

KARAKTERISTIK ALIRAN BERDASARKAN ANGKA REYNOLDS (Re) DAN KOEFISIEN GESEKAN (f) SISTEM JARINGAN IRIGASI TETES PVC BERTINGKAT

Flow Characteristics Based on Reynolds Number (Re) and Friction Coefficient (f) Multi-Story PVC Drip Irrigation Network System

I Dewa Gede Jaya Negara*, Desi Widianty*, Humairo Saidah*, Anid Supriyadi*, I K Agus Suyasa*

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram,

Jl. Majapahit No 62, Mataram 83125 Indonesia

Email : jayanegara@unram.ac.id, widiantydesi@unram.ac.id, h.saidah@unram.ac.id, anidsupriyadi@unram.ac.id, agussuyasa@gmail.com

Manuscript received: 28 Maret 2024

Accepted: 22 September 2024

Abstrak

Jaringan irigasi tetes telah banyak digunakan dalam pertanian di Indonesia terutama untuk irigasi di lahan dengan tanaman hortikultura telah terbukti menguntungkan, akan tetapi dalam aplikasi penggunaan system irigasi tersebut untuk pertanian di lingkungan perumahan yang sempit masih diperlukan pengkajian yang lebih spesifik. Studi ini bertujuan untuk mengetahui besarnya angka Reynolds (Re) dan koefisien gesekan pipa (f) yang terjadi pada jaringan pipa distribusi irigasi tetes karena diperkirakan sangat berpengaruh pada aliran irigasi tetes. Uji dilakukan pada 4 variasi muka air tandon dengan data hasil uji yang diperlukan berupa data debit aliran (Q) dan distribusi aliran dari jaringan tiap level jaringan. Hasil studi menunjukkan bahwa Q akan semakin meningkat jika permukaan air di tangki semakin dinaikan, dan debit aliran terbesar diperoleh pada jaringan irigasi di lantai paling bawah. Besar Q pada muka air tangki variasi 4 diperoleh besarnya untuk $Q_1 = 99,68 \text{ cm}^3/\text{detik}$, $Q_2 = 99,22 \text{ cm}^3/\text{detik}$, $Q_3 = 93,21 \text{ cm}^3/\text{detik}$ dan $Q_4 = 66,68 \text{ cm}^3/\text{detik}$. Besarnya angka Reynolds (Re) aliran yang diperoleh pada lantai 1 berkisaran 12.292 – 10.888, pada lantai 2 diperoleh Re_2 sebesar 12.495 – 11.477, pada lantai 3 diperoleh Re_3 sebesar 12.695 – 12.037 dan Re_4 sebesar 12.892-12.572. Jadi pada dimensi pipa yang tetap diperoleh nilai Re yang dihasilkan akan semakin besar jika debitnya ditingkatkan, sedangkan kisaran nilai koefisien gesekan (f) diperoleh sekitar 0,029 sampai 0,031 untuk semua tingkat jaringan irigasi.

Kata kunci : Re , Gesekan, Distribusi, Debit, Jenis aliran.

PENDAHULUAN

Penggunaan irigasi tetes untuk irigasi dilahan kering khususnya sangat menguntungkan bagi masyarakat tani, karena irigasi tetes memberikan air irigasi yang lebih efisien dan hanya disekitar perakaran tanaman saja. Penggunaan irigasi ini sangat potensial untuk pertanian di lingkungan permukiman perkotaan yang tertata, karena membutuhkan pasokan air sedikit dan dapat memanfaatkan air PAM atau sumur gali setempat yang terbatas. Aplikasi irigasi tetes juga berpotensi memanfaatkan ruang yang sempit namun potensi pengembangan dapat dibuat bertingkat seperti sistem rak-rak atau sistem tangga untuk meningkatkan luas lahan tanam. Walaupun dilapangan irigasi tetes Masyarakat telah ada menerapkan pada lingkungan rumah karena tertarik teknologi irigasi, tetapi masih banyak sekali yang belum mengenal apalagi tertarik karena berbagai alasan. Selain itu berdasarkan hasil kajian yang pernah dilakukan bahwa irigasi tetes dalam aplikasinya pada system jaringan bertingkat, masih banyak perlu pengkajian yang mendasar karena distribusi air yang dihasilkan tidak menunjukkan aliran yang merata di semua level jaringan karena faktor perbedaan tekanan air dari masing-masing jaringan ke muka air yang tersedia. Menurut Negara, dkk.(2023) uji Irigasi perforasi dengan variasi ketinggian head yaitu h_1 350 cm, h_2 360 cm, h_3 370 cm dan h_4 380 cm, mampu

memberikan debit aliran total pada h_1 $Q_T=0,689\text{lt/dt}$, h_2 $Q_T= 0,690 \text{ lt/dt}$, h_3 $Q_T =0,695 \text{ lt/dt}$ dan pada h_4 $Q_T = 0,701 \text{ lt/dt}$, sedangkan kisaran debit aliran akibat variasi *head* tersebut pipa perforasi 1 $Q_1(0,42\text{lt/dt} - 0,429 \text{ lt/dt})$, pada perforasi 2, $Q_2 (0,13 -0,145 \text{ lt/dt})$ dan pada perforasi 3, $Q_3 (0,129 - 0,135 \text{ lt/dt})$ dan semakin jauh pipa tersebut dari sumber maka debit aliran yang diperoleh semakin kecil.

Pengujian parameter aliran seperti koefisien gesekan pipa PVC jaringan seri juga telah dilakukan oleh Negara, dkk (2008) dan menunjukkan hasil bahwa, pada kondisi aliran laminar pada jaringan pipa ternyata irigasi tetes ini belum mampu memberikan irigasi yang seragam pada semua lubang tetesnya, karena tekanan aliran yang rendah, sehingga belum mampu memberikan tekanan seragam pada lubang-lubang aliran pipa. Selain itu karena kehilangan energi akibat gesekannya sepanjang jalur pipa belum teratur dan berpengaruh pada besarnya tetesan pada tiap-tiap lubang pipa. Sedangkan pada kajian Negara, dkk (2021), telah mencoba meneliti parameter aliran pada jaringan irigasi tetes *dripe line* terhadap besarnya koefisien gesekan (f) dan angka Reynolds (Re) alirannya yang menggunakan pipa pvc terhadap variasi kemiringan pipa, dengan hasil diperoleh nilai Re aliran tetes berkisaran nilai sebesar 195 sampai dengan nilai 992 yang termasuk kategori aliran laminar. Sedangkan nilai koefisien gesekan diperoleh sebesar 0,327 ada kemiringan pipa 20°

Akan tetapi dengan memberikan alat bantu berupa emitter pada pipa tetesnya dapat membuat keseragaman aliran tiap levelnya lebih baik. Penggunaan emitter ini dalam jangka pendek mungkin sebagai alternatif dalam sistem irigasi tetes bertingkat, akan tetapi dalam jangka panjang perlu difikirkan agar tidak diperlukan penggunaan emitter tersebut agar penyiapan jaringan irigasi tetes lebih sederhana. Dan untuk membantu pemanfaatan irigasi tetes tersebut maka perlu dilakukan pengkajian tentang karakteristik aliran pada jaringan irigasi tetes bertingkat, terutama kaitannya dengan angka Re dan besarnya koefisien gesek (f) dalam jaringan pipa sekunder sebelum masuk ke jaringan tetes. Dengan hasil uji itu nantinya diharapkan dapat membantu memberikan pemikiran pada perancang jaringan irigasi tetes yang dibuat bertingkat untuk pemenuhan kebutuhan lapangan untuk pertanian di lingkungan perumahan. Karena material seperti pipa PVC sudah ada dipasaran dan dapat diperoleh dengan mudah oleh masyarakat, maka dengan mengetahui karakteristik aliran yang terjadi diharapkan nanti rancangan irigasi tetes tidak perlu bantuan emitter dari pabrik dan murni bisa dirancang dengan mudah oleh masyarakat. Oleh karena itu maka mengetahui karakteristik aliran merupakan hal penting yang perlu dilakukan agar nantinya perancangan irigasi tetes untuk lingkungan permukiman dapat dilakukan lebih mudah dan sederhana. Dengan demikian maka kegiatan pertanian di lingkungan perumahan akan dapat didorong sehingga akhirnya bahan pangan dapat dihasilkan oleh masyarakat secara mandiri di setiap lokasi permukiman.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengaruh diameter lubang dan jarak antar lubang sangat berpengaruh pada debit volume tetesan, semakin besar diameter lubang dan semakin pendek jarak antar lubang maka debit volume yang di hasilkan semakin tinggi dan sebaliknya. Untuk keseragaman tetesan tertinggi diperoleh pada variasi diameter lubang 0,5 mm pada jarak antar lubang 40 cm dengan panjang pipa 6 meter sebesar 94,448%. Sedangkan keseragaman tetesan terendah diperoleh pada variasi diameter lubang 0.2 mm dan jarak

