



Research Articles

Karakteristik Kehilangan Energi dan Potensi Tekanan pada Jaringan Irigasi Perforasi

Charakterisytik of Energy Loss and Pressure Potential in Perforate Irrigation Networks

**I D G Jaya Negara^{*}, Yusron Saadi, Anid Supriyadi,
Humairo Saidah, Lalu Dea Maulana Diendy Kusuma**

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA.

**corresponding author, email : jayanegara@unram.ac.id*

Manuscript received: 19-07-2025. Accepted: 25-09-2025

ABSTRAK

Besarnya kehilangan energi pada jaringan perpipaan sangat mempengaruhi besarnya debit aliran yang dapat dihasilkan oleh jaringan tersebut. Selain itu untuk mengetahui pengaruh perubahan kehilangan energi dan tekanan akibat perubahan head dari sumber air perlu diketahui, agar karakteristik perubahan dan dampaknya pada kecepatan aliran dan debit yang dihasilkan dapat digunakan sebagai informasi penting dalam perancangan jaringan irigasi. Uji ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik besarnya kehilangan energi sekunder dan tekanan sisa yang dihasilkan oleh jaringan irigasi perforasi yang menggunakan tiga pipa jaringan sekunder sebagai pipa perforasi. Uji irigasi dilakukan pada 4 variasi head yang terdiri dari 3,5 m, 3,6 m, 3,7 m, dan 3,8 m. Analisis kehilangan energi digunakan prinsip persamaan Bernoulli, dan analisis dilakukan terhadap kehilangan energi mayor dan minor pada setiap variasi head termasuk besarnya tekanan air tersedia yang dimanfaatkan untuk mengalirkan air pada lubang pipa perforasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada penambahan panjang pipa primer 1 m mengakibatkan penambahan kehilangan energi jaringan sebesar 0,02 m, dan setiap penambahan head 0,1 m dari head 3,5 m, diperoleh peningkatan kehilangan energi total sebesar 0,01 m. Dengan head 3,5 m diperoleh tekanan sebesar 2,12 m dan pada head 3,8 m diperoleh tekanan sebesar 2,36m. Pada L2 diperoleh tinggi tekanan berkisar 1,97m – 2,21 m, sedangkan pada L3 diperoleh nilai tinggi tekanan berkisar 1,84m -2,07m. Jadi setiap penambahan head 0,1m meningkatkan tinggi tekanan sebesar 0,08 m pada jaringan irigasi perforasi.

Kata kunci : distribusi; potensi; tekanan; head; energi; pancaran; perforasi

ABSTRACT

The magnitude of energy loss in a piping network significantly affects the flow rate that the network can produce. Furthermore, it is important to understand the effect of changes in energy loss and pressure due to changes in the head of the water source. This allows the characteristics of these changes and their impact on the resulting flow rate and discharge to be used as important information in irrigation network design. This test aims to determine the characteristics of the secondary energy loss and residual pressure generated by a perforated irrigation network that uses three secondary network pipes as perforations. The irrigation test was conducted at four head variations: 3.5 m, 3.6 m, 3.7 m, and 3.8 m. The energy loss analysis used the Bernoulli equation, and major and minor energy losses were analyzed at each head variation, including the amount of available water pressure utilized to flow water through the perforated pipe holes. The analysis results showed that a 1 m increase in primary pipe length

resulted in an increase in network energy loss of 0.02 m, and each 0.1 m increase in head from 3.5 m resulted in an increase in total energy loss of 0.01 m. At L1 a head of 3.5 m, the pressure is 2.12 m, and at a head of 3.8 m, the pressure is 2.36 m. At L2, the pressure head ranges from 1.97 m to 2.21 m, while at L3, the pressure head ranges from 1.84 m to 2.07 m. Therefore, every 0.1 m increase in head increases the pressure head by 0.08 m in the perforated irrigation network.

