

Kajian Dewatering Sebagai Metode Darurat Pengairan Saluran Sekunder di Gumbasa, Sulawesi Tengah

Yerry Kahaditu Firmansyah¹⁾, Minarni Nur Trilita¹⁾

Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional (UPN) Veteran Jawa Timur, Surabaya.
email: yerry.kahaditu.ts@upnjatim.ac.id¹⁾, minarni.ts@upnjatim.ac.id²⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i2.947>

(Received: 18 February 2023 / Revised: 14 August 2023 / Accepted: 23 August 2023)

Abstrak

Sebagai negara agraris, masyarakat Indonesia banyak menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian. Dalam pertanian, irigasi sangatlah penting untuk memastikan hasil tani sekaligus mengembangkan sektor pertanian. Untuk itu, Daerah Irigasi Gumbasa, Palu, Sulawesi Tengah dilakukan rehabilitasi di saluran primer. Namun saat proses rehabilitasi berjalan, saluran sekunder ke bawahnya tetap memerlukan aliran air irigasi agar tidak mengganggu pertanian yang dialirinya. Oleh karena itu direncanakan untuk digunakan metode *dewatering* sebagai metode pengairan darurat. Metode *dewatering* jamak dilakukan pada pekerjaan konstruksi. Namun, karena metode tersebut belum pernah digunakan pada keperluan irigasi, maka perlu untuk dikaji secara mendalam. Dalam kajian ini akan dihitung jumlah sumuran yang diperlukan dan seberapa lama untuk memenuhi debit yang dibutuhkan dalam sehari. Hasil dari kajian tersebut adalah metode *dewatering* tidak sesuai untuk kegunaan darurat pengairan saluran irigasi karena jumlah sumuran yang diperlukan mencapai ribuan, sehingga perlu dilakukan kajian metode lain untuk memenuhi debit saluran sekunder tersebut.

Kata kunci: *Dewatering, irigasi, pertanian, rehabilitasi, saluran sekunder*

Abstract

As citizens in an agricultural country, most Indonesians depend on the agricultural sector for their livelihood. Irrigation is crucial to ensure farming yields while developing the agricultural sector. For this reason, the Gumbasa Irrigation Area, Palu, Central Sulawesi, is rehabilitating the primary channel. However, during the rehabilitation process, the secondary channels still need irrigation water flow so as not to interfere with the agriculture it flows through. Therefore, it was planned to use the dewatering method as an emergency irrigation method. The dewatering method is commonly used in construction works. However, since the method has never been used for irrigation purposes, it needs to be studied. The study will calculate the number of wells required and how long it takes to fulfil the required discharge in a day. The result of the study is that the dewatering method is not suitable for irrigation purposes because the number of pits required is in the thousands, so it is necessary to study other methods to fulfil the secondary channel discharge.

Keywords: *Dewatering, irrigation, agriculture, rehabilitation, Secondary Channel,*

1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara agraris dengan kekayaan alam melimpah, serta masyarakat yang didominasi oleh petani yang bergantung hidup pada sektor pertanian, hal tersebut menjadikan sektor pertanian sebagai sektor terbesar di Indonesia (Bilal Khan et al., 2021; Ibrahim & M, 2020; Jauda et al., 2016; Moeis et al., 2020).

Pertanian adalah kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, dan mengelola lingkungan hidup (Afrianto et al., 2022; Jauda et al., 2016). Dalam sektor pertanian, irigasi adalah salah satu komponen yang sangat penting dan vital, karena sangat mempengaruhi hasil tani. Selain itu, sistem irigasi yang baik sangatlah penting dalam usaha pengembangannya (Waskitho, 2015; Zeffitni & Mangitung, 2017). Saluran irigasi yang baik dapat memastikan ketersediaan air, walaupun daerah irigasi tersebut berada jauh dari sumber air permukaan (Safri et al., 2023; Sianto, 2023).

