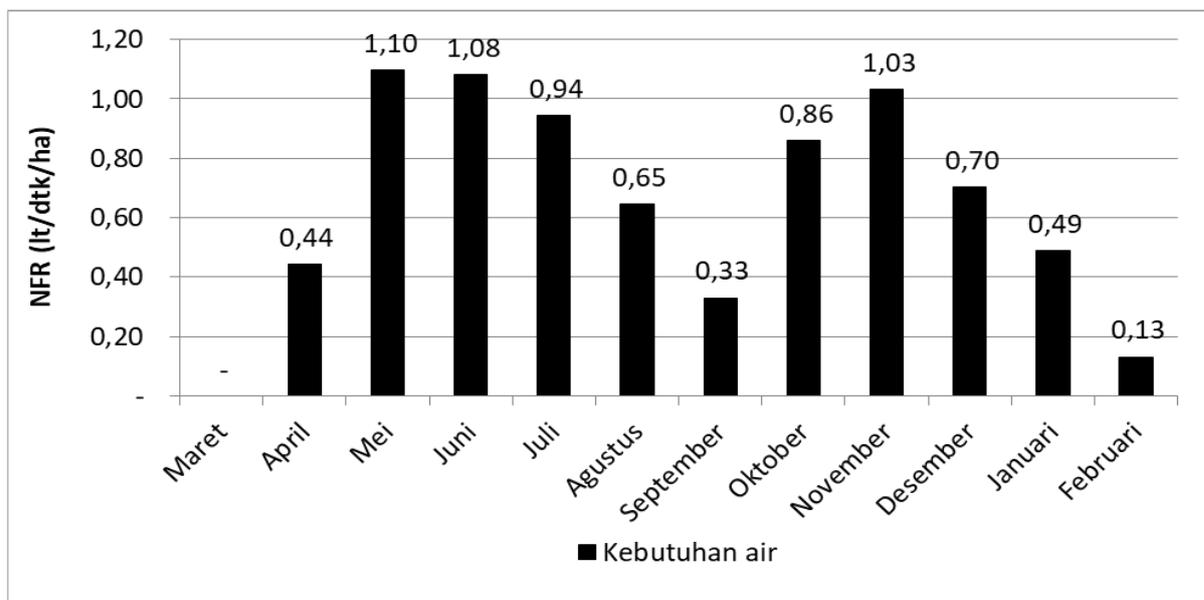
Berdasarkan perhitungan seperti yang tergambar pada **Gambar 4**, kebutuhan air pada

bulan Maret adalah 0. Ini berarti pada bulan tersebut ketersediaan hujan masih lebih besar dibanding kebutuhan air. Sementara itu, kebutuhan air maksimum yang akan digunakan untuk perhitungan perencanaan jaringan pompa dan pipa adalah kebutuhan air pada bulan Mei yaitu sebesar 1,1 l/s/ha.



Sumber: Hasil penelitian

**Gambar 3** Hasil pengukuran muka air di bulan Juli (musim kering)



Sumber: Hasil penelitian

**Gambar 4** Hasil perhitungan kebutuhan air

Petak sawah yang dilayani irigasi di penelitian ini adalah seluas kurang lebih 67 ha yang terbagi ke sebelah kanan dan kiri saluran. Dari hasil perhitungan nilai kebutuhan air maksimal tersebut diatas, kemudian dihitung kebutuhan tiap petak sawah yang akan dilayani, hasil dari perhitungan tersebut untuk merencanakan ukuran pipa dan rencana *outlet* untuk tiap petak sawah.

Air dari saluran tersier akan dipompa ke bangunan pengumpul di kanan dan kiri saluran tersier. Kemudian didistribusikan melalui pipa dengan berbagai ukuran dan dikeluarkan melalui *outlet* yang bentuknya seperti bak kontrol. Tujuan adanya bak pengumpul/bak kontrol adalah untuk mengendapkan sedimen (Suhardono et al., 2021) dan juga mengurangi tekanan dari pompa.

### Perencanaan Saluran Pipa

Hasil perhitungan debit kebutuhan air maksimum yaitu 1,1 l/s/ha dikalikan dengan luas areal sawah yang dilayani oleh masing-masing *outlet* seperti yang terlihat pada **Gambar 6**. Material pipa menggunakan jenis pipa *Poly Vinil Chloride* (PVC) karena beberapa sebab diantaranya: tidak diperlukan material pipa dengan kuat tekan tinggi dikarenakan tekanan air yang ada di dalam pipa sangat rendah, selain material lebih mudah ditemukan di provinsi di lokasi penelitian, biaya lebih murah dan lebih mudah dari sisi sumber daya manusianya. Sesuai dengan **Tabel 1**, maka angka kekasaran untuk pipa PVC adalah antara 120-140. Di perhitungan ini menggunakan nilai 140.