antar lubang 20 cm dengan panjang pipa 18 meter sebesar 72.121% dengan ini menunjukkan bahwa variasi lubang dan jarak antar lubang mempengaruhi keseragaman tetesan (Taufiqurrahman, 2016).

Dalam penelitian tentang analisis pengaruh ketinggian tandon terhadap debit dan keseragaman tetes pada pipa dalam rangkaian sistem irigasi tetes yang dilakukan oleh Suparman & Ariesta, T.A (2015) menghasilkan bahwa ketinggian tandon sangat berpengaruh pada debit pipa, kecepatan aliran dalam pipa, kehilangan tenaga, tekanan pipa utama serta koefisien keseragaman tetesan. Semakin tinggi tandon maka semakin besar pula debit pipa, kecepatan aliran dalam pipa, kehilangan tenaga, tekanan pipa utama serta koefisien keseragaman tetesan yang dihasilkan.

Negara et al. 2022, melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan pipa PVC ¾ inchi sebagai jaringan sekunder dalam sistem irigasi tetes bertingkat. Ekperimental dengan kapasitas tandon 150 liter setinggi 3 m, analisis pada data debit (Q), volume irigasinya dan lengas tanah. Pada penelitian ini diperoleh debit aliran pipa sekunder besarnya (Q₁) 822,54 cm³/dt, (Q₂) 107,47 cm³/dt dan (Q₃) 15,39 cm³/dt. Keseragaman irigasi pada operasional irigasi TSK diperoleh 72,67% dan pada SK sekitar 51,49% sampai 89,34%.

Irigasi tetes (*drip irrigation*) merupakan sistem irigasi yang pemberian airnya melalui jalur pipa ekstensif biasanya dengan diameter kecil ke tanah dekat tanaman. Pada sistem irigasi tetes, pemberian air dilakukan dengan beberapa nozel yang diletakkan di permukaan tanah dekat dengan perakaran tanaman. Alat pengeluaran air pada pipa tersebut *emitter* (penetes) yang mengeluarkan air hanya beberapa liter per jam. Dari penetes, air menyebar secara horizontal dan vertikal oleh gaya kapiler tanah yang diperbesar pada arah gerakan vertikal oleh gravitasi.

Debit Aliran

Jumlah air yang mengalir melalui tampang melintang tiap satu satuan waktu disebut debit aliran dan diberi notasi Q. untuk perhitungan debit dapat digunakan persamaan berikut (Triatmodjo, 2013):

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (1)$$

dengan: Q = debit aliran (m³/detik), V = volume tampungan (m³), t = lama waktu pengujian.

Persamaan Bernoulli

Menurut persamaan Bernoulli kehilangan tenaga terjadi karena adanya gesekan antara zat cair dengan dinding batas disebut kehilangan tenaga primer (h_f) karena adanya perubahan tampang lintang aliran, kehilangan tenaga sekunder (h_e). Maka dari itu Persamaan Bernoulli digunakan dalam perhitungan kehilangan tenaga untuk tekanan yang terjadi pada jaringan pipa (Triatmodjo, 2013).