Dewatering adalah pekerjaan sipil yang bertujuan untuk mengendalikan air, baik air tanah atau air permukaan agar tidak menghambat proses pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi, terutama untuk pelaksanaan bagian struktur yang berada dalam tanah dan di bawah muka air tanah (Dentel & Qi, 2014; Sabrina & Tasbihah, 2023). Namun, pekerjaan *dewatering* yang akan dikaji dalam hal ini adalah bukan bertujuan untuk proses pelaksanaan pekerjaan konstruksi tetapi untuk memenuhi pengairan irigasi pada saluran sekunder yang bersifat sementara. *Dewatering* dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti metode *predrainage*, metode *open pumping*, dan metode *cut off* (Putra & Hamdhan, 2021). Pada metode *predrainage*, *dewatering* untuk menurunkan muka air tanah dilakukan sebelum pekerjaan galian. Sehingga galian dilakukan pada kondisi tanah sudah kering (Indah, 2021). Pada metode *open pumping*, pekerjaan galian dilakukan pada kondisi tanah apa adanya dan ditambah 1 galian kecil yang berfungsi sebagai parit tampungan sementara, lalu air dibiarkan mengalir ke parit tersebut untuk kemudian dipompa (Salim et al., 2022). Metode *cut off* adalah metode *dewatering* yang menitikberatkan pencegahan masuknya air ke dalam galian dengan cara memotong aliran menggunakan sheet pile atau alat semisalnya (Powers et al., 2007; Roberts et al., 2022).

Dalam kasus ini, *dewatering* menjadi sebuah metode yang cukup mudah untuk dilakukan. Namun, kelemahan proses *dewatering* untuk menarik air dari tanah dapat menyebabkan *settlement* dan membahayakan bangunan-bangunan sekitar, terutama bangunan bawah tanah (Zheng et al., 2019). Hal ini terjadi karena saat air yang berada di pori-pori tanah ditarik, maka pori-pori tersebut akan menjadi kosong. Kemudian beban tanah sendiri dan apapun yang ada di atasnya menekan pori-pori tersebut hingga menjadi hampir hilang, sehingga terjadi penurunan di permukaan tanah (Goh et al., 2020; Pujades et al., 2017; Zeng et al., 2021).

Dalam usaha untuk melakukan pemeliharaan saluran irigasi di Daerah Irigasi Gumbasa, Palu, Sulawesi Tengah, dilakukan rehabilitasi saluran irigasi primer. Rehabilitasi saluran irigasi ini diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap masyarakat sekitar. Akibat dilakukannya rehabilitasi saluran irigasi primer ini, untuk memastikan bahwa saluran irigasi sekunder, tersier, dan bawahnya tetap terairi, maka diusulkan untuk melakukan pengairan saluran-saluran tersebut dengan metode *dewatering*. Sehingga perlunya dilakukan kajian yang menyeluruh agar dapat dipastikan Daerah Irigasi Gumbasa tidak terjadi kekurangan air.

2. Metode Penelitian

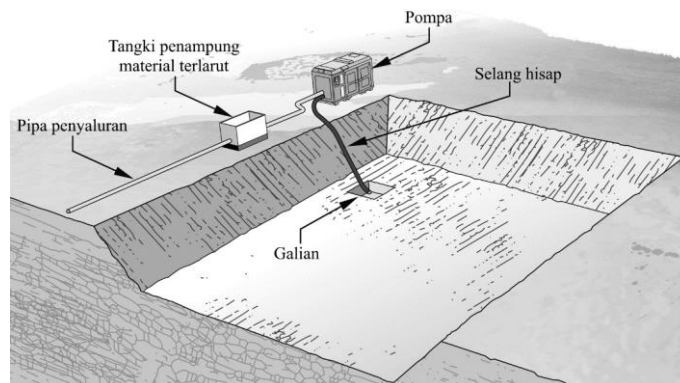
Sebelum dilakukan perhitungan, sebelumnya dilakukan pengambilan data kebutuhan air untuk seluruh saluran yang dilayani oleh saluran primer yang sedang dilakukan rehabilitasi. Hal ini dilakukan untuk memastikan perhitungan yang dilakukan memberikan hasil yang seakurat mungkin. Data tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data saluran Gumbasa