Sebelum perhitungan dilakukan, kemiringan dan panjang pipa ditentukan terlebih dahulu disesuaikan dengan topografi dan panjang petak sawah. Perhitungan aliran pipa tidak bertekanan pada dasarnya sama dengan perhitungan aliran air pada saluran terbuka. Perhitungan ini dilakukan sebagai langkah awal untuk mencari diameter pipa awal. Diameter pipa awal akan digunakan untuk menghitung kehilangan energi di jaringan pipa.

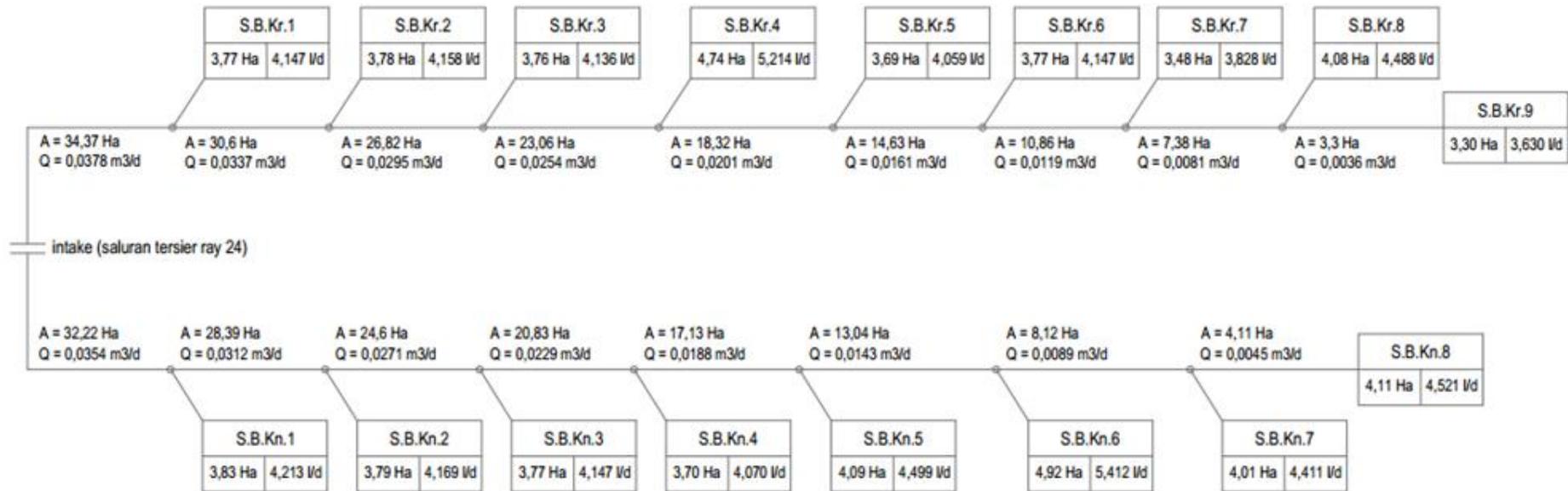
Dengan cara coba-coba maka didapat hasil seperti yang tersaji pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**. Dalam perhitungan tersebut dihasilkan dimensi pipa dan juga kecepatan aliran di dalam pipa.

Secara visual kondisi air di saluran mengandung sedimen halus (**Gambar 5a**) dan juga mengandung senyawa pirit ( $FeS_2$ ) yang jika teroksidasi dengan oksigen ( $O_2$ ) akan menjadi racun bagi tanaman (**Gambar 5b**). Untuk itu, sumber air nanti yang dipompa adalah dari muara tersier yang memiliki kualitas relative lebih baik.

Dalam RSN1 T-01-2003 Tata cara Perencanaan *Plumbing*, kecepatan aliran air dalam pipa perlu dijaga pada kecepatan 0,9 - 1,2 m/s dengan batas maksimum kurang dari 2 m/s yang dalam penerapan di penelitian ini digunakan kontrol kecepatan antara 0,8 - 2 m/s dengan alasan untuk mencegah pengendapan sedimen dan juga agar tidak memberikan tekanan yang terlalu tinggi ke pipa (Badan Standardisasi Nasional, 2003).