Keywords: distribution, potential, pressure, head, energy, jet, perforation

PENDAHULUAN

Sistem irigasi perforasi merupakan salah satu teknik irigasi yang sudah ada sejak lama karena menggunakan jaringan pipa sebagai media pengalirannya. Namun demikian sistem irigasi perforasi sangat jarang digunakan oleh masyarakat dilahan basah dan sedangkan untuk irigasi di lahan kering kemungkinan sudah dikenal tetapi masih jarang petani tertarik menggunakannya karena model pengalirannya memerlukan tekanan. Sedangkan sistem irigasi yang lainnya seperti sistem *sprinkler* dan tetes sudah sangat sering teraplikasi ditingkat lapang terutama di lahan kering, walaupun tidak banyak masyarakat yang menggunakannya karena perlu keterampilan terlatih dan kedisiplinan dalam menggunakannya. Khususnya sistem irigasi perforasi perlu kembali dibangkitkan penggunaan dan penyebaran informasinya, karena didaerah-daerah lahan kering yang berbukit-bukit sangat berpotensi diterapkan sistem irigasi ini. Tekanan air pada lahan berbukit bisa jadi sebagai potensi yang didapat dengan mudah, karena di lahan kering suhunya tinggi dan berpotensi sangat boros dalam penggunaan irigasi jika diberikan secara komunal, sehingga perlu dibantu dengan sistem perforasi yang lebih efisien. Oleh karena pengenalan kondisi pengaliran jaringan irigasi perforasi sangat penting untuk diketahui agar pengembangan penggunaannya dapat dilakukan dengan baik. Karakteristik aliran dalam jaringannya juga penting untuk diselidiki, agar perancangan jaringannya dapat dilakukan dengan lebih efektif.

Dengan penggunaan tekanan air oleh sistem irigasi perforasi seperti halnya sistem *sprinkler*, maka sistem irigasi perforasi akan dapat memberikan irigasi sesuai jalur tanamannya saja, tekanan air hanya diperlukan untuk menekan gerakan air sebagai energi yang keluar dari lubang perforasi dan sesuai jalur tanamannya. Sistem irigasi ini yang menggunakan tekanan diharapkan dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman serta mampu memberikan air irigasi yang hemat dan efisien (Prastowo, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Fadillah (2023) mengenai pengaruh head terhadap kemampuan irigasi perforasi dan uji dari Halim (2020) mengenai pengaruh kemiringan pipa transmisi pada keseragaman irigasi perforasi, menunjukkan bahwa tinggi muka air tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai keseragaman rata-rata. Akan tetapi jika dilihat hasil penelitian Negara.dkk (2021) yang menguji pancaran *sprinkler* mini menunjukkan bahwa, semua variasi debit, menunjukkan radius irigasi (R) sekitar 5 m. Jadi pada jarak *sprinkler* r4, tidak disarankan dalam aplikasi irigasi. Jika dibandingkan dengan hasil uji yang dilakukan *sprinkler* kecil Anindithia (2022), diketahui bahwa untuk *sprinkler* jika tinggi semakinnya maka jarak pancaran yang dihasilkan semakin luas, sedangkan jika tinggi stik *sprinklernya* rendah maka jarak pancarannya akan semakin kecil. Pada tinggi stik 0,75 m debit yang dikeluarkan *sprinkler* sebesar 0,380 l/dt, sedangkan pada tinggi stik 1,25m debit yang dikeluarkan sebesar 0,346 l/dt. Jadi pengaruh tinggi stik sangat signifikan terhadap perubahan debit yang bisa dikeluarkan oleh sistem irigasi.