| Uraian | Panjang saluran eksisting (m) | Panjang saluran rencana (m) | Perbaikan bangunan (unit) | Bangunan baru (unit) | Luas area (Ha) | Debit air (l/dt) |
|--|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|----------------|------------------|
| Saluran Induk | | | | | | |
| Panjang Saluran | 35,000.00 | 35,000.00 | 70.00 | 9.00 | | |
| Lebar dasar Lining | 7.50 | | | | | |
| Tinggi muka Air Rata-Rata | 2.30 | | | | | |
| Tinggi <i>lining miring</i> rata-rata | 4.60 | | | | | |
| Volume Beton | 1.16 | | | | | |
| Saluran Sekunder | | | | | | |
| Panjang Saluran Sekunder Ramba | 2,004.00 | 2,004.00 | 5.00 | 1.00 | 145.00 | 214.60 |
| Panjang Saluran Sekunder Kalawara | 1,332.00 | 1,332.00 | 7.00 | - | 73.00 | 106.04 |
| Panjang Saluran Sekunder Kaluku lau | 2,665.00 | 4,178.00 | 3.00 | 5.00 | 260.00 | 384.80 |
| Panjang Saluran Sekunder Watang Pinang | 1,019.00 | 1,019.00 | 4.00 | - | 125.00 | 185.00 |
| Panjang Saluran Sekunder Karusakan | 3,087.00 | 3,087.00 | 3.00 | 1.00 | 204.00 | 301.92 |
| Panjang Saluran Sekunder Sidondo | 3,500.00 | 3,500.00 | 10.00 | 3.00 | 240.00 | 364.00 |
| Panjang Saluran Sekunder Lampio | 3,406.00 | 3,406.00 | 5.00 | 3.00 | 342.00 | 508.16 |
| Panjang Saluran Sekunder Bora | 1,298.00 | 1,313.00 | 2.00 | 2.00 | 394.00 | 683.00 |
| Panjang Saluran Sekunder Maranata | 2,926.00 | 2,926.00 | 4.00 | 3.00 | 439.00 | 649.20 |
| Panjang Saluran Sekunder Tambulalo | 777.00 | 777.00 | 2.00 | - | - | - |
| Panjang Saluran Sekunder Watubula | 3,380.00 | 3,817.00 | 3.00 | 18.00 | 362.00 | 535.76 |
| Panjang Saluran Sekunder Soulowe Patua | 2,111.00 | 2,111.00 | 2.00 | 5.00 | 264.00 | 390.72 |
| Panjang Saluran Sekunder Sidera | 4,043.00 | 4,043.00 | 4.00 | 2.00 | 555.00 | 621.40 |
| Panjang Saluran Sekunder Karawana | 2,231.00 | 2,231.00 | 2.00 | 3.00 | 263.00 | 389.24 |
| Panjang Saluran Sekunder | 5,543.00 | 5,543.00 | 6.00 | 3.00 | 890.00 | 1,317.00 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| Pangele | | | | | | |
| Panjang Saluran Sekunder Jonooge | 2,364.00 | 2,364.00 | 2.00 | 1.00 | - | - |
| Panjang Saluran Sekunder Bobora | 3,593.00 | 3,593.00 | | | 440.00 | 651.00 |
| Panjang Saluran Sekunder Kaluku Bula | 2,559.00 | 2,559.00 | | | 371.00 | 549.00 |
| Panjang Saluran Sekunder Biromaru | 3,342.00 | 3,342.00 | | | 226.00 | 334.00 |
| Panjang Saluran Sekunder Petobo | 1,724.00 | 1,724.00 | | | 193.00 | 288.00 |
| Total Saluran Sekunder | 52,904.00 | 54,869.00 | 64.00 | 50.00 | 5786.00 | 8472.84 |
| Saluran Pembuang | 5,042.00 | 5,042.00 | | | | |

Metode *dewatering* yang akan direncanakan untuk pengairan darurat adalah metode *open pumping*, yang diilustrasikan pada Gambar 1. Metode ini dilakukan penggalian sebanyak dua kali. Galian pertama dilakukan dengan dimensi yang cukup besar, dan dengan dasarnya memiliki elevasi di bawah elevasi muka air tanah. Galian kedua dilakukan di dalam galian pertama, dengan dimensi yang relatif kecil. Galian kedua dikerjakan untuk meletakkan selang hisap. Karena elevasi muka air tanah berada di bawah dasar galian pertama dan kedua, maka air akan menggenangi kedua galian tersebut. Lalu air yang menggenangi tersebut akan dipompa dan dialirkan menggunakan pipa penyaluran untuk kemudian mengalir menuju saluran-saluran irigasi.