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma h_f + \Sigma h_e \dots\dots\dots (2)$$

Kecepatan Aliran Dalam Pipa

Menurut Triatmodjo (2013), untuk mengetahui kecepatan aliran air yang terjadi dalam pipa digunakan persamaan sebagai berikut:

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (3)$$

dengan: Q = Debit aliran (m³/detik), V = Kecepatan aliran (m/detik), A = Luas Penampang pipa (m²)

Kehilangan Tenaga Primer

Kehilangan tenaga primer adalah kehilangan tenaga akibat gesekan di dalam pipa. Untuk mengetahui besarnya kehilangan tenaga primer dianalisis dengan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut (Triatmodjo,2013):

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

dengan: h_f = Kehilangan tenaga primer (m), f = Koefisien gesekan pipa, L = Panjang pipa (m), V = Kecepatan aliran (m/det), D = Diameter pipa (m), g = gravitasi bumi (9,81 m/det²).

Koefisien gesekan (f) pipa dianalisis menggunakan salah satu dari dari persamaan berikut ini. Aliran pada pipa bersifat laminer ($Re < 2000$) maka koefisien gesekan dapat dicari dengan persamaan di bawah ini:

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots (5)$$

Aliran pada pipa bersifat turbulen ($Re > 4000$) maka koefisien gesekan dapat dicari menggunakan persamaan di bawah ini:

$$f = \frac{0.316}{Re^{0.25}} \dots\dots\dots (6)$$

Aliran dalam pipa bersifat transisi ($2000 < Re < 4000$) maka koefisien gesekan dapat dicari menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\frac{1}{f} = 2 \log \frac{Re \sqrt{f}}{2.5} \dots\dots\dots (7)$$

Ketiga persamaan di atas digunakan pada pipa halus dan nilai Re didapatkan dari persamaan Reynolds di bawah ini (Triatmodjo,2013)

$$Re = \frac{V D}{\nu} \dots\dots\dots (8)$$

dengan: f = Koefisien gesekan, Re = Angka Reynolds, V = Kecepatan aliran (m/det), D = Diameter pipa (m), ν = viskositas kinematik (kekentalan kinematik) (m²/dt), g = percepatan gravitasi bumi (9,81 m/det²), kemudian nilai viskositas diacu dari Triatmodjo (2013).

Kehilangan Tenaga Sekunder

Kehilangan tenaga sekunder adalah kehilangan tenaga yang diakibatkan oleh perubahan penampang, sambungan, belokan dan katup. Pada penggunaan pipa panjang biasanya kehilangan tenaga primer lebih besar dari pada tenaga sekunder, sehingga tenaga sekunder dapat diabaikan, apabila kehilangan tenaga sekunder kurang dari 5% dari kehilangan tenaga primer maka kehilangan tenaga sekunder dapat diabaikan (Triatmodjo,2013).

Lubang Pemasukan Pipa

Pada lubang masuk dari kolam ke pipa, kehilangan tenaga tergantung pada bentuk pemasukan pipa-pipa. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kehilangan tenaga pada lubang pemasukan pipa (Triatmodjo, 2013) sebagai berikut:

$$h_e = k \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (9)$$

dengan: h_e = kehilangan tekanan (m), g = gravitasi bumi (m/det²), k = koefisien, V = kecepatan aliran pada pipa (m/det).

Kehilangan tenaga akibat lubang pengeluaran

Kehilangan tenaga akibat lubang pengeluaran (*outlet*) ditentukan dengan persamaan berikut:

$$h_e = K \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (10)$$

Belokan Pipa

Kehilangan tenaga yang terjadi pada belokan pipa tergantung dari sudut belokan pipa. Rumus kehilangan pada belokan pipa adalah serupa rumus pada perubahan penampang (Triatmodjo,2013).

$$h_e = K_b \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (11)$$

dengan: h_e = kehilangan tekanan (m), g = gravitasi bumi (m/det^2), k = koefisien, V = kecepatan aliran pada pipa (m/det).

Nilai dari koefisien (K_b) adalah koefisien kehilangan tenaga pada belokan untuk sudut 90 derajat diambil 0,98 (Triatmodjo,2013).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pipa PVC ½ inchi, asesoris pipa *emitter* 4l/h dan 2l/h, meteran, *stopwatch*, tower air dan tangki, polybag, alat tulis, gelas plastik, gelas ukur, alat dokumentasi dan alat bantu lainnya.

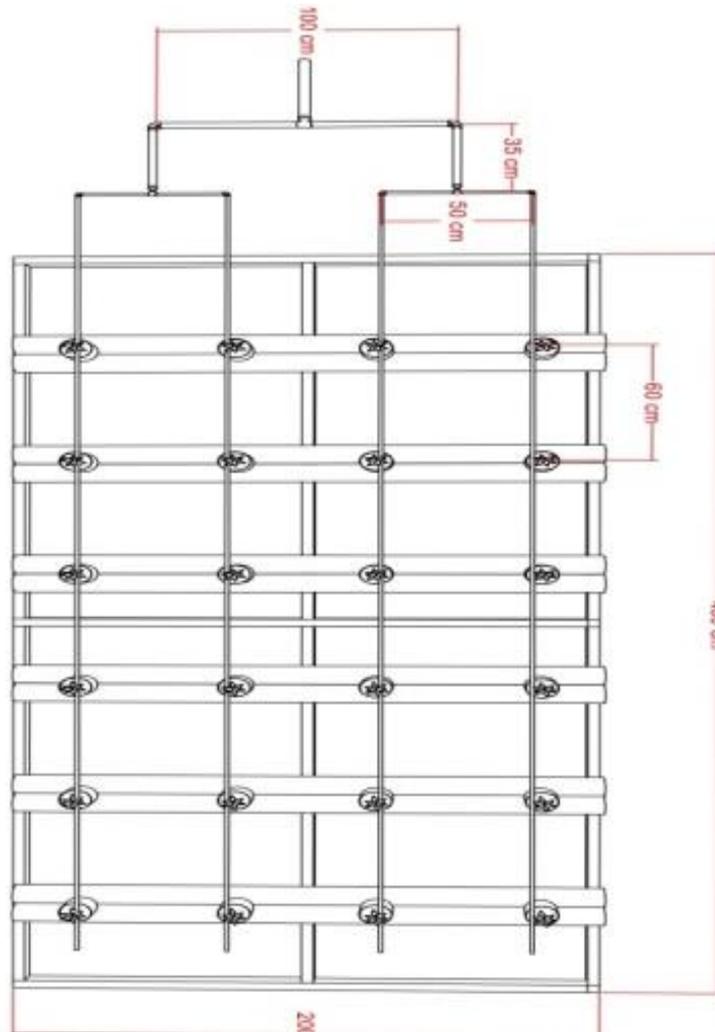
Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar langkah-langkah pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Tahap persiapan, penyiapan lokasi, penyiapan rangka tower air dan pemasangannya.
2. Tahap perencanaan jaringan irigasi tetes bertingkat, menseting jaringan irigasi primer dan membuat koneksi pada tangki air. Penyiapan bentuk sistem jaringan pipa tetes pada tiap tingkat dan menyambungkan ke jaringan pipa primer dan sekunder. Tinggi tower tandon kapasitas ± 150 liter dan ± 200 liter diletakkan pada ketinggian 395 cm dan 265 cm. Pipa saluran sekunder menggunakan pipa PVC ½ inchi dan termasuk pipa lateral (jaringan tersier sebagai pipa tetes) dengan panjang pipa 4 m, kemudian pada masing-masing tingkat jaringan dilengkapi dengan stop kran. Rancangan jaringan irigasi tetes dan tempat lahannya terdiri dari 4 tingkatan dari bahan bambu dengan ukuran lahan 400 cm x 200 cm, jarak antar lantai yaitu 0,70 m dan jarak lubang tetes 0,60 m, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.
3. Tahap pengujian awal. Pengujian ini terdiri dari uji aliran debit dari tangki air ke jaringan dan dari jaringan ke jaringan irigasi tiap tingkat, serta melakukan perbaikan jika diperlukan sampai system siap dilakukan pengujian.
4. Tahap pengujian dan pengambilan data. Pengujian dilakukan terhadap debit aliran jaringan irigasi, uji aliran air irigasi pada tiap jaringan irigasi tetes dan pengujian volume irigasi tiap titik tetes, serta pengambilan data. Langkah-langkah penelitian adalah menyiapkan wadah plastik untuk setiap tetes untuk menampung aliran tetes, kemudian melakukan pengaliran air irigasi ketika aliran stabil pada

semua jaringan dan lubang tetesnya, dan selanjutnya dilakukan pengujian irigasi selama 5 menit. Mengukur volume air yang tertampung dengan dengan gelas ukur dan diuji tiga kali kemudian nilainya dirata-ratakan serta ditabelkan.

5. Tahap pengolahan data. Pengolahan data terdiri dari data debit dan data distribusi irigasi pada saluran sekunder, sedangkan analisisnya terdiri dari analisis debit aliran, analisis angka Re dan koefisien gesekan (f) dari jaringan pipa yang digunakan.



Gambar 1 Rancangan Jaringan Irigasi Tetes Bertingkat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit Aliran

Hasil analisis debit aliran pada masing-masing jaringan irigasi tetes dapat dilihat pada Tabel 1 berikut. Variasi muka air h_1 sampai h_4 dari elevasi masing-masing jaringan irigasi tingkat 1 sampai tingkat 4 (L1-L4) dan besar debit yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

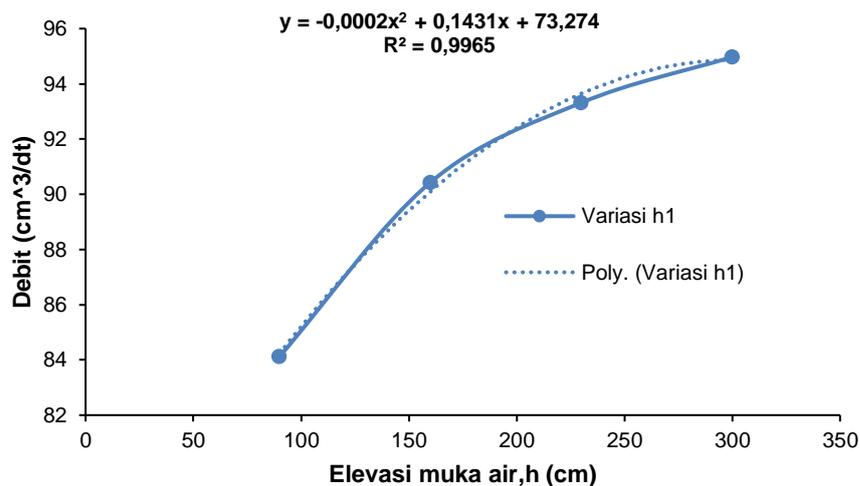
Tabel 1 Debit yang dihasilkan tiap lantai (L) dan variasi muka air (h)

Letak Irigasi (L)	Q (cm ³ /dt)			
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄
L1	94,97	96,54	98,09	99,6
L2	93,32	95,32	97,28	99,21
L3	90,43	93,21	95,92	98,54
L4	84,12	88,67	93	97,13

Berdasarkan hasil analisis data Tabel 1 diketahui bahwa perubahan muka air tower dengan penambahan 10 cm pada tiap variasi ketinggian, memberikan peningkatan debit sekitar 0,9 cm³/dt - 1,6 cm³/dt pada jaringan pipa lantai 1 atau tingkat 1, peningkatan debit sebesar 1,9 cm³/dt – 2 cm³/dt pada jaringan irigasi tingkat 2, peningkatan Q sebesar 2,6 cm³/dt – 2,8 cm³/dt pada jaringan irigasi tingkat 3 dan pada jaringan irigasi di tingkat 4 terjadi peningkatan debit aliran sebesar 4,13 cm³/dt – 4,65 cm³/dt. Berdasarkan fakta ini bahwa peningkatan debit yang signifikan terjadi pada lantai 4 yang paling dekat dengan sumber air, sedangkan peningkatan debit yang paling rendah diperoleh pada jaringan irigasi di lantai 1. Selain itu untuk jaringan irigasi yang terletak pada lantai 2 sampai dengan lantai 4, peninggian muka air tower relatif tidak berpengaruh besar pada jaringan masing-masing tingkat karena peningkatan debitnya sangat kecil, akan tetapi kalau ditinjau antara tingkatnya ternyata terjadi perbedaan debit aliran yang cukup besar.

Hubungan Regresi Q dengan h

Hubungan antara variasi muka air dengan debit yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik Gambar 2 merupakan hubungan polinomial, dengan nilai r sebesar 0,998 yang berarti memiliki hubungan yang sangat kuat. Uji ini dilakukan pada variasi elevasi muka air terendah h₁ yaitu 90 cm, 160 cm, 170 cm dan 300 cm yang berturut-turut dari lantai 4 sampai lantai 1. Fenomena ini terjadi pada semua variasi h bahwa antara kenaikan elevasi muka air dengan peningkatan debit aliran tidak terjadi secara linier.

**Gambar 2** Grafik hubungan regresi antara variasi muka air tandon terhadap Q

Analisis Angka Reynolds (Re)

Analisis hubungan debit aliran dengan besarnya Re dan kaitannya dengan variasi muka air tandon dapat dilihat pada Tabel 2. Besarnya angka Re berbanding lurus dengan peningkatan debit atau peningkatan tekanan air, di mana pada tekanan air tertinggi yang diperoleh pada lantai 1 nilai Q dan Re diperoleh paling besar dan semakin menurun jika tekanannya semakin berkurang.

Tabel 2 Hasil Analisis Q dan Re

h_1	Q	Re	h_2	Q	Re	h_3	Q	Re	h_4	Q	Re
300	94,9727	12292,03	310	96,5426	12495,22	320	98,09	12695,15	330	99,60	12891,99
230	93,3167	12077,7	240	95,3238	12337,47	250	97,29	12591,88	260	99,21	12841,25
160	90,4321	11704,35	170	93,2152	12064,57	180	95,92	12414,34	190	98,54	12754,52
90	84,1254	10888,1	100	88,6759	11477,06	110	93,00	12037,24	120	97,13	12572,49

Fenomena tersebut dapat dimengerti karena pada tekanan air tinggi kecepatan aliran akan semakin besar sehingga gerakan partikel aliran akan semakin kencang sehingga melampaui nilai Re batas transisi dan mengarah ke aliran turbulensi. Berdasarkan hasil analisis data tersebut diketahui bahwa semua variasi uji menunjukkan aliran turbulen pada jaringan pipa sebelum masuk ke jaringan pipa lateral tetes. Hasil analisis besarnya Re dari tekanan air tertinggi sampai terendah dan pada lantai 1 Re berkisar 12292 – 10888, untuk Re lantai 2 berkisar 12495 -11477, pada lantai 3 besar Re sekitar 12692 – 12037 dan yang paling atas di lantai 4 diperoleh nilai Re berkisaran 12891 -12572.

Koefisien gesekan (f)

Hasil analisis data untuk mengetahui besarnya koefisien gesekan pipa distribusi pada jaringan irigasi tetes bertingkat dapat dilihat pada Tabel 3. Hubungan variasi tinggi muka air tandon terhadap debit dan koefisien gesekan dinding pipa yang dihasilkan menunjukkan bahwa, kenaikan muka air 10 cm dapat memberikan peningkatan debit pada tiap-tiap jaringan irigasi tetes bertingkat. Akan tetapi jika ditinjau terhadap nilai koefisien gesekan (f) yang terjadi maka kisaran nilai yang diperoleh sekitar 0,0299 sampai dengan 0,031, jadi semakin tinggi debit aliran tidak menunjukkan adanya peningkatan yang sangat besar terhadap nilai f dan cenderung terjadinya penurunan jika ketinggian air di tandon di naikan. Jadi terjadinya peningkatan debit aliran tidak menunjukkan terjadinya peningkatan nilai f yang terjadi.