**Gambar 5** Kondisi aliran di saluran tersier pada saat pasang (a) dan pirit yang ada di pangkal saluran (warna coklat kekuningan) (b)



Gambar 6 Skema Jaringan Pipa Irigasi

**Tabel 2** Perhitungan dimensi saluran pipa kiri

| Ruas      | Akumulasi Luas Petak | Debit | Panjang | Beda tinggi | Kemiringan (l) | Koef. Kekasaran Pipa | Φ pipa | V    |
|-----------|----------------------|-------|---------|-------------|----------------|----------------------|--------|------|
|           | ha                   | l/s   | m       | m           |                |                      | inc    | m/s  |
| S.B.kr.1  | 34,4                 | 37,8  | 220     | 0,05        | 0,000227       | 140                  | 8      | 1,17 |
| S.B.kr.2  | 32,5                 | 35,7  | 140     | 0,005       | 0,000036       | 140                  | 8      | 1,10 |
| S.B.kr.3  | 30,6                 | 33,7  | 137,5   | 0,005       | 0,000036       | 140                  | 8      | 1,04 |
| S.B.kr.4  | 28,7                 | 31,6  | 136     | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 6      | 1,73 |
| S.B.kr.5  | 26,8                 | 29,5  | 137,5   | 0,005       | 0,000036       | 140                  | 6      | 1,62 |
| S.B.kr.6  | 24,9                 | 27,4  | 136,5   | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 6      | 1,50 |
| S.B.kr.7  | 23,1                 | 25,4  | 139     | 0,005       | 0,000036       | 140                  | 6      | 1,39 |
| S.B.kr.8  | 21,1                 | 23,2  | 173     | 0,005       | 0,000029       | 140                  | 6      | 1,27 |
| S.B.kr.9  | 18,3                 | 20,2  | 170,5   | 0,005       | 0,000029       | 140                  | 6      | 1,11 |
| S.B.kr.10 | 16,4                 | 18,1  | 135     | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 5      | 1,43 |
| S.B.kr.11 | 14,6                 | 16,1  | 138,5   | 0,005       | 0,000036       | 140                  | 5      | 1,27 |
| S.B.kr.12 | 12,5                 | 13,8  | 126     | 0,005       | 0,000040       | 140                  | 5      | 1,09 |
| S.B.kr.13 | 10,9                 | 11,9  | 126     | 0,005       | 0,000040       | 140                  | 4      | 1,47 |
| S.B.kr.14 | 8,9                  | 9,7   | 124     | 0,005       | 0,000040       | 140                  | 4      | 1,20 |
| S.B.kr.15 | 7,4                  | 8,1   | 129     | 0,005       | 0,000039       | 140                  | 4      | 1,00 |
| S.B.kr.16 | 5,4                  | 6,0   | 152,5   | 0,005       | 0,000033       | 140                  | 3      | 1,31 |
| S.B.kr.17 | 3,3                  | 3,6   | 209     | 0,005       | 0,000024       | 140                  | 2      | 1,79 |

Sumber: hasil analisis

**Tabel 3** Perhitungan dimensi saluran pipa kanan

| Ruas      | Akumulasi Luas Petak | Debit | Panjang | Beda tinggi | Kemiringan (l) | Koef. Kekasaran Pipa | Φ    | V    |
|-----------|----------------------|-------|---------|-------------|----------------|----------------------|------|------|
|           | ha                   | l/s   | m       | m           |                |                      | inch | m/s  |
| S.B.kn.1  | 32,22                | 35,4  | 218     | 0,05        | 0,000229       | 140                  | 8    | 1,09 |
| S.B.kn.2  | 30,32                | 33,4  | 136,5   | 0,05        | 0,000366       | 140                  | 8    | 1,03 |
| S.B.kn.3  | 28,39                | 31,3  | 137,5   | 0,005       | 0,000036       | 140                  | 6    | 1,71 |
| S.B.kn.4  | 26,48                | 29,1  | 136,5   | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 6    | 1,60 |
| S.B.kn.5  | 24,6                 | 27,1  | 136     | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 6    | 1,48 |
| S.B.kn.6  | 22,7                 | 25,0  | 136     | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 6    | 1,37 |
| S.B.kn.7  | 20,83                | 22,9  | 137,5   | 0,005       | 0,000036       | 140                  | 6    | 1,26 |
| S.B.kn.8  | 18,93                | 20,8  | 136,5   | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 6    | 1,14 |
| S.B.kn.9  | 17,13                | 18,8  | 136,5   | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 6    | 1,03 |
| S.B.kn.10 | 15,24                | 16,8  | 155     | 0,005       | 0,000032       | 140                  | 5    | 1,32 |
| S.B.kn.11 | 13,04                | 14,3  | 191     | 0,005       | 0,000026       | 140                  | 5    | 1,13 |
| S.B.kn.12 | 10,49                | 11,5  | 192,5   | 0,005       | 0,000026       | 140                  | 4    | 1,42 |
| S.B.kn.13 | 8,12                 | 8,9   | 176,5   | 0,005       | 0,000028       | 140                  | 4    | 1,10 |
| S.B.kn.14 | 5,72                 | 6,3   | 150     | 0,005       | 0,000033       | 140                  | 3    | 1,38 |
| S.B.kn.15 | 4,11                 | 4,5   | 136,5   | 0,005       | 0,000037       | 140                  | 2,5  | 1,43 |
| S.B.kn.16 | 2,12                 | 2,3   | 146,5   | 0,005       | 0,000034       | 140                  | 2    | 1,15 |

Sumber: hasil analisis

Dari **Tabel 2** dan **Tabel 3** di atas dapat disimpulkan menjadi beberapa poin utama sebagai berikut:

a) Total debit untuk melayani sawah di saluran pipa kanan adalah 35,44 l/s sedangkan total

debit untuk melayani sawah di saluran pipa kiri adalah 37,8 l/s.

b) Dari perhitungan diatas terlihat bahwa dimensi saluran di saluran kanan adalah 8, 6, 5, 4, 3, 2,5, 2 inch. Dan di saluran kiri adalah 8, 6, 5, 4, 3, 2 inch.