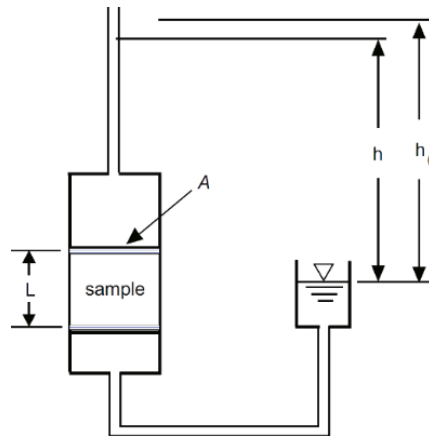


Gambar 1 Ilustrasi open pumping (Cashman & Preene, 2020)

Dalam perencanaan pekerjaan dewatering, sifat permeabilitas tanah adalah tahap pertama perhitungan yang harus dilakukan. Sifat permeabilitas tanah dapat diamati di laboratorium dengan metode Falling-Head. Metode uji permeabilitas Falling-Head atau metode dengan atau tinggi energi turun adalah metode pengujian permeabilitas tanah yang lebih cocok digunakan untuk tanah yang memiliki ukuran partikel halus, seperti tanah lempung (Das, 2019). Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam suatu tabung. Pipa pengukur kemudian didirikan di atas benda uji. Air dituangkan melalui pipa pengukur dan dibiarkan mengalir melewati sampel. Perbedaan ketinggian air pada awal pengujian dan pada saat akhir pengujian direkam (Hardiyatmo, 2002; Kaliakin, 2017). Pengujian permeabilitas Falling-Head diilustrasikan pada Gambar 2. Perhitungan koefisien permeabilitas dilakukan menggunakan rumus Darcy (Das, 2019).

$$q = k \frac{h}{L} A \quad (1)$$

di mana q adalah Debit (cm³/detik); k adalah Permeabilitas tanah (cm/detik); h adalah Perbedaan tinggi air di dalam pipa saat awal pengujian dan akhir pengujian (cm); L adalah Panjang sampel (cm); dan A adalah Luas penampang sampel (cm²).

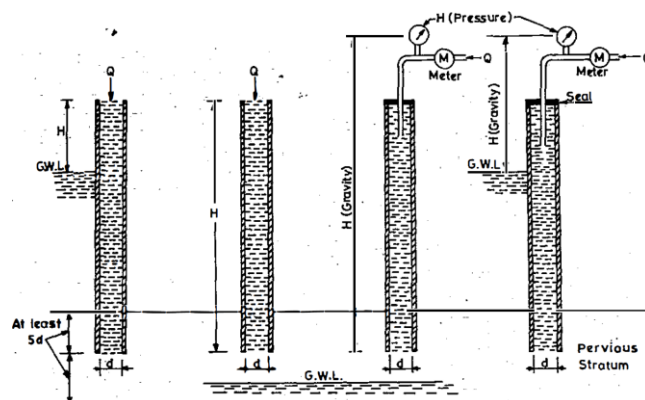


Gambar 2 Ilustrasi engujian permeabilitas falling-head (Kaliakin, 2017)

Setelah koefisien permeabilitas didapatkan, kemudian dapat dilakukan perhitungan debit air mengisi sumuran-sumuran yang direncanakan. Perhitungan debit ini dilakukan menggunakan rumus dari Nayak (Nayak, 1996) dengan sebelumnya melakukan pengujian sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 3.

$$Q = 2 \times 75 \times kd\Delta H \quad (2)$$

di mana Q adalah Debit (cm³/detik); k adalah Permeabilitas tanah (cm/detik); d adalah Diameter pipa (cm); dan ΔH adalah Perbedaan tinggi air di dalam pipa terhadap MAT (cm)



Gambar 3 Ilustrasi pengujian untuk perhitungan debit air mengisi sumuran (Nayak, 1996)