Selain hal di atas menurut hasil uji Firdaus (2022) yang menguji *sprinkler* mini tiga menunjukkan bahwa tinggi stik dan jarak antar *sprinkler* yang optimum untuk variasi debit yang diuji dan pada tinggi stik 0,50 m dan jarak antar *sprinkler* 3,5 m dengan bukaan Stopkran $\alpha = 90^\circ$ menghasilkan radius pancaran, luas basahan dan koefisien keseragaman (Cu) tertinggi. Sedangkan pada tinggi stik 1,2 m dan jarak antar *sprinkler* 5 m dengan bukaan stopkran $\alpha = 30^\circ$ menghasilkan radius pancaran, luas basahan dan Koefisien Keseragaman (Cu) terendah. Sehingga semakin jauh jarak antar *sprinkler* dan semakin tinggi stik yang digunakan maka efisiensi irigasi *sprinkler* akan semakin rendah, dan semakin besar debit yang di gunakan maka jarak pancarannya akan semakin jauh dan semakin luas.

Memperhatikan hasil penelitian irigasi yang menggunakan tekanan dalam aplikasinya, maka pada sistem perforasi tidaklah melakukan irigasi seperti dengan *sprinkler* yang memutar, dan dengan tekanan kecil diharapkan irigasi perforasi lebih efektif dari sistem *sprinkler* karena beberapa hal, sehingga ada kalanya nanti sistem perforasi yang akan digunakan petani. Tetapi yang penting untuk diperhatikan adalah adanya penambahan panjang dari pipa pengaliran, sangat berpengaruh pada besar debit yang bisa dialirkan.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian :

Persiapan

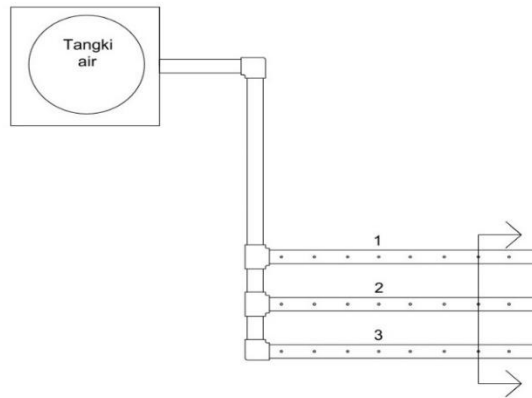
Kegiatan ini terdiri dari persiapan lokasi uji, peralatan dan bahan. Untuk bahan yang digunakan adalah bambu, pipa pvc ½", stopkran dan asesoris pipa, , pembuatan rangka tower, tangki air, pipa pvc dan asesoris pipanya.

Perancangan Jaringan

Jaringan irigasi perforasi terdiri dari dua bagian penting yaitu tower air setinggi sekitar 4meter dengan dua tangki dengan kapasitas masing-masing 200 liter. Jaringan irigasi perforasi terdiri dari jaringan pipa primer dan tiga pipa sekunder sebagai pipa lateral perforasi yang merupakan jaringan pipa L₁ , L₂ dan L₃. Asesoris pipa untuk mengatur aliran pada jaringan dan digunakan 4 buah stopkran. Semua jaringan irigasi menggunakan pipa PVC berdiameter ½ " dan jarak antara jaringan perforasi adalah 1 m dan jarak antara lubang peforasi 60 cm. Skema jaringan irigasi perforasi dapat dilihat pada Gambar 5.

Pengujian irigasi perforasi dilakukan terhadap empat variasi head, dan pada setiap variasi head yang di uji dilakukan secara bersamaan pada semua jaringan pipa perforasi. Setiap pengujian head, aliran air ketangki selalu jaga agar konstan sehingga tidak terjadi perubahan head selama pengujian. Pengambilan data uji dilakukan setelah aliran stabil, yang diamati pada pancaran air yang konstan pada semua jaringan pipa perforasi, jumlah air yang dihasilkan lubang perforasi ditampung dengan alat penampung dan kemudian diukur hasil volumenya, dan jika hasilnya sudah merata maka pengambilan data dilakukan.

Uji irigasi dilakukan secara bergiliran pada semua variasi head yang diuji, dan setiap selesai dilakukan pengujian maka aliran air di stop dengan stopkran yang dipasang pada jaringannya.



Gambar 5. Skema Jaringan Irigasi Perforasi Tampak Atas

Pengujian irigasi

Data yang dicatat dalam hal ini adalah data *head*, panjang pipa jaringan sekunder dan panjang jarak antara lubang perforasi.

Analisis Data

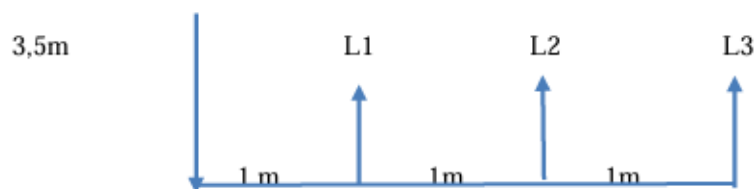
Analisis kehilangan energi jaringan irigasi dilakukan terhadap kehilangan energi primer dan sekunder yang kemudian diakumulasikan terhadap energi total. Kehilangan energi total digunakan sebagai pengurang dari energi tersedia yaitu *head* dari masing-masing variasi yang diuji. Besarnya tekanan potensial yang disediakan setelah dikurangi dengan kehilangan energi total merupakan potensi tekanan untuk memancarkan air irigasi dari masing-masing lubang perforasi.

Karakteristik kehilangan energi dan tekanan air yang dihasilkan merupakan tujuan yang ini diketahui dalam penelitian ini. Kemudian hasil analisis data dipresentasikan dalam bentuk tabel-tabel maupun grafik untuk menggambarkan fenomena aliran yang terjadi pada jaringan irigasi perforasi yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kehilangan Energi

Besarnya kehilangan energi yang diperoleh pada jaringan irigasi distribusi sekunder jaringan 1 sampai dengan jaringan pipa 3 dapat dilihat pada skema jaringan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 6. Skema Jaringan Irigasi Sekunder L₁ - L₃

Pada jaringan diatas dapat dilihat distribusi aliran air jaringan pipa primer yang menuju jaringan pipa sekunder 1 sampai dengan jaringan pipa sekunder 3 (L₃). Untuk hasil analisis

pada jaringan pipa sekunder L₁ dapat dilihat pada Tabel 1. Pada jaringan sekunder pipa L₁, pengaruh head dari 3,5 m sampai dengan 3,8 m terhadap besarnya hasil kehilangan energi total yang terjadi. Kehilangan energi total untuk seluruh jaringan irigasi terdiri dari kehilangan energi akibat gesekan pipa (h_f), kehilangan energi akibat kontraksi (h_c) pada lubang pemasukan pipa, kehilangan energi akibat belolan (h_b) dan kehilangan energi keluar dari pipa (h_e). Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 3 diketahui bahwa ke-

Tabel 3. Analisis Kehilangan Energi Pipa Sekunder L₁

head	h_f	h_c	h_b	h_e	htot (m)
3,5	1,07	0,06	0,13	0,13	1,38
3,6	1,08	0,07	0,13	0,13	1,40
3,7	1,10	0,07	0,13	0,13	1,42
3,8	1,11	0,07	0,13	0,13	1,44

Kehilangan energi akibat gesekan h_f menunjukkan adanya perbedaan besarnya jika tinggi head ditingkatkan, dimana peningkatan kehilangan energi h_f tersebut diperoleh rata-rata sebesar 0,01m pada setiap peningkatan head 0,1m dan menimbulkan peningkatan kehilangan energi total rata-rata sebesar 0,02 m pada L₁. Kemudian analisis kehilangan energi pada jaringan pipa sekunder L₂ setelah panjang pipa utamanya ditambahkan 1 m dapat dilihat pada Tabel 4 berikut. Hasil analisis menunjukkan bahwa besarnya kehilangan energi h_f dititik L₂ diperoleh peningkatan menjadi 1,24m ini pada awal jaringan, dan terjadi peningkatan kehilangan energi rata-rata sebesar 0,02 m pada setiap peningkatan head 0,1 m diposisi jaringan L₂.

Tabel 4. Analisis Kehilangan Energi Pipa Sekunder L₂

head	h_f	h_c	h_b	h_e	htot (m)
3,5	1,24	0,06	0,11	0,12	1,53
3,6	1,26	0,06	0,12	0,12	1,55
3,7	1,27	0,06	0,12	0,12	1,57
3,8	1,29	0,06	0,12	0,12	1,59

Jadi pada penambahan panjang pipa jaringan berikutan di lubang L₂ terjadi peningkatan kehilangan energi total dari 1,38 m pada L₁ dan menjadi sebesar 1,53 m pada head 3,5m, sehingga terjadi peningkatan kehilangan energi sebesar 0,15 m. Fenomena kehilangan energi ini juga dapat dilihat pada jaringan sekunder L₃ pada Tabel 5, dengan adanya penambahan panjang pipa sekunder 1 m dengan posisi jaringan paling ujung.

Karakteristik aliran yang terjadi di pipa L₃ juga serupa dengan pada L₁ dan L₂, dengan rata-rata terjadi peningkatan kehilangan energi total sebesar 0,02m pada setiap peningkatan head 0,1 m. Jadi secara keseluruhan diperkirakan bahwa kehilangan energi ini akan sangat mempengaruhi besarnya tekanan air yang dapat dimanfaatkan untuk mengalirkan irigasi perforasi, dan oleh karena itu distribusi tekanan dari masing-masing jaringan perlu diketahui dengan baik.

Tabel 5. Analisis Kehilangan Energi Pipa Sekunder L₃

head	hf	h _c	h _b	h _e	htot (m)
3,5	1,40	0,05	0,11	0,11	1,66
3,6	1,41	0,05	0,11	0,11	1,68
3,7	1,43	0,06	0,11	0,11	1,71
3,8	1,45	0,06	0,11	0,11	1,73

Potensi Tekanan Jaringan Irigasi

Besarnya kehilangan energi pada jaringan primer dan sekunder akan mengurangi tinggi tekanan air potensial pada jaringan irigasi perforasi. Jika tekanan air tersedia semakin tinggi maka kemampuan irigasi perforasi juga semakin meningkat. Hasil analisis tekanan yang diperoleh pada masing-masing pipa sekunder dapat dilihat pada Tabel 6 sampai dengan Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Analisis Tinggi Tekanan Pada Pipa Sekunder L₁

Head Z (m)	Kehilangan Tot Δh (m)	Tekanan sisa p/γ (m)
3,5	1,38	2,12
3,6	1,40	2,20
3,7	1,42	2,28
3,8	1,44	2,36

Pada Tabel 6 ditunjukkan hasil tekanan air potensial untuk jaringan irigasi perforasi pipa 1 (L₁), dan pada variasi head 3,5 m sampai 3,8 m menunjukkan tinggi tekanan potensialnya sebesar 2,12 sampai dengan 2,36m. Jadi pada pipa sekunder L₁ diketahui bahwa setiap penambahan head 0,1 m menghasilkan tekanan potensial tambahan sebesar 0,08 m. Untuk pipa sekunder L₂ besar tekanan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 7, kehilangan energi rata-ratanya terjadi meningkat sebesar 0,02 m pada setiap penambahan head 0,1m. Sedangkan besar tekanan air potensial jaringannya diperoleh hasil yang juga semakin jika head dinaikan. Peningkatan tekanan juga terjadi pada L₂ sebesar 0,08m pada setiap penambahan head dari tower.

Tabel 7. Analisis Tinggi Tekanan Pada Pipa Sekunder L₂

Head Z (m)	Kehilangan Tot Δh (m)	Tekanan sisa p/γ (m)
3,5	1,53	1,97
3,6	1,55	2,05
3,7	1,57	2,13
3,8	1,59	2,21

Untuk pipa sekunder L₃ besar tekanan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 8, kehilangan energi rata-ratanya terjadi meningkat sebesar 0,02 m pada setiap penambahan head 0,1 m. Sedangkan besar tekanan air potensial jaringannya menunjukkan hasil yang juga semakin meningkat jika head dinaikan, dan peningkatan tekanan pada L₃ juga diperoleh sebesar 0,08 m. Walaupun demikian dari jaringan yang diuji, pada jaringan L₃ diperoleh tekanan potensialnya yang paling rendah yaitu berkisar 1,84m sampai tertinggi 2,07 m dan pada jaringan ini tentunya kemampuan irigasi perforasinya yang juga paling rendah dibandingkan dengan pada dua jaringan pipa sebelumnya.

Tabel 8. Analisis Tinggi Tekanan Pada Pipa Sekunder L₃

Head Z (m)	Kehilangan Tot Δh (m)	Tekanan sisa p/γ (m)
3,5	1,66	1,84
3,6	1,68	1,92
3,7	1,71	1,99
3,8	1,73	2,07

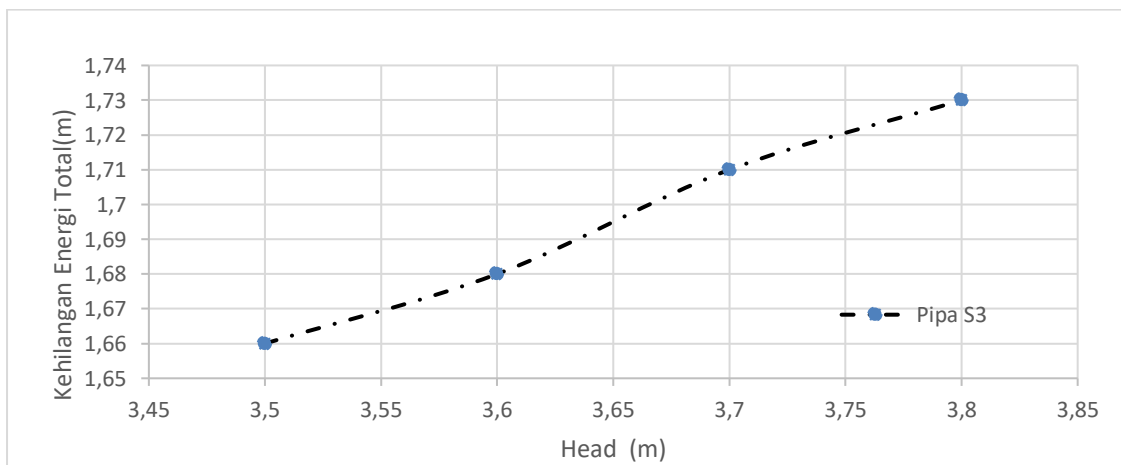
Berikut padaTeb1 9 dapat dilihat rekap hasil tekanan pada jaringan pipa perforasi, dan diketahui bahwa terjadi penurunan tekanan potensial dari pipa sekunder L₁ sampai L₃ dimana pada L₁ yaitu sebesar 2,12 m – 2,36 m, pada L₂ berkisar 1,97 m – 2,21m dan pada L₃ berkisar 1,84 m -2,07 m. Secara keseluruhan besarnya tinggi tekanan yang digunakan irigasi perforasi pada L₁ sampai L₃ pada head 3,5m adalah sebesar 2,12 m - 1,84 m, dan tinggi tekanannya sebesar 2,36 m sampai dengan 2,07 m pada tinggi head 3,8 m.

Tabel 9. Perbandingan Tinggi Tekanan Pada Pipa Sekunder

Head Z (m)	Tekanan sisa p/γ (m) di		
	L ₁	di L ₂	L ₃
3,5	2,12	1,97	1,84
3,6	2,20	2,05	1,92
3,7	2,28	2,13	1,99
3,8	2,36	2,21	2,07

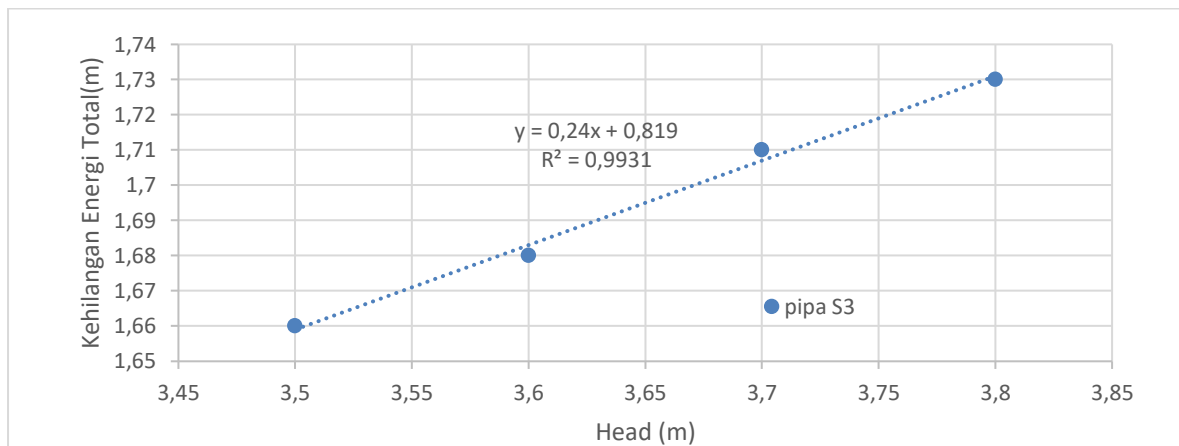
Berdasarkan hasil pada Tabel 7, daat dilihat perbedaan besar tekanan yang dihasilkan pada masing-masing awal pipa lateral yang menjadi jaringan perforasi. Rata-rata perbedaan tinggi tekanan yang terjadi antara jaringan pipa sekunder L₁ dan dengan sekunder L₂ besarnya sekitar 0,15m, sedangkan antara jaringan pipa L₂ dan L₃ diperoleh perbedaan tinggi tekanan sebesar 0,13 m, jadi tinggi tekanan yang tersedia menjadi menurun sebesar 0,02 m dan akan semakin menurun tekanan potensialnya dengan semakin bertambah jaringan sekunder yang dibuat. Jadi dengan penambahan panjang jaringan primer 1 m untuk pembuatan jaringan sekunder baru maka akan terjadi penurunan tekanan sebesar 0,02m.

Pada Gambar 7 dan Gambar 6 dapat dilihat grafik hubungan kecenderungan kehilangan energi yang terjadi terhadap besar head dan grafik regresi yang diperoleh pada pengujian ini pada pipa L₃ yang letaknya terjauh.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Tinggi Head dengan Kehilangan Energi Total pada L3

Jika dipelajari grafik di atas maka dapat dilihat bahwa kecenderungan kehilangan energi yang terjadi akan semakin meningkat pada jaringan sekunder dengan adanya peninggian head, dengan penambahan kehilangan energinya terjadi konstan pada setiap. Selanjutnya pada Gambar 8 dapat dilihat hasil berupa grafik regresi linier hubungan tinggi head dengan besarnya kehilangan energi pada pipa L3, jadisesemakin tinggi head yang diberikan maka kehilangan energi total terjadi semakin besar.



Gambar 8. Hubungan Regresi Tinggi Head dengan Kehilangan Energi Total pada L3

Berdasarkan grafik di atas bahwa besarnya kehilangan energi yang terjadi pada pengujian ini rata-rata sebesar 0,02 m, setiap penambahan tinggi head 0,1 m. Jadi kehilangan energinya konstan pada semua jaringannya dan pengaruh dari penambahan tinggi head sangat signifikan pada kehilangan energinya, sehingga besarnya kehilangan energi sangat berbanding lurus dengan penambahan head dari tangki.

KESIMPULAN

Pada jaringan irigasi perforasi yang diuji menunjukkan bahwa setiap penambahan head 0,1 m , dapat memberikan tinggi tekanan tambahan sebesar 0,08 m. Pada setiap penambahan tinggi head sebesar 0,1m akan terjadi penambahan kehilangan energi sebesar 0,02m pada setiap jaringan sekunder untuk ke jarningan perforasi. Pada setiap penambahan jaringan irigasi sekunder 1 (L1) pada jaringan primer dengan jarak antara sebesar 1 m dari jaringan sekunder 2 (L2) dan sekunder 3 (L3), akan terjadi penurunan tinggi tekanan sebesar 0,02 m, dimana pada awal L1 yang besarnya 0,15 m menurun menjadi 0,13 m pada pipa sekunder awal jaringan L2 dan menjadi sebesar 0,11m pada pipa sekunder jaringan L3. Perlu menguji jaringan pipa perforasi yang lebih dari 3 pipa lateral untuk dapat mebgetahui pola aliran dan tekanan yangterjadi pada jaringannya.

Ucapan Terimakasih

Saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian mengenai kehilangan energi dan tekanan pada jaringan irigasi perforasi ini. Dukungan serta bimbingan yang diberikan sangat berperan dalam penyelesaian analisis pada berbagai variasi head dan karakteristik aliran pada pipa perforasi. Semoga kontribusi dan

bantuan yang diberikan dapat menjadi amal kebaikan dan memberikan manfaat bagi perkembangan penelitian di bidang irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindithia, B.F., 2022. Pengaruh Variasi Debit Pompa dan Tinggi Stik Irigasi Sprinkler Terhadap Optimalisasi Irigasi Pada Lahan Pertanian di Gunung Pengsong, Skripsi Sarjana S1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram.
- Dewi, D. P. 2022. Pengaruh Pemberian Air Irigasi Tetes Sistem Bertingkat Terhadap Perubahan Lemas Tanah, Skripsi Sarjana S1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram.
- Firdaus, M.S. 2022. Pengaruh Durasi dan Variasi Tinggi Stik Sprinkler Mini Meganet 24D Netafim Terhadap Kelengasan Tanah, Skripsi Sarjana S1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram
- Fadillah, A. (2023). Pengaruh Variasi Muka Air Terhadap Kemampuan Irigasi Sistem Perforasi, Skripsi Sarjana S1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram
- Halim, A. (2020). Pengaruh kemiringan pipa transmisi terhadap keseragaman aliran jaringan irigasi perforasi, Skripsi Sarjana S1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram.
- Maulana, D. 2015. Analisis Pengaruh Pemberian Air Irigasi Sprinkler Mini Terhadap Kelengasan Tanah Pada Lahan Kering Pringgabaya Utara. Skripsi Sarjana S1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram.
- Notohadiprawiro, T. 1972. The Role of Water, management and variety in determining yield of sawah rice. *Ilmu Pertanian* I(6): 258-259.
- Prastowo, D. A. 2011 Topik Kuliah Irigasi Curah Soil Survey Staff. 1998. Keys to Soil Taxonomy. Eighth Edition. Natural Resources Conservation Service United States Departement of Agricultural, Washington DC. 326p.
- Suripin. 2001. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Andi. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2012. Hidrolika I. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2003. Hidraulika II. Beta Offset. Yogyakarta.
- Utomo, M., Zakaria, W.A., & Mahi, A. K., 1993. Pembangunan wilayah lahan kering di Propinsi Lampung untuk mempertanggung daya dukung pertanian. Seminar Nasional Pengembangan Wilayah Lahan Kering. Bandar Lampung. 20-21 September 1993.