- c) Tanpa mengubah rencana dimensi saluran awal, tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air dari pompa sampai ke *outlet* terjauh di saluran pipa kanan adalah jumlah dari beda tinggi di saluran kanan yang jumlahnya adalah 28,16 m. Sementara tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air dari pompa ke *outlet* terjauh di saluran kiri adalah 34,66 m.
- d) Kecepatan aliran air di saluran pipa kanan berkisar antara 1,03 – 1,71 m/s. Dan kecepatan aliran air di saluran pipa kiri berkisar antara 1,00 – 1,73 m/s. Yang berarti perhitungan yang telah dilakukan sesuai dengan rencana kecepatan yang ingin dicapai yaitu 0,8 – 2,0 m/s.

**Saluran Pembuang**

Karena rawa Danda Besar termasuk dalam rawa dengan hidrotopografi B/C yang sifatnya terluapi oleh air pasang sekurangnya 4-5 kali dalam satu siklus 14 hari pada musim hujan saja maka kondisi lahan akan sering tergenang. Ini terbukti dengan hasil pengukuran di musim hujan (**Gambar 7**) yang menunjukkan bahwa ketika waktu pasang, air sering menggenangi lahan. terlihat terjadi dari tanggal 27 Maret 2019 sampai tanggal 2 April 2019. Kondisi ini berdampak tidak baik karena air hasil pencucian dari pirit yang beracun akan terus menggenangi lahan sawah dan tidak mampu mengalir keluar dari lahan yang berakibat akan meracuni tanaman. Bukti lainnya adalah ketika air pasang sebelum masuk ke lahan mempunyai nilai pH rata-rata sebesar 4, sedangkan pada waktu surut (pH air setelah menggenangi lahan dan mengalir keluar) nilai pH turun menjadi

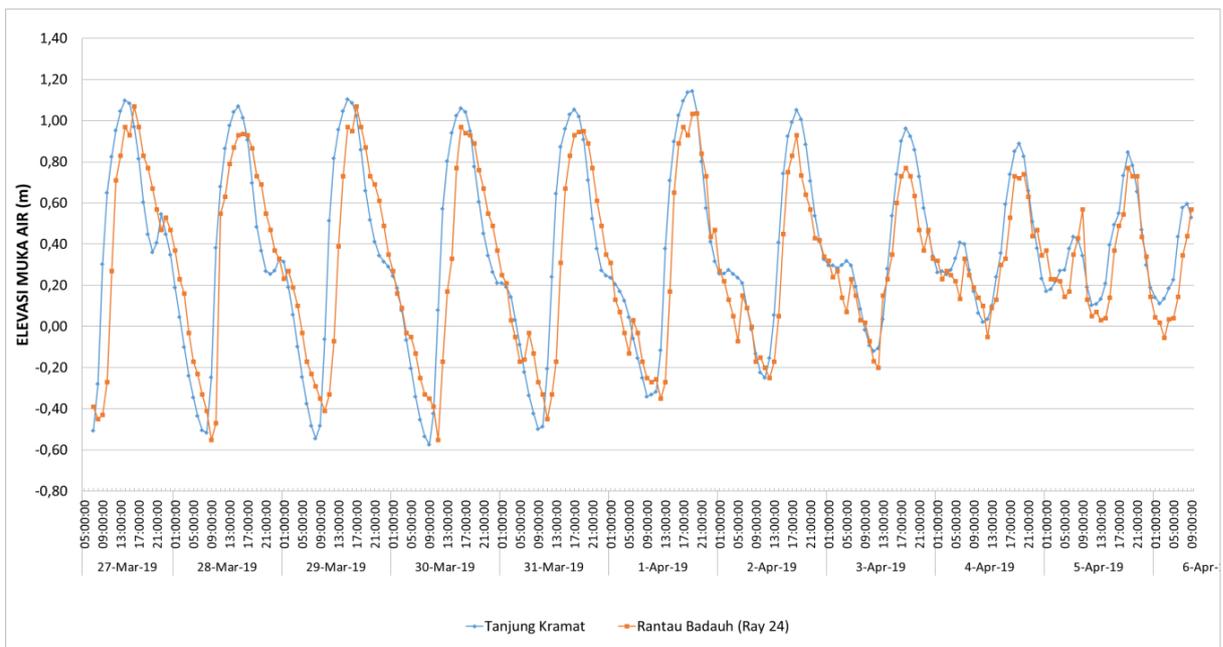
rata-rata 3. Nilai pH untuk waktu pasang dan waktu surut baik di saluran (Jalur/Ray 24) dan juga di muara jaringan irigasi rawa dapat dilihat pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**.

Oleh karena itu untuk memperlancar proses pencucian pirit, maka di dalam desain di penelitian ini, ditambahkan saluran pembuang untuk membantu proses drainase ketika air surut. Pencucian pirit (*leaching*) adalah salah satu metode yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan pirit (Yudianto, 2016). Air yang keluar melalui saluran pembuang menuju tersier kemudian ke saluran sekunder dan juga primer kemudian ke sungai besar (Barito) sampai ke laut. Selanjutnya ketika terjadi pasang, air yang masuk ke dalam jaringan irigasi rawa adalah air bersih yang terdorong dari sungai besar.

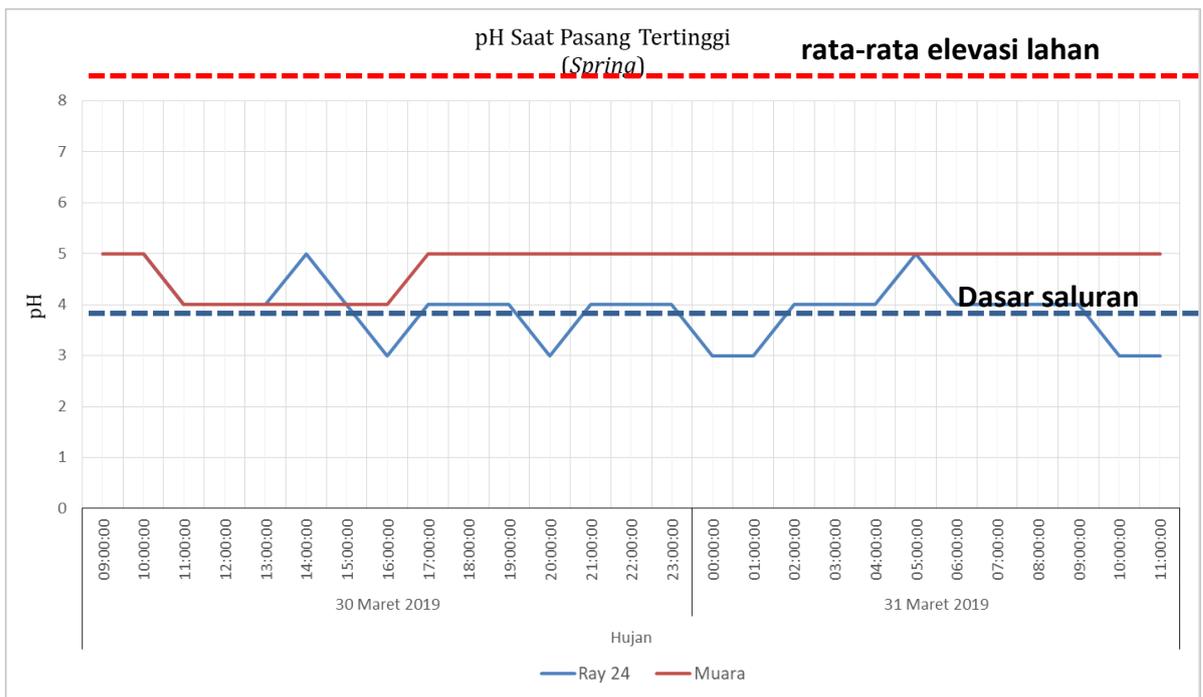
Saluran pembuang ini terbuat dari pipa PVC berukuran 6 inchi yang diletakkan menembus tanah kearah saluran tersier dan sejajar dengan tinggi tanah di sawah.

**Kapasitas Pompa**

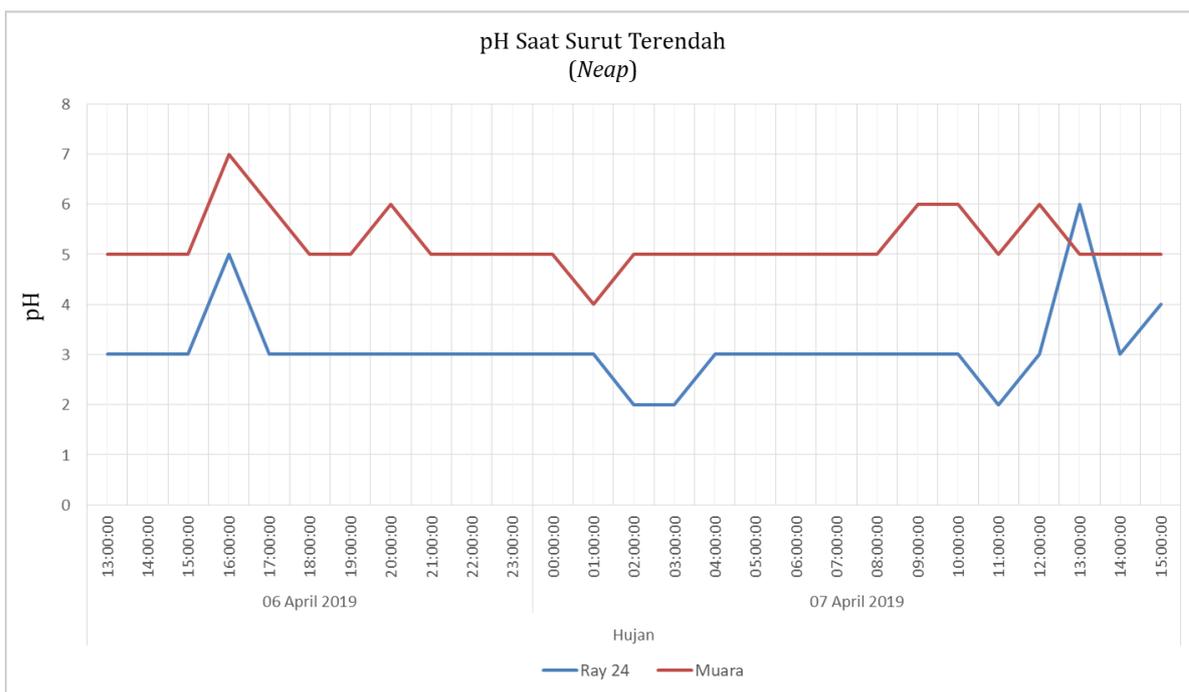
Pompa dihitung menyesuaikan total kebutuhan debit sesuai dengan **Tabel 2** dan **Tabel 3** diatas. Oleh karena itu, pompa yang dipakai adalah 2 x 40 l/s dibagi ke lahan kanan dan kiri saluran. Berdasarkan perhitungan kehilangan energi diatas, maka kapasitas pompa yang akan dipakai harus mempunyai kapasitas *head vertical* minimal 35 m untuk di lahan kanan dan 30 di lahan kiri dengan daya dorong horizontal 2.500 m.



**Gambar 7** Hasil pengukuran muka air di musim basah



Gambar 8 Hasil pengukuran muka air pada saat pasang (Spring)



Gambar 9 Hasil pengukuran muka air pada saat pasang (Neap)

**Analisis Kapasitas Tampung Saluran Tersier**

Waktu pasang bisa terjadi pada waktu malam ataupun siang. Oleh sebab itu, untuk mengontrol air agar tidak merepotkan pengoperasian maka digunakan pintu air. Tujuannya adalah ketika air pasang tertinggi masuk ke saluran tersier pintu

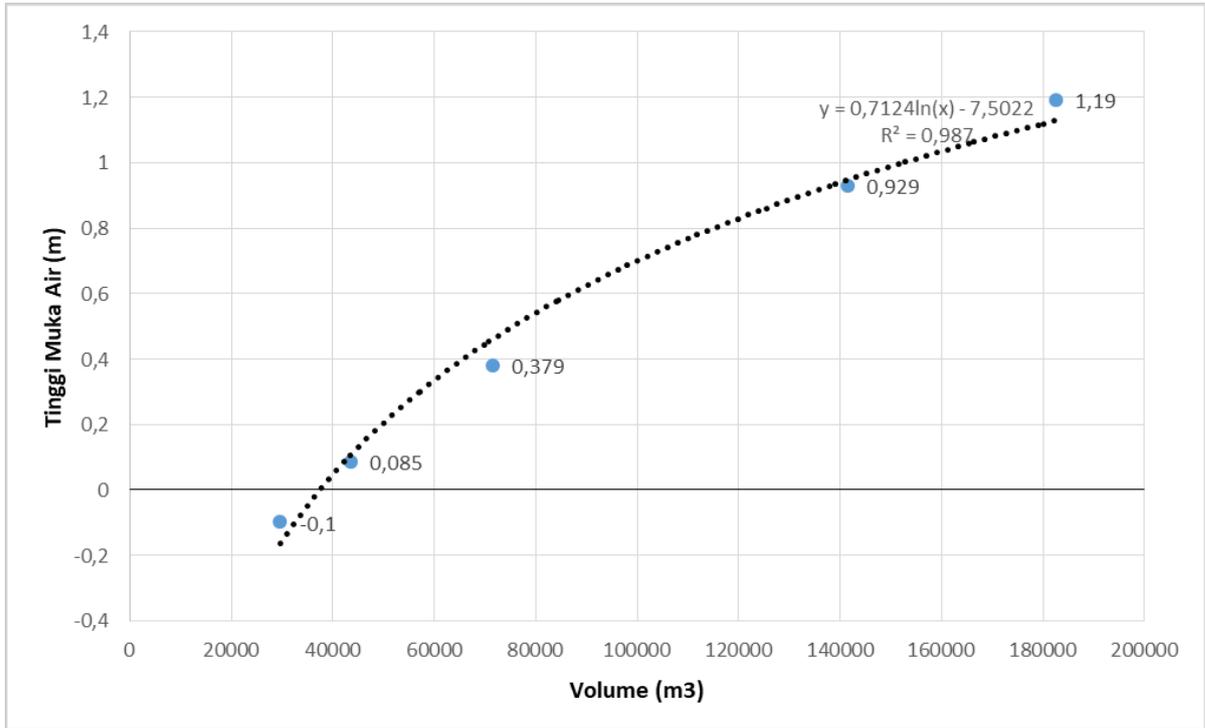
ditutup untuk menahan volume air agar tidak keluar.

Perlunya grafik hubungan antara muka air dan volume tampungan saluran tersier untuk menghitung cukup tidaknya tampungan saluran tersier jika dipompa selama waktu tertentu. Grafik

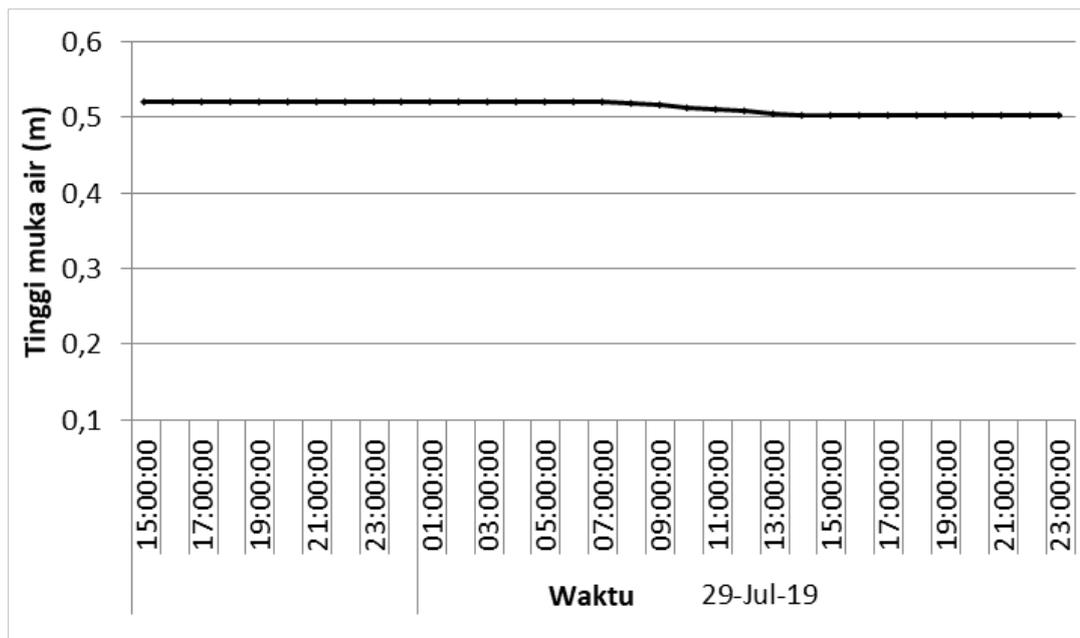
hubungan antara muka air dan volume tampungan tersaji pada **Gambar 10**.

Dalam penelitian ini diasumsikan waktu pemompaan paling lama adalah selama 7 jam. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa saluran tersier mampu memenuhi kebutuhan pemompaan selama 7 jam. Berdasarkan grafik pada **Gambar 11**, tinggi

muka air (TMA) yang semula pada +0,52 m yang kemudian dipompa selama 7 jam turun menjadi di +0,5 m. Dengan TMA +0,5 m sama dengan volume tampungan air di saluran tersier sisa 75.875 m<sup>3</sup>. Ini berarti saluran tersier sangat mampu memenuhi kebutuhan air di sawah dengan pemompaan selama 7 jam.



**Gambar 10** Grafik hubungan antara muka air dan volume tampungan saluran tersier



**Gambar 11** Hasil perhitungan muka air dengan pemompaan selama 7 jam

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa desain jaringan pompa irigasi pada lahan rawa Danda Besar yang mempunyai hidrotopografi B/C layak secara teknis untuk diterapkan di lapangan dan dijadikan model di daerah rawa yang mempunyai karakter yang serupa supaya produktivitas padi di lahan rawa bisa meningkat. Dengan menerapkan irigasi pompa berarti menambah masa tanam yang hanya 1 kali menjadi 2 atau 3 kali dalam setahun dan juga akan mencuci racun yang terkandung di tanah rawa secara terus menerus sehingga rawa tersebut menjadi lebih subur.

Saran penulis agar dilakukan penelitian untuk irigasi di daerah rawa dengan saluran terbuka (gendong) sebagai pelengkap dan juga pembanding dari penelitian ini. Perlu juga dilakukan analisa ekonomis terhadap irigasi yang menggunakan pipa dan pompa di daerah rawa. Dilanjutkan dengan analisa kelayakan terhadap model irigasi pipa di lahan rawa dengan skala yang lebih luas.

Perlunya variasi jenis tanaman di lahan rawa dengan hidrotopografi B/C seperti jeruk, jagung dan yang lainnya yang bernilai ekonomis tinggi supaya sistem irigasi yang diterapkan mampu mencapai tujuan penelitian yaitu mengoptimalkan produktivitas pertanian.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Balai Teknik Rawa yang telah mendukung terlaksananya penelitian dan semua pihak yang telah memberi dorongan hingga tersusunnya makalah penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T. (2004). *Potensi dan Pendayagunaan Lahan Rawa untuk Peningkatan Produksi Padi. Ekonomi Padi dan Beras Indonesia*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Alihamsyah, T., Nazemi, D., Mukhlis, Khairullah, I., Noor, H., Sarwani, M., & Sutikno, H. (2001). *Empat Puluh Tahun Balitra: Perkembangan dan Program Penelitian Kedepan*. Banjarbaru: Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa.
- Anggraini, F., Suryanto, A., & Aini, N. (2013). Sistem Tanam dan Umur Biibit pada Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(2), 52-60.
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Indonesia Dalam Angka 2010*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

- Badan Standardisasi Nasional. (2003). *RSNI T-01-2003 Tatacara Perencanaan Plumbing*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). *Pd.T-25-2004-A Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Pengoperasian Waduk Tunggul*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Dharmasetiawan, M. (2000). *Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum*. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2012). *Pohon Rawa*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Ellya, H., Wahdah, R., & Ismuhajarah, B. (2016). Komponen Hasil Generasi M1 Lima Varietas Padi Lokal Pasang Surut Kalimantan Selatan yang Diradiasi dengan Sinar Gamma. *Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Hasnur*, 41-45.
- Haryono. (2013). *Lahan Rawa: Lumbung Pangan Masa Depan Indonesia. Cetakan ke-2*. Jakarta: IAARD Press.
- Herawati, H., Yulianto, E., & Azmeri. (2020). Pengaruh Hidrotopografi dan Peruntukan Lahan Terhadap Saluran Tersier Daerah Rawa Pinang Dalam. *Jurnal Sainstis*, 20(1), 1-10. [https://doi.org/10.25299/sainstis.2020.vol20\(01\).4698](https://doi.org/10.25299/sainstis.2020.vol20(01).4698)
- Imanudin, M., Armanto, E., Susanto, R., & Bernas, S. (2011). Water Table Fluctuation in Tidal Lowland for Developing Agricultural Water Management Strategies. *Jurnal Tanah Tropika*, 15(3):277-282. <https://doi.org/10.5400/jts.2010.15.3.277>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 11/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Reklamasi Pasang Surut*.
- Mulyani, A., & Sarwani, M. (2013). Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7(1).
- Suhardono, A., Setiono, J., & Safitri, M. (2021). Pengaruh Ambang Bertalud pada Bak Kontrol di Saluran Terbuka Terhadap Kondisi Aliran. *Journal of Civil Engineering*, 15(2), 12-17.

- Susilawati, A., Nursyamsi, Dedi., & Syakir, M. (2016). Optimalisasi Penggunaan Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Swasembada Pangan Nasional. *Jurnal Sumber Daya Lahan*, 10(1): 51-64.
- Triatmodjo, B. (1996). *Hidrolika I dan II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Useng, D. (2013). Accounting for risk of using shallow ground water for secondary crops on lowland paddy fields in Indonesia. *Lowland Technology International*, 15(1), 29-37. [https://doi.org/10.14247/lti.15.1\\_29](https://doi.org/10.14247/lti.15.1_29)
- Wahyunto, R., Nugroho, K., & Sarwani, M. (2012). Inventarisasi dan Pemetaan Lahan Gambut di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Yudianto, E. (2016). *Penanganan Kebutuhan Air Dan Keracunan Pirit Di Daerah Irigasi Rawa Kecamatan Jejangkit Kabupaten Barito Kuala dengan Mempergunakan Model Duflow* [Tesis]. Universitas Brawijaya. <https://doi.org/10.21776/ub.itp.2017.008.01.09>