Tabel 3 Hasil Analisis Q dan f

Lantai	h_1	Q	f	h_2	Q	f	h_3	Q	f	h_4	Q	f
L1	300	94,97	0,0300	310	96,5426	0,0299	320	98,09	0,0298	330	99,60	0,0296
L2	230	93,32	0,0301	240	95,3238	0,0300	250	97,29	0,0298	260	99,21	0,0297
L3	160	90,43	0,0304	170	93,2152	0,0301	180	95,92	0,0299	190	98,54	0,0297
L4	90	84,12	0,0309	100	88,6759	0,0305	110	93,00	0,0301	120	97,13	0,0298

Untuk seluruh variasi muka air tandon yang diuji kisaran nilai f yang diperoleh berkisar 0,0296 sampai 0,0305, dan jika diambil kesimpulan bahwa kisaran nilai f pada jaringan pipa bertingkat 4 besarnya sekitar 0,03 dan lebih kecil dari hasil uji pada pipa tetes PVC dalam jaringan seri yang besarnya f sekitar 0,032 (Negara, 2008).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai Re akibat perubahan tekanan air besarnya akan semakin menurun jika tekanan airnya semakin tinggi. Nilai Re pada lantai 1 berkisar 12292 – 10888, untuk Re Lantai 2 berkisar 12495 -11477, pada lantai 3 besar Re sekitar 12692 – 12037 dan yang paling atas di lantai 4 diperoleh nilai Re berkisar 12891 -12572. Untuk nilai koefisien gesekannya untuk seluruh variasi muka air yang diuji diperoleh nilai f berkisar 0,0296 sampai 0,0305.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pertanian. (2008). Pedoman Irigasi Bertekanan (Irigasi Sprinkler dan Irigasi Tetes).
- Negara, I. G. (2008). Pengaruh Jarak Lubang Pipa Terhadap Keseragaman Aliran pada Sistem Irigasi Tetes Pipa Seri. *Jurnal Rekayasa*, 9(1), 69.
- Negara, I. G., Saidah, H., Dwiasmoro, F. R., Supriyadi, A., & Hanifah, L. (2021). Analisis Besar Koefisien Gesekan dan Angka Reynolds Terhadap Variasi Kemiringan Pipa Transmisi Jaringan Irigasi Tetes PVC Dripeline. *Jurnal Ganec Swara*, 15(2), 1058-1066. doi:<https://doi.org/10.35327/gara.v15i2.218>
- Negara, I. G., Supriyadi, A., Suroso, A., Saidah, H., Sulistiyono, H., & Fadillah, A. (2023). Analisis Karakteristik Aliran Irigasi Perforasi Pada Lahan Datar. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*, 9(1), 155-167. doi:<https://doi.org/10.29303/jstl.v9i1.424>
- Rai, I. (2010). *Analisis Pemberian Air Sistem Irigasi Tetes di Lahan Kering Akar-Akar Kabupaten Lombok Utara*. Fakultas Teknik, Teknik Sipil. Mataram: Universitas Mataram.
- Sapei, A. (2006). *Irigasi Tetes*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Soemarto, C. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Suparman, & Ariesta, T. A. (2015). *Analisa Pengaruh Perbedaan Ketinggian Tandon Terhadap Debit Dan Keseragaman Tetesan Pada Pipa Dalam Rangkaian Sistem Irigasi Tetes*. Mataram.
- Taufiqurrahman, M. (2016). *Pengaruh Variasi Diameter dan Jarak Antar Lubang Penetes Terhadap Keseragaman Tetesan Pada Sistem Irigasi Tetes*. Fakultas Teknik, Teknik Sipil. Mataram: Universitas Mataram.
- Triatmodjo, B. (2003). *Hidrolika II (Edisi II)*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.