

KAJIAN KONSEP FLUIDA DALAM SISTEM IRIGASI DI LAHAN PERTANIAN

(Study of Fluid Concepts in Irrigation Systems on Agricultural Land)

Shofira Amatullah¹⁾, Nurul Yunda Nanik Purwanti¹⁾, Tiara Angelita¹⁾, Niken Noviana Mahmudyah¹⁾, Netty Berliana Herman¹⁾, Firdha Kusuma Ayu Anggraeni^{1*)}, dan Kendid Mahmudi¹⁾

¹⁾Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

^{*)}email korespondensi: firdhakusuma@unej.ac.id

ABSTRACT

This research aims to prove the existence of a fluid concept in irrigation systems used on agricultural land. This type of research uses non-experimental research with qualitative methods in the form of a literature review. The research was carried out by developing information obtained from previous articles. The data used in this research uses secondary data from articles published or published in the last 10 years. The research results show that in several articles regarding irrigation systems on agricultural land there is a fluid concept in the process. Based on the results and discussion, it was concluded that in irrigation systems on agricultural land there is a principle of fluid dynamics which explains that the amount of nutrients entering the system must be the same as the amount of nutrients distributed to each plant, which is called the Law of Continuity. The results of this research are important because they prove that there is a fluid concept in irrigation systems used on agricultural land.

Keywords: Fluids, Irrigation, and Agriculture.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara agraris terbesar di dunia yang memprioritaskan pembangunan pertanian. Sektor pertanian adalah penyerap tenaga kerja terbesar di Indonesia, sektor pertanian masih menjadi pilihan utama bagi orang Indonesia untuk mendapatkan pekerjaan. Keberhasilan pembangunan bergantung pada ketersediaan sumber daya manusia yang berkualitas tinggi dan responsif dalam menyelesaikan masalah pertanian masyarakat (Lasaksi, 2023). Air adalah salah satu sumber daya yang ketersediaannya terus menyusut karena pencemaran dan meningkatnya persaingan dalam penggunaan air di berbagai sektor. Karena keterbatasan ini, sumber daya air harus dimanfaatkan secara efisien dan hemat,

terutama dalam sektor pertanian (Naravidya, et al., 2024).

Fisika merupakan materi ilmu pengetahuan alam yang mempelajari kejadian serta gejala alam melalui proses ilmiah. Proses ilmiah inilah yang menjadikan suatu produk seperti teori, konsep, dan prinsip umum. Materi Fisika pasti berhubungan dengan Fenomena alam yang biasa kita lihat dalam kehidupan sehari-hari, seperti contoh peristiwa aliran air yang mengalir dari dam sawah merupakan contoh bagaimana konsep fluida yang kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dam atau sering kita sebut dengan bendungan adalah bangunan yang berfungsi untuk menyimpan air yang berlebihan dan dijadikan sebagai sistem irigasi pertanian untuk tujuan tertentu (Kurniawan, et al., 2021).

Salah satu bidang ilmu fisika yang dikenal sebagai dinamika fluida mempelajari

perilaku fluida (cairan dan gas) dan bagaimana mereka berinteraksi dalam berbagai situasi. jenis fluida sendiri dibagi menjadi dua kategori yaitu : 1) fluida dinamis dan 2) fluida statis. Jenis fluida yang tidak bergerak atau berkelajuan nol disebut dengan fluida statis (Jati, 2018:191). Sebaliknya, jenis fluida dinamis melakukan pergerakan dan menghasilkan gaya geser berdasarkan kecepatan (Dewadi, et al., 2023 : 158). Aliran air sungai, air terjun, dan air lainnya adalah contoh fluida dinamis karena mereka tidak kompresibel, tidak mengalami gesekan (gesekan antara fluida dan dinding dapat diabaikan saat mengalir), dan stasioner atau steady (kecepatan tiap tiap aliran fluida relatif terhadap waktu yang konstan) (Nugroho, et al., 2023)

Istilah irigasi mengacu pada proses menyalurkan air ke tanaman dari sumber alami. Irigasi curah di permukaan tanah adalah metode yang banyak digunakan, tetapi membutuhkan banyak air dan tidak efisien (Witman, 2021). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Afiatan dkk (2022) menyatakan jika kebutuhan air tanaman lebih besar dari sumber air tanah, irigasi adalah salah satu pilihan alternatif sebagai pengaliran air. Aliran air irigasi ke lahan pertanian dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman sepanjang rentang perkembangannya. Terdapat beberapa macam irigasi yang digunakan dalam pertanian, yaitu 1) irigasi permukaan, 2) irigasi tetes (drip irrigation), 3) irigasi sprinkler, 4) irigasi subirigasi, dan 5) irigasi hidroponik.

Pemerintah saat ini mengubah kebijakan pengelolaan irigasi dengan tujuan untuk mencapai tingkat layanan yang memadai pada tingkat jaringan primer, sekunder, dan tersier (Siswadi, et al., 2021). Sehingga pemerintah mengemukakan bahwa dari beberapa macam irigasi, kebanyakan petani menggunakan irigasi hidroponik, dimana menggunakan metode penyiraman tanaman dalam sistem hidroponik air dan nutrisi dialirkan langsung ke akar tanaman melalui sistem irigasi tertentu. Tujuan utama irigasi hidroponik ini adalah untuk mengoptimalkan penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman, menghemat air dan nutrisi, mengurangi pertumbuhan gulma dan

penyakit tanaman, serta meningkatkan produktivitas tanaman (Nugraha, 2019)

Memahami konsep fisika fluida sangat penting untuk keberhasilan hidroponik karena sangat penting untuk mengoptimalkan aliran nutrisi dalam sistem. Teori dasar aliran fluida berhubungan langsung dengan cara air dan nutrisi yang disalurkan melalui pipa atau kanal untuk mencapai akar tanaman tanpa tergenang atau kekurangan, serta bagaimana air berfungsi dalam lingkungan hidroponik. Hukum kontinuitas merupakan salah satu prinsip dinamika fluida, membantu menjelaskan bagaimana jumlah nutrisi yang masuk ke sistem harus sama dengan jumlah nutrisi yang didistribusikan ke setiap tanaman. Hal ini memastikan bahwa semua tanaman menerima nutrisi yang dibutuhkannya, sehingga dapat menciptakan dan menjaga kondisi terbaik untuk pertumbuhan tanaman.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif berupa studi literatur. Kajian literatur (literature review) merupakan jenis penelitian yang berfokus pada literatur berorientasi akademik (atau literatur berorientasi akademik) yang memeriksa atau mempertimbangkan secara kritis informasi, konsep, atau hasil yang ditemukan di dalamnya serta mendefinisikan manfaat teoritis dan metodologisnya untuk topik tertentu (Pusparani, 2021). Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa artikel yang dipublish atau terbit 10 tahun terakhir. Untuk mempermudah dalam mendeteksi, sehingga menggunakan kata kunci yang digunakan berupa fluida, irigasi, dan pertanian. Penelitian ini disusun berdasarkan asumsi dasar dan cara berpikir yang akan digunakan dalam penelitian, menafsirkan data penelitian, dan melihat beberapa jurnal yang berkaitan dengan teori yang dibahas khususnya mengenai konsep fluida dalam bidang irigasi pertanian (Muhammad dan Yosefin, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan jurnal literature sebanyak 5 artikel, berdasarkan kata kunci

yang sesuai dengan penelitian ini. Berikut hasil literature review disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *literature review*

No	Penulis dan Tahun	Hasil
1.	Alam <i>et al.</i> , 2023	Sebuah pompa dengan daya 11,85 kW dan debit aliran 0,1344 m ³ /s dibutuhkan untuk mengairi tanaman padi pada lahan persawahan dengan luas 20 ha. Dengan demikian dibutuhkan 2 buah pompa untuk memenuhi kebutuhan air tersebut, dengan kapasitas 7,5 kW per pompa dan debit aliran dua buah pompa yaitu 0,1667 m ³ /s. Sistem irigasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem irigasi permukaan, yang terbagi menjadi saluran irigasi primer dan saluran irigasi sekunder. Jumlah debit air yang dapat ditampung pada saluran irigasi ini adalah 2257 m
2.	Rustadi <i>et al.</i> , 2023	Hasil dari penelitian ini menunjukkan potensi air tanah dangkal di kedalaman < 20 m dan merupakan pilihan terbaik dari segi biaya pemompaan. 1 sumur produksi sedalam 12 m di titik 1, mampu menghasilkan debit secara ekonomis untuk tanaman yang membutuhkan air dalam jumlah besar. Tanaman daun bawang (daun prei) merupakan salah satu alternatif

yang dapat dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan relatif tidak boros air.

3. Narafidya *et al.*, 2023
 Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah total air yang diirigasikan sebesar 630 liter. Hasil panen tanaman Seledri diperoleh berat utuh semua tanaman yaitu sebesar 209 gram. Nilai produktivitas tanaman yang dihasilkan yaitu sebesar 0,332 kg/m³. Meskipun nilai produktivitas tanaman yang rendah, tetapi terbukti jika tanaman Seledri dapat tumbuh pada lahan lempung berpasir. Tanaman Seledri merespons pertumbuhan dengan baik namun hasil yang diperoleh kurang optimal.
4. Alpandi dan Hanova, 2023
 Air akan di alirkan ke dalam pipa penghantar dengan bantuan mesin pompa kemudian didistribusikan secara merata keempat titik saluran dan akan di distribusikan ke tanaman, kemudian jika air berlebih akan dialirkan ke saluran pembuang dan selanjutnya akan di kembalikan kedalam kolam penampungan dan sirkulasi air terus berjalan tanpa ada limpahan air yang terbuang sia-sia.

5. Kurniawan *et al.*, 2021 Hasil identifikasi konsep dinamika fluida pada aliran dam sawah daerah Cluring Banyuwangi yaitu hubungan antara luas penampang dan kecepatan aliran dam sawah berbanding terbalik ($A \sim 1/v$), semakin besar nilai luas penampang maka semakin kecil nilai dari kecepatan aliran dam sawah yang dihasilkan, berlaku pula sebaliknya. Hal tersebut sesuai dengan rumus dan teori persamaan kontinuitas. Perbandingan debit aliran dam sawah berdasarkan pada waktu pengukurannya memiliki perubahan nilai debit aliran yang signifikan.

Berdasarkan hasil *literature review* jurnal yang digunakan, diketahui bahwa sarana pengairan dan terbatasnya luasan lahan garapan, menjadi faktor yang memberi pengaