

Perancangan Sistem Instalasi Perpipaan Irigasi Pada Lahan Budidaya Tanaman Holtikultura

Sam R.R. Fanggidae^{1*}, Verdy A. Koehuan², Jack C. A. Pah³

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: rivaldo011001@gmail.com

ABSTRAK

Energi matahari merupakan salah satu energi yang dimanfaatkan, khususnya untuk solar panel. Solar panel dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Solar panel sebagai sumber energi listrik alternatif dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memerlukan energi listrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya output yang dihasilkan panel surya yang belum di bersihkan dan sudah dibersihkan menggunakan alat pembersih panel surya otomatis dari perbedaan variasi putaran motor yakni 11 rpm, 27 rpm dan 330 rpm.. Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa daya output dari panel surya yang belum dibersihkan di hari pertama menghasilkan daya sebesar 56,3 sedangkan daya output pada panel surya yang dibersihkan menghasilkan daya sebesar 103,1 dan di hari kedua daya output yang di hasilkan panel surya yang belum dibersihkan sebesar 71,3 dan daya panel surya yang sudah dibersihkan menghasilkan daya sebesar 97,1 lalu pada hari ketiga daya output yang dihasilkan panel surya yang belum di bersihkan sebesar 65,5 dan daya output pada panel surya yang sudah di bersihkan menghasilkan daya sebesar 78,6.

ABSTRACT

Solar energy is one type of energy utilized, especially for solar panels. Solar panels can convert solar energy into electrical energy. Solar panels, as an alternative source of electrical energy, can be utilized by people who need electrical energy. This research aims to determine the output power produced by solar panels that have not been cleaned and have been cleaned using an automatic solar panel cleaning tool from the difference in motor rotation variations, namely 11 rpm, 27 rpm, and 330 rpm. This research shows that the output power of solar panels that have yet to be cleaned on the first day produces a power of 56.3. In contrast, the output power of solar panels that have been cleaned produces a power of 103.1, and on the second day, the output power produced by solar panels that have not been cleaned. Cleaned was 71.3, and the power of solar panels that had been cleaned produced a power of 97.1. Then, on the third day, the power produced by solar panels that had not been cleaned was 65.5, and the power of solar panels that had been cleaned produced power of 78.6.

Keywords: *Solar panels, Microcontroller, TB 6600 Driver, DC Motor, Digital Timer.*

PENDAHULUAN

Air adalah sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia, oleh karena itu seharusnya sumber daya tersebut harus dimanfaatkan dan dikendalikan semaksimal mungkin sehingga potensi yang terkandung dapat berguna bagi kehidupan masyarakat sekitar. Sumber daya air dapat berasal dari air hujan, air permukaan (sungai, danau), mata air, dan air tanah. Sedangkan pemanfaatan sumber daya air umumnya antara lain untuk keperluan penyediaan air bersih, air minum (domestik). Irigasi adalah usaha untuk penyediaan dan pengaturan air untuk

menunjang pertanian dan perkebunan. Dalam pertanian pengaliran air atau sistem irigasi sangat berpengaruh pada hasil pertumbuhan tanaman, Irigasi tetes (*Drip Irrigation*) merupakan salah satu teknologi mutakhir dalam bidang irigasi yang telah berkembang di hampir seluruh dunia. (Yunus Ali et al., 2024)

Masalah kekurangan air merupakan masalah yang terjadi di beberapa daerah, khususnya di daerah yang memiliki curah hujan yang sedikit. Sedangkan di bidang pertanian, air memiliki peranan penting karena air adalah salah satu kebutuhan utama yang wajib harus dipenuhi oleh tanaman. Sistem pertanian tadah hujan rentan terhadap dampak

perubahan iklim. Namun, dampak tersebut juga tergantung tingkatan produksi pertanian. Dampak dari perubahan iklim dan variabilitas pada produksi pertanian akan menimbulkan kebijakan dan praktek yang tepat terhadap sistem produksi pertanian yang berkelanjutan. (Steven Witman, 2021)