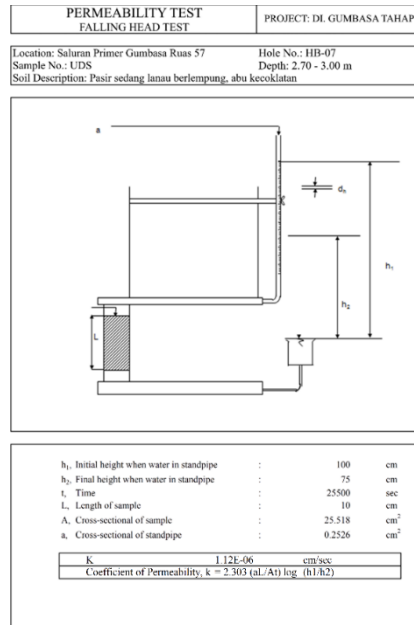
Menggunakan nilai durasi waktu 1 sumuran memenuhi kebutuhan debit air masing-masing saluran sekunder, dapat dilakukan perhitungan jumlah sumuran yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi kebutuhan debit air masing-masing saluran sekunder dalam waktu 24 jam. Rumus yang digunakan adalah:

$$n = \frac{\pi d^2 h}{4Q} \times 86400 \quad (3)$$

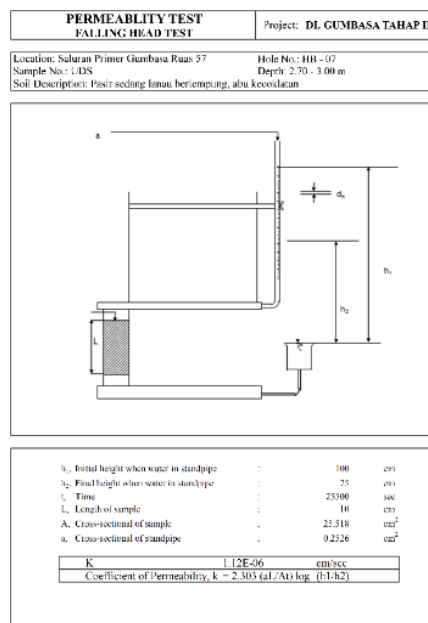
di mana n adalah Jumlah sumuran yang diperlukan; d adalah Diameter pipa (cm); h adalah Perbedaan tinggi air di dalam pipa saat awal pengujian dan akhir pengujian (cm); dan Q adalah Debit (cm³/detik).

3. Hasil dan Pembahasan

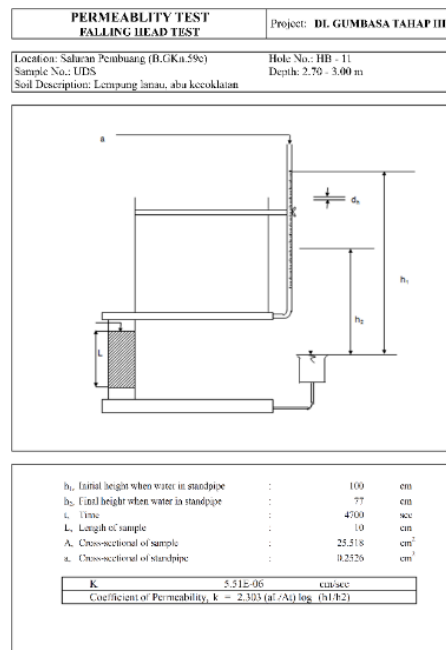
Sebelum melakukan analisis perencanaan kegiatan dewatering, dilakukan penyelidikan tanah pada lokasi-lokasi yang akan dibuat sumur, berupa penyelidikan tanah laboratorium. Hasil penyelidikan tanah laboratorium disajikan pada Gambar 7 hingga Gambar 7,



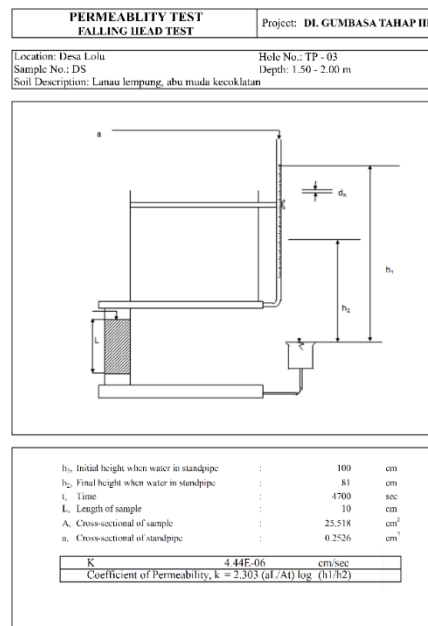
Gambar 4 Nilai koefisien permeabilitas pada saluran pembuang Gendong (B.Gkn.48-B.GKn.51a)



Gambar 5 Nilai koefisien permeabilitas pada saluran primer Gumbasa Ruas 57



Gambar 6 Nilai koefisien permeabilitas pada saluran pembuang Gendong



Gambar 7 Nilai koefisien permeabilitas pada saluran Desa Lolu

Kegiatan dewatering yang direncanakan pada Daerah Irigasi Gumbasa dilaksanakan dengan sumur berdiameter 1 meter dengan kedalaman sumur hingga 10 meter. Asumsi letak muka air tanah berada pada elevasi permukaan tanah ± 0.00 meter.

Perhitungan debit air maksimum dalam sumuran berdasarkan pengujian Falling-Head dan menggunakan rumus 2 disajikan pada Tabel 2. Perhitungan jumlah sumuran yang diperlukan untuk memenuhi debit masing-masing saluran sekunder selama 24 jam, menggunakan rumus 3 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Debit air maksimum sumuran berdasarkan pengujian Falling-Head

| No | Nama Saluran Sekunder | Rencana <i>well</i> untuk <i>dewatering</i> | | | Nilai <i>permeability</i> (k) (cm/dt) | Debit air tanah mengisi sumur (Q) (cm ³ /dt) |
|-----|-----------------------|---|--------------------|--|---------------------------------------|---|
| | | Diameter (d) (cm) | Kedalaman (h) (cm) | Volume (V) (cm ³) | | |
| | | (1) | (2) | (3) = $\frac{1}{4}\pi \times (1)^2 \times (2)$ | (4) | (5) = (4) x 2 x 75 x (1) x (2) |
| 1. | Ramba | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 4.44x10 ⁻⁶ | 66,58 |
| 2. | Kalwara | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 4.44x10 ⁻⁶ | 66,58 |
| 3. | Kaluku lau | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 4.44x10 ⁻⁶ | 66,58 |
| 4. | Watang pinang | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 4.44x10 ⁻⁶ | 66,58 |
| 5. | Karusakan | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 4.44x10 ⁻⁶ | 66,58 |
| 6. | Sidondo | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 4.44x10 ⁻⁶ | 66,58 |
| 7. | Lampio | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 4.44x10 ⁻⁶ | 66,58 |
| 8. | Bora | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 9. | Maranata | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 10. | Tambulalo | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 11. | Watubula | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 12. | Soulowa patua | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 13. | Sidera | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 14. | Karawana | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 15. | Pangele | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 16. | Jonooge | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 17. | Bobora | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 18. | Kaluku bula | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 19. | Biromaru | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 8.54x10 ⁻⁷ | 12,80 |
| 20. | Petobo | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 1.12x10 ⁻⁶ | 16,75 |

Tabel 3 Jumlah sumuran rencana diperlukan untuk memenuhi debit saluran sekunder selama 24 jam

| No | Nama Saluran Sekunder | Debit aliran (cm ³ /dt) | Rencana <i>well</i> untuk <i>dewatering</i> | | | Kapasitas sumuran (detik) | Jumlah sumuran yang diperlukan (unit) |
|-----|-----------------------|------------------------------------|---|--------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| | | | Diameter (d) (cm) | Kedalaman (h) (cm) | Volume (V) (cm ³) | | |
| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) = (4) / (1) | (6) = (5) x 86400 |
| 1. | Ramba | 214.60 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 36,58 | 2362 |
| 2. | Kalwara | 106.04 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 74,03 | 1167 |
| 3. | Kaluku lau | 384.80 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 20,40 | 4235 |
| 4. | Watang pinang | 185.00 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 42,43 | 2036 |
| 5. | Karusakan | 301.92 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 26,00 | 3323 |
| 6. | Sidondo | 364.00 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 21,57 | 4006 |
| 7. | Lampio | 508.16 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 15,45 | 5593 |
| 8. | Bora | 683.00 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 11,49 | 7517 |
| 9. | Maranata | 649.20 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 12,09 | 7145 |
| 10. | Tambulalo | 0 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 0 | 0 |
| 11. | Watubula | 535.76 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 14,65 | 5897 |
| 12. | Soulowa patua | 390.72 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 20,09 | 4300 |
| 13. | Sidera | 621.40 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 12,63 | 6839 |
| 14. | Karawana | 389.24 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 20,17 | 4284 |
| 15. | Pangele | 1317.00 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 5,69 | 14495 |
| 16. | Jonooge | 0 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 0 | 0 |

| No | Nama Saluran Sekunder | Debit aliran (cm ³ /dt) | Rencana <i>well</i> untuk <i>dewatering</i> | | | Kapasitas 1 | Jumlah sumuran |
|-----|-----------------------|------------------------------------|---|--------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|
| | | | Diameter (d) (cm) | Kedalaman (h) (cm) | Volume (V) (cm ³) | sumuran (detik) | yang diperlukan (unit) |
| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) = (4) / (1) | (6) = (5) x 86400 |
| 17. | Bobora | 651.00 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 12,06 | 7165 |
| 18. | Kaluku bula | 549.00 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 14,30 | 6042 |
| 19. | Biomaru | 334.00 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 23,50 | 3676 |
| 20. | Petobo | 288.00 | 100 | 1000 | 7,85x10 ⁶ | 27,26 | 3170 |

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah didapat dan perhitungan yang telah dilakukan terkait penggunaan metode *dewatering* sebagai usaha darurat untuk memenuhi kapasitas debit dibutuhkan pada Daerah Irigasi Gumbasa, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah sumuran yang diperlukan terlalu banyak, dengan jumlah ribuan, pada setiap daerah saluran sekunder Daerah Irigasi Gumbasa.
2. Penggunaan metode *dewatering* sumuran sebagai metode darurat pengganti debit irigasi pada saluran sekunder Daerah Irigasi Gumbasa tidak efektif karena terpengaruh oleh kecepatan air tanah.

4.2 Saran

Dalam perhitungan untuk upaya pemanfaatan metode *dewatering* sebagai metode darurat pengganti debit irigasi saluran sekunder Daerah Irigasi Gumbasa memberikan hasil bahwa metode tersebut tidak efektif. Sehingga diperlukan kajian metode lain sebagai pengganti debit irigasi saluran sekunder Daerah Irigasi Gumbasa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi sebesar-besarnya kepada UPN Veteran Jawa Timur beserta *stakeholder* terkait yang telah memberikan dukungan penelitian ini. Semoga artikel ini berguna bagi masyarakat umum dan insan akademik secara khusus. Terima kasih dan apresiasi juga penulis sampaikan kepada *editor-in-chief* Teras Jurnal yang telah mempublikasi artikel ini.

Daftar Kepustakaan

- Afrianto, B., Sutapa, I. W., Hidayat, N., & Herman, R. (2022). Studi Laju Infiltrasi Pada Lahan Irigasi Gumbasa (Studi Kasus di BGKn 38, 42 dan 51). *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 19–24. <https://doi.org/10.22487/renstra.v3i1.329>

- Bilal Khan, M., Ahmad Ghafoorzai, S., Patel, I., & Mohammed Shehbaz, D. (2021). Waqf based Islamic Fintech Model for Agriculture Sector of Indonesia. *International Journal of Business Ethics and Governance*, 73–85. <https://doi.org/10.51325/ijbeg.v4i1.61>
- Cashman, P. M., & Preene, M. (2020). *Groundwater Lowering in Construction*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003050025>
- Das, B. M. (2019). Advanced Soil Mechanics. In *Advanced Soil Mechanics*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351215183>
- Dentel, S. K., & Qi, Y. (2014). Management of Sludges, Biosolids, and Residuals. In *Comprehensive Water Quality and Purification* (Vol. 3, pp. 223–243). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382182-9.00049-9>
- Goh, A. T. C., Zhang, R. H., Wang, W., Wang, L., Liu, H. L., & Zhang, W. G. (2020). Numerical study of the effects of groundwater drawdown on ground settlement for excavation in residual soils. *Acta Geotechnica*, 15(5), 1259–1272. <https://doi.org/10.1007/s11440-019-00843-5>
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1* (3rd ed.). Gadjah Mada University Press.
- Ibrahim, J. T., & M, Z. M. (2020). Structural Transformation of Agricultural Sector in East Java Indonesia. *International Journal of Economics and Management Studies*, 7(3), 1–7. <https://doi.org/10.14445/23939125/IJEMS-V7I3P101>
- Indah, R. P. (2021). *Metode Pekerjaan Dinding Penahan Tanah Gedung Kuliah Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*. Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan.
- Jauda, R. La, Laoh, O. E. H., Baroleh, J., & Timban, J. F. J. (2016). ANALISIS PENDAPATAN USAHATANI KAKAO DI DESA TIKONG, KECAMATAN TALIABU UTARA, KABUPATEN KEPULAUAN SULA. *AGRI-SOSIOEKONOMI*, 12(2), 33. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.12.2.2016.12071>
- Kaliakin, V. N. (2017). Chapter 6 - Example Problems Involving One-Dimensional Fluid Flow in Soils. In V. N. Kaliakin (Ed.), *Soil Mechanics* (pp. 243–313). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804491-9.00006-9>
- Moeis, F. R., Dartanto, T., Moeis, J. P., & Ikhsan, M. (2020). A longitudinal study of agriculture households in Indonesia: The effect of land and labor mobility on welfare and poverty dynamics. *World Development Perspectives*, 20(August 2019), 100261. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2020.100261>
- Nayak, N. V. (1996). *Foundation Design Manual* (4th ed.). Dhanpat Rai Publications Ltd.
- Powers, J. P., Corwin, A. B., Schmall, P. C., & Kaeck, W. E. (2007). Construction Dewatering and Groundwater Control. In C. J. Herridge & M. D. Morris (Eds.), *Environmental & Engineering Geoscience*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470168103>
- Pujades, E., De Simone, S., Carrera, J., Vázquez-Suñé, E., & Jurado, A. (2017). Settlements around pumping wells: Analysis of influential factors and a simple calculation procedure. *Journal of Hydrology*, 548, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.02.040>
- Putra, I., & Hamdhan, I. N. (2021). Pemodelan Dewatering pada Galian Dalam dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Prosiding FTSP*.

- Roberts, T., Preene, M., & Powrie, W. (2022). *The changing nature of groundwater control for temporary works*. November.
- Sabrina, A. A., & Tasbihah, M. A. (2023). *Analisa Rembesan dan Dewtering pada Dinding Basement (Studi Kasus Proyek Laboratorium Klinik Pramita Semarang)* [Universitas Islam Sultan Agung]. <http://repository.unissula.ac.id/28538/>
- Safri, Azizah, C., & Fahmi, M. (2023). Evaluasi Kerusakan Jaringan irigasi di Blang Rongka Kabupaten Bener Meriah. *Jurnal Lingkungan Almuslim*, 2(1), 034–038.
- Salim, M. A., Syafrudin, & Susanty, A. (2022). Analisis Perbandingan Metode Kerja Dewatering Pada Proyek Pembangunan Jembatan Pipa Pertamina Di Semarang. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 1(2), 60–67. <https://doi.org/10.14710/jpii.2022.17263>
- Sianto, L. (2023). Program Peningkatan Saluran Irigasi Desa Labulu-bulu Kecamatan Parigi Kabupaten Muna. *Jurnal Pengabdian Masyarakat ANOA*, 1(2), 39–47.
- Waskitho, N. T. (2015). Unmanned Aerial Vehicle Technology in Irrigation Monitoring. *Advances in Environmental Biology*, 9(23), 7–10.
- Zeffitni, S. L., & Mangitung, D. M. (2017). Active Participation P3A in Management of Irrigation Network Groundwater (JIAT) in Regional Areas of Surface Water at Central Sulawesi Province, Indonesia. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(10), 1161–1169. <http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=8&IType=10>
- Zeng, C.-F., Song, W.-W., Xue, X.-L., Li, M.-K., Bai, N., & Mei, G.-X. (2021). Construction dewatering in a metro station incorporating buttress retaining wall to limit ground settlement: Insights from experimental modelling. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 116(August), 104124. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2021.104124>
- Zheng, G., Ha, D., Zeng, C., Cheng, X., Zhou, H., & Cao, J. (2019). Influence of the opening timing of recharge wells on settlement caused by dewatering in excavations. *Journal of Hydrology*, 573(March), 534–545. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.03.079>