Pemberian air untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman melalui pengairan lahan biasa disebut dengan irigasi. Pemberian air dengan sistem irigasi tertentu identik dengan jenis dan kebutuhan air pada setiap tanaman. Teknologi irigasi hemat air adalah sistem irigasi *sprinkler* atau curah dan irigasi tetes ini merupakan irigasi curah yang menyebarkan air berupa butiran-butiran kecil yang menjadikan sistem irigasi ini dapat diterapkan pada tanaman sayur maupun palawija karena efisiensinya yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan air pada suatu tanaman. Air sebagai substansi pelarut dan hara tanaman berperan menentukan kesuburan tanah sebagaimana mikrobiologi yang terdapat di dalam tanah sangat berperan penting bagi kesuburan tanah. Pada saat musim kemarau, terutama pada masa vegetatif (masa tumbuhnya akar dan cabang), penyiraman harus dilakukan 3-4 hari sekali untuk menjaga ketersediaan air. Kekurangan air pada masa vegetatif dapat menyebabkan tanaman layu dan malas bertunas. Oleh karena itu untuk memperoleh pertumbuhan tanaman yang optimal, Penyiraman harus dilakukan secara teratur agar kebutuhan air dapat terpenuhi sepanjang siklus hidup tanaman terutama pada musim kemarau. (Steven Witman, 2021)

Salah satu kendala yang dihadapi masyarakat dalam bertani yaitu kesulitan dalam upaya menyuplai air, Selama ini masyarakat sangat bergantung pada bantuan mesin pompa air guna menyuplai kebutuhan air tanamannya, Kemudian karena kurang tepatnya sistem pendistribusian air menyebabkan penggunaan mesin harus digunakan secara maksimal. Hal ini menyebabkan biaya operasional mengalami peningkatan di mana seharusnya dengan adanya irigasi yang sistematis bisa menekan biaya produksi yang semula mesin pompa

harus diaktifkan, Terus menerus sampai seluruh area pertanian mendapatkan suplai air kini mesin pompa air hanya di gunakan untuk mengangkat air permukaan. (Alpandi & Hanova, n.d.2023).

METODE PENELITIAN

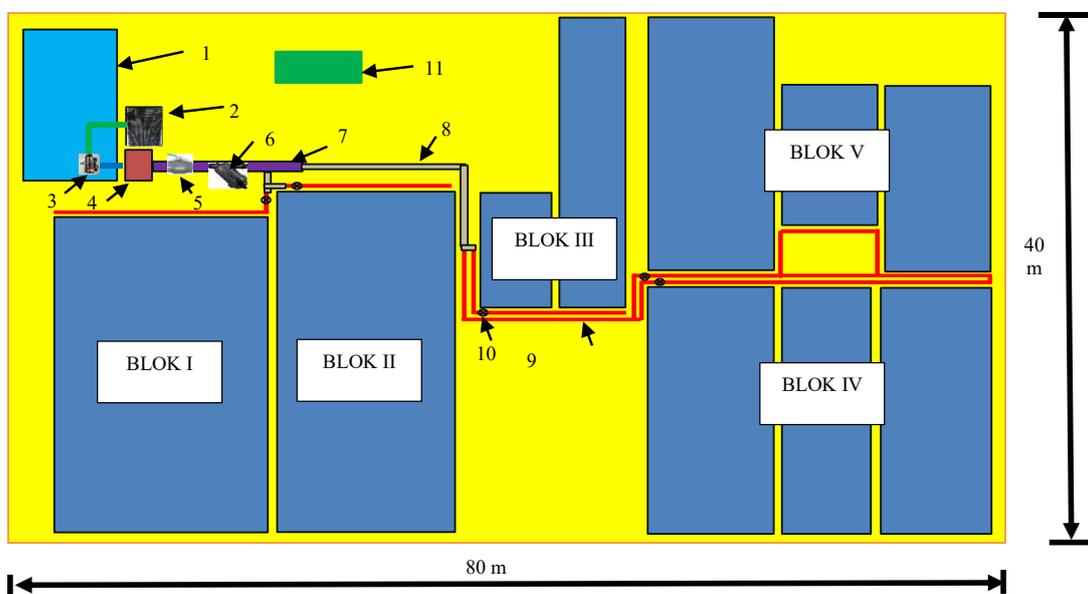
Metode perancangan adalah tahapan-tahapan kerja yang digunakan untuk merancang suatu objek rancangan. Dalam melakukan perancangan, Metode perancangan dibutuhkan untuk memudahkan perancang untuk merancang dan mengembangkan rancangan. Tahapan-tahapan pada metode rancangan mulai dari pencarian ide rancangan kemudian mencari permasalahan dan tujuan dari rancangan itu. Tahapan selanjutnya setelah mengetahui permasalahan dan tujuannya kemudian bisa mengumpulkan dan baik data primer maupun sekunder. Apabila data-data sudah lengkap maka tahapan selanjutnya yaitu analisis data rancangan, Dalam tahap ini hasil akhir berupa konsep rancangan dan kemudian bisa melanjutkan untuk merancang objek tersebut.

Adapun tahapan perancangan adalah sebagai berikut :

- Menghitung Kebutuhan air Irigasi
- Menghitung luas bedengan
- Menghitung jumlah bedengan
- Menghitung volume air
- Menghitung kebutuhan irigasi
- Menghitung laju tetesan
- Menghitung lama waktu atau durasi efektif emiter
- Menghitung debit aliran irigasi.

Gambar rancangan digunakan sebagai acuan dasar pada saat akan melaksanakan pekerjaan agar terhindar dari kesalahan. Gambar rancangan didesain berdasarkan hasil survey di lapangan serta mengumpulkan gagasan dari konsep rancangan. Setelah selesai membuat sebuah gambar rancangan, kemudian mempersiapkan keperluan berupa alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Setelah memastikan semua alat dan bahan yang di butuhkan tersedia, selanjutnya bahan- bahan yang akan digunakan akan di

rangkaian sesuai dengan gambaran desain yang sudah di rancang.

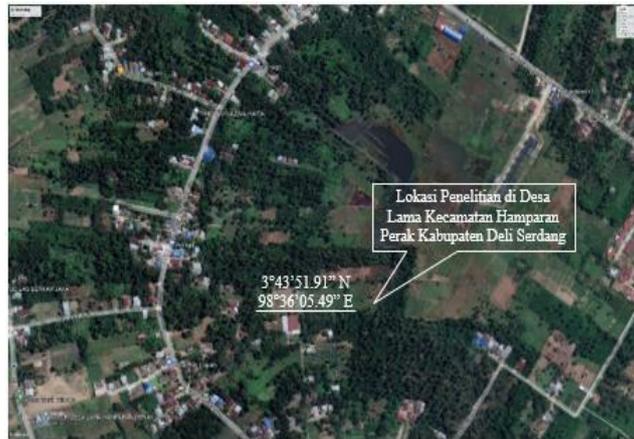


Gambar 1 Lay Out sistem irigasi tetes pada Kebun Mitra kelompok tani Bethani, Oetalu, Desa Penfui Timur yang dibagi dalam lima Blok bedengan

Keterangan:

- 1 Bak air
- 2 Panel surya
- 3 Pompa air
- 4 Tower air
- 5 Stop kran 2 inch
- 6 Filter
- 7 Pipa utama 2 inch
- 8 Pipa penghantar 1,5 inch
- 9 Pipa distribusi 1 inch
- 10 Stop kran 1 inch
- 11 Rumah bibit

Penelitian ini dilakukan di Desa Lama, Kecamatan Hamparan perak, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara yang terletak pada $3^{\circ}43'51.91''N$ dan $98^{\circ}36'05.49'' E$ dengan ketinggian 5 m di atas permukaan laut.



Gambar 2. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth)

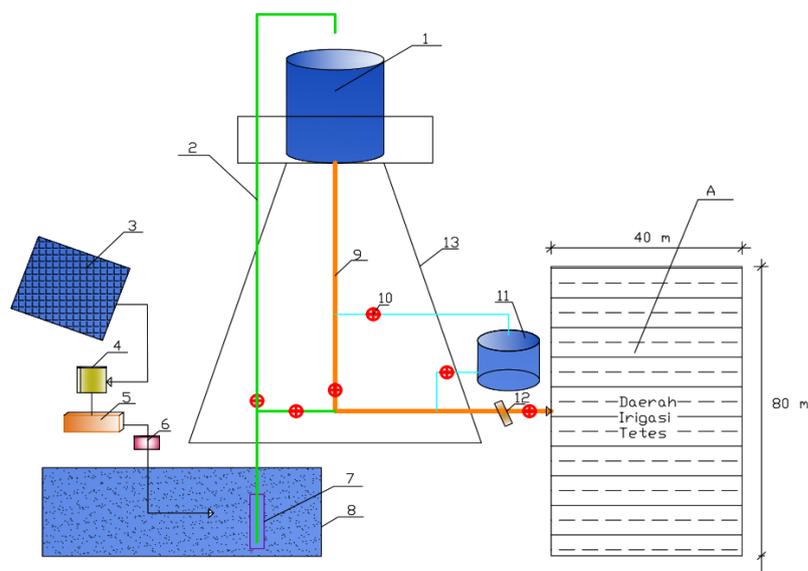


Gambar 3. Lokasi Penelitian pantauan udara ketinggian 100 m
(Sumber: Google Earth)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan Air Untuk Irigasi Tetes

Debit air yang diperlukan dalam irigasi tetes merupakan debit keseluruhan yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem irigasi tetes menuju lahan pertanian. Debit air yang diperlukan dalam sistem irigasi tetes adalah sebagai berikut. (Gambar 4)



Gambar 4. Instalasi Perpipaan Dari Sumber Air Bak Ke Tower

Keterangan:

- 1 Profil tank
- 2 Pipa inlet
- 3 Panel surya
- 4 Kontroler
- 5 Baterai
- 6 Inverter
- 7 Pompa DC
- 8 Bak air
- 9 Pipa outlet
- 10 Stop keran
- 11 Tandon pupuk
- 12 Fliter
- 13 Tower

Perhitungan ET (*evapotranspiration*) adalah cara untuk menghitung CWR atau *crop water requirements* (CWR). ET atau Evapotranspirasi adalah jumlah semua proses dimana air bergerak ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi tanaman (mm/bulan) dihitung sebagai produk dari tiga faktor:

$$ET = ET_0 \cdot K_c \cdot K_r$$

dimana : ET_0 = Evapotranspirasi tanaman (mm/bulan)

K_c = Koefisien tanaman

K_r = Koefisien pertumbuhan

Tabel 1 Rata-rata Data Iklim kabupaten Kupang tahun 2018 hingga tahun 2022

Bulan	T _{min} (°C)	T _{maks} (°C)	T _{rat} (°C)	H (%)	V (m/s)	Sun (%)	Rad (MJ/m ² / day)	Curah hujan (mm/day)	ETo (mm/ day)
Januari	25.2	31.1	28.1	87	2.2	47	15.5	399.7	3.58
Februari	24.9	31.2	28.1	86	1.9	62	19.3	343.0	4.28
Maret	24.5	31.8	28.2	87	1.7	71	22.3	178.3	4.90
April	23.9	32.8	28.4	81	2.5	85	25.6	191.0	5.77
Mei	24.3	33.1	28.7	74	3.4	89	26.1	14.4	6.32
Juni	23.4	32.7	28.1	73	2.7	90	25.9	12.6	6.10
Juli	22.1	32.5	27.3	70	3.7	79	23.9	3.3	6.09
Agustus	22.3	32.9	27.6	70	2.9	95	27.2	3.4	6.41
September	23.0	33.5	28.3	70	3.3	97	27.1	7.5	6.58
Oktober	24.4	33.5	28.9	74	2.5	91	24.6	45.3	5.81
November	24.9	33.2	29.1	78	1.7	77	20.5	146.2	4.77
Desember	25.0	32.0	28.5	84	3.1	63	17.5	313.2	4.15
Rata-rata	24.0	32.5	28.3	78	2.6	79	23.0	138.2	5.40
Total curah hujan								1657.9	

Dimana:

- T_{min} = Temperatur minimum
- T_{maks} = Temperatur maksimum
- T_{rat} = Temperatur rata-rata
- H = Kelembapan relatif
- V = Kecepatan angin
- Sun = Presentasi penyinaran matahari/hari
- Rad = Radiasi matahari
- Eto = Referensi evapotranspirasi

Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. Stasiun Klimatologi Kupang
 Source Url: <https://ntt.bps.go.id/indicator/151/64/1/jumlah-curah-hujan-menurut-kabupaten-kota-dan-bulan.html>. Access Time: March 31, 2024, 10:48 am

Tabel 2 Hasil perhitungan kebutuhan debit air

Nomor Blok	Jumlah bedengan	Panjang bedengan (m)	panjang plastik mulsa (m)	Jumlah jalur driper	Panjang selang driper (m)	Jumlah lubang emiter	Jumlah tanaman (jarak 40 cm)	hasil pengukuran air per lubang emiter = 0.4896 ltr/jam	Debit air per blok (m ³ /jam)
1	9	22	198	18	396	1980	990	969,408	0,969
2	7	26	182	14	364	1820	910	891,072	0,891
3	3	10	30	6	60	300	150	146,88	0,470
	3	22	66	6	132	660	330	323,136	
4	12	20	240	24	480	2400	1200	1175,04	1,175
5	7	22	154	14	308	1540	770	753,984	1,092
	3	10	30	6	60	300	150	146,88	
	3	13	39	6	78	390	195	190,944	
Jumlah	47	145	939	94	1878	9390	4695	4597,344	4,597344

Analisis Kebutuhan Pompa

Sistem tower

Untuk proses pemompaan air dari bak penampung bawah ke tandon atas dengan asumsi tekanan pada tandon (P₂) adalah tekanan atmosfer dan kecepatan pada tandon V₂ = 0

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 + \text{head pompa} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2 + \text{head loss}$$

$$P_1 = P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = V_2 = 0$$

$h_1 = -2 \text{ m}$ (datum atau referensi elevasi pada permukaan tanah)

$$h_2 = 4 \text{ m (head statis)}$$

sehingga head pompa adalah:

$$\begin{aligned} \text{Head pompa} &= h_2 - h_1 + \text{head loss} \\ &= 4 \text{ m} - (-2 \text{ m}) + 3,017 \text{ m} \\ &= 9,017 \text{ m} \end{aligned}$$

Kebutuhan daya pompa dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= \rho \cdot g \cdot \text{head pompa} \cdot Q \\ &= 996 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 9,017 \text{ m} \cdot 0,001277 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 112,5025 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan daya pompa yang diperlukan yaitu 112,5025 Watt

Sistem pompa tanpa tower

Untuk proses pemompaan air dari bak penampung bawah langsung ke jaringan distribusi tanpa melalui tandon atas dengan asumsi tekanan permukaan air kolam adalah (P₁) adalah tekanan atmosfer dan titik P₂ adalah nomor pipa distribusi terjauh yakni nomor 47 dengan kecepatan V₂=0,644 m/s dengan total head loss 6,685 m.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 + \text{head pompa} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2 + \text{head loss}$$

$$P_1 = P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = 0 \text{ sedangkan } V_2 = 0,644 \text{ m/s}$$

$$h_1 = -2 \text{ m (Datum atau referensi elevasi)}$$

$$h_2 = 0 \text{ m (Head statis)}$$

sehingga head pompa adalah:

$$\begin{aligned} \text{Head pompa} &= h_2 - h_1 + \text{head loss} \\ &= 0 \text{ m} - (-2 \text{ m}) + 7,774 \text{ m} \\ &= 9,774 \text{ m} \end{aligned}$$

Kebutuhan daya pompa dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= \rho \cdot g \cdot \text{head pompa} \cdot Q \\ &= 996 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 9,774 \text{ m} \cdot 0,001277 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 121,947 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan daya pompa yang diperlukan yaitu 121,947 Watt

Pemilihan pompa

Pada perancangan ini peneliti menggunakan pompa air celup/submersible pump DC 24V 350 W untuk memompa air dari reservoir ke tandon air untuk disalurkan ke jaringan sistem irigasi tetes sebagai berikut:

Daya yang digunakan pompa per jam:

$$P_p = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q / \text{ef pompa}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$H = \text{head pompa } 22 \text{ m}$$

$$Q = 5 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Asumsi efisiensi pompa 86 %

$$P_p = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 22 \text{ m} \cdot 5 \text{ m}^3 / (3600 \text{ detik}) / 0,86$$

$$P_p = 348,186 \text{ Watt}$$

Sehingga daya yang digunakan pompa per jam adalah 348,186 Watt atau dijadikan 350 W, sesuai dengan daya pompa yg digunakan pada instalasi sistem irigasi tetes.

Debit air yang diperlukan dalam irigasi tetes merupakan debit keseluruhan yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem irigasi tetes menuju lahan pertanian dengan luas 40 are. Sistem distribusi air dibagi dalam 5 blok dengan masing-masing blok terdapat jumlah bedengan yang berbeda. Hasil analisis menunjukkan blok 1 dengan jumlah bedengan 9 buah dan terdapat 1980 lubang emiter yang dapat mengalirkan air dengan debit 0,969 m³/jam (kapasitas emiter terukur 0,4896 liter/jam). Blok 2 dengan jumlah bedengan 7 buah dan terdapat 1820 lubang emiter yang dapat mengalirkan air dengan debit 0,891 m³/jam. Blok 3 dengan jumlah bedengan 6 buah dan terdapat 960 lubang emiter yang dapat mengalirkan air dengan debit 0,470 m³/jam. Blok 4 dengan jumlah bedengan 12 buah dan terdapat 2400 lubang emiter yang dapat mengalirkan air dengan debit 1,175 m³/jam. Sementara blok 5 dengan jumlah bedengan 13 buah dan terdapat 2230 lubang emiter yang dapat mengalirkan air dengan debit 1,092 m³/jam. Secara keseluruhan kebutuhan debit air untuk blok 1 hingga blok

5 adalah 4,597 m³/jam. Kebutuhan air untuk irigasi tanaman tomat jika diasumsikan 1,2 liter/jam per pohon, maka untuk kapasitas emiter 0,4896 liter/jam dibutuhkan lama waktu penyiraman minimal 2,45 jam.

Mode Operasi Sistem Tower

Mode operasi sistem tower merupakan sistem irigasi dalam penelitian ini, dimana air dari bak penampung dipompa ke tower kemudian dialirkan ke jaringan irigasi tetes. Terdapat 3 jalur operasi yakni pertama jalur A dengan sistem operasi dari tower ke blok 1, blok 2 dan blok 3, kedua jalur B dengan sistem operasi dari tower ke blok 4 dan ketiga jalur C dengan sistem operasi dari tower ke blok 5. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3

Mode Operasi Sistem Pompa

Mode operasi sistem pompa merupakan sistem irigasi dalam penelitian ini, dimana air dari bak penampung dipompa langsung ke jaringan irigasi tetes tanpa melalui tower. Terdapat 3 jalur operasi yakni pertama jalur A dengan sistem operasi dari tower ke blok 1, blok 2 dan blok 3, kedua jalur B dengan sistem operasi dari tower ke blok 4 dan ketiga jalur C dengan sistem operasi dari tower ke blok 5. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4.

Kebutuhan Daya Pompa

Kapasitas daya pompa yang di butuhkan pada instalasi sistem perpipaan pada irigasi dilahan budidaya tanaman hortikultura yang bertujuan untuk mengalirkan air dari bak penampung ke lahan budidaya tanaman hortikultura. Dari hasil analisis yang diperoleh kebutuhan daya pompa yaitu dengan menggunakan sistem tower yaitu 112,5025 sedangkan menggunakan sistem pompa yaitu 348,186 dan *head loss* yang didapat dengan sistem tower sebesar 6,005 m sedangkan *head loss* yang didapat dengan sistem pompa sebesar 7,775 m

Tabel 3. Hasil analisis kerugian aliran pada setiap mode operasi dengan system tower.

Nama	Satuan	Jalur Instalasi A	Jalur Instalasi B	Jalur Instalasi C	Jalur pompa-tandon
Diameter	Inci	1	1	1	1
Kecepatan	m/s	0,667	0,644	0,599	2,520
Elevasi	m	4	4	4	4
Reynolds	Re	8147,81	20369,54	18930,67	79692,56
Kerugian mayor	m	0,783	2,499	2,493 m	7,0950
Kerugian minor	m	1,184	1,091	1,107	-1,0895
Kerugian Total	m	1,967 m	3,590 m	3,599 m	6,005 m
Total head	m	2,033 m	0,410 m	0,401 m	18,983 m
Daya pompa	Watt				112,5025
Debit	m ³ /jam	2,267	1,175	1,092	4,597

Tabel 4. Hasil analisis kerugian aliran pada setiap mode operasi dengan sistem pompa.

Nama	Satuan	Jalur Instalasi A	Jalur Instalasi B	Jalur Instalasi C	Jalur pompa-tandon
Diameter	Inci	1	1	1	1
Kecepatan	m/s	0,667	0,644	0,599	2,520
Head statis	Atm	22	22	22	22
Reynolds	Re	8147,81	20420,58	18978,11	79892,28
Kerugian mayor	m	0,987	3,131	3,124 m	5,5841
Kerugian minor	m	1,294	1,895	1,910	2,1914
Kerugian Total	m	2,281 m	5,026 m	5,035 m	7,775 m
Total head	m	17,118 m	16,974 m	16,965 m	14,2245 m
Daya pompa	Watt				348,186
Debit	m ³ /jam	2,267	1,175	1,092	4,597

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis instalasi sistem perpipaan irigasi pada lahan budidaya tanaman holtikultura, Maka dapat menarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- Debit air yang diperlukan dalam irigasi tetes merupakan debit keseluruhan yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem irigasi tetes menuju lahan pertanian dengan luas 40 are, Debit air untuk tiap jalur A yaitu 2,267 m³/jam, Jalur B yaitu

1,175 m³/jam, Jalur C yaitu 1,092 m³/jam. Secara keseluruhan kebutuhan debit air untuk blok 1 hingga blok 5 adalah 4,597 m³/jam.

- Perancangan sistem irigasi tetes ini menggunakan dua mode operasi yaitu Sistem tower dan Sistem pompa. Sistem tower memompa air dari bak penampung ke tower kemudian di teruskan ke sistem jaringan secara bergilir ke masing-masing Jalur A, Jalur B dan Jalur C. Dari hasil analisis yang diperoleh untuk kebutuhan daya dengan menggunakan sistem tower yaitu 112,5025 W.

- Sedangkan sistem pompa tanpa melalui tower yang dapat dioperasikan secara bersamaan kesemua jalur maupun secara terpisah ke Jalur A, Jalur B dan Jalur C. Dari hasil analisis diperoleh kebutuhan daya pompa adalah 350 W dengan total head 22 m.
- Head loss yang didapat dengan sistem tower sebesar 6,005 m .
- Head loss yang didapat dengan sistem pompa sebesar 7,775 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ali, M. H., & Ali, M. H. (2010). Crop water requirement and irrigation scheduling. *Fundamentals of Irrigation and On-Farm Water Management: Volume 1*, 399–452.
- [2]. Alpandi, M. A., & Hanova, Y. (n.d.). PENGEMBANGAN SISTEM IRIGASI TETES DI LAHAN PERTANIAN TIDAK BERIRIGASI. *JTSIP*, 2(1). <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/JTSIP>
- [3]. Bunganaen, W. (2021). PERENCANAAN SISTEM IRIGASI TETES (DRIP IRRIGATION) DI DESA LAPEOM-TIMOR TENGAH UTARA. In *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 10, Issue 2).
- [4]. Bunganaen, W., Sina, D. A. T., & Talupun, M. R. (2021). PERENCANAAN SISTEM IRIGASI TETES (DRIP IRRIGATION) DI DESA LAPEOM-TIMOR TENGAH UTARA. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 151–162.
- [5]. I Made Udiana, W. B. A. P. P. (2014). PERANCANAAN SISTEM IRIGASI TETES(DRIP IRRIGATION) DI DESA BESMARAK KABUPATEN KUPANG. *perancangan sistem irigasi tetes(drip irrigation) di desa besmarak kabupaten kupang*, 09, 63–74.
- [6]. Pereira, L. S., Paredes, P., López-Urrea, D. J., & Jovanovic, N. (2021). Updates and advances to the FAO56 crop water requirements method. *Agricultural Water Management*.
- [7]. Pristiano, H. (2015). Aplikasi Cropwat 8.0 Sebagai Upaya Menganalisa Kebutuhan Air Irigasi Dan Hasil Produksi Tanaman Jagung Di Kelurahan Matalamagi Kota Sorong.
- [8]. Sirait, S., Saptomo, S. K., Yanuar, M., & Purwanto, J. (2015). RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI IRIGASI PIPA LAHAN SAWAH BERBASIS TENAGA SURYA DESIGN OF AUTOMATIC PIPE IRRIGATION SYSTEM IN PADDY FIELD BASED ON SOLAR POWER. In *Jurnal Irigasi* (Vol. 10, Issue 1).
- [9]. Smith, M., Allen, R., & Pereira, L. (1998). Revised FAO methodology for crop-water requirements.
- [10]. Steven Witman. (2021). Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering. *JURNAL TRITON*, 12(1), 20–28. <https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.152>
- [11]. Tirta Adhiguna, R., & Rejo, D. A. (2018). *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia*.
- [12]. Yanto, H., Tusi, A., Triyono, S., Jurusan, D., Pertanian, T., & Pertanian, F. (n.d.). THE APPLICATION OF DRIP IRRIGATION SYSTEM ON CAULIFLOWER (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis* L. Subvar. *Cauliflora* DC) IN AGREENHOUSE Mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universita Lampung 2,3). In *Jurnal Teknik Pertanian LampungVol* (Vol. 3, Issue 2).
- [13]. Yunus Ali, M., Rahmat, A., Antaria, S., Studi Teknik Pengairan, P., Teknik, F., Muhammadiyah Makassar Jl Sultan Alauddin No, U., & Selatan, S. (2024). EFEKTIVITAS PENERAPAN IRIGASI TETES (DRIP IRRIGATION) PADA TANAMAN CABAI MERAH. In *Jurnal Teknik Hidro* (Vol. 17, Issue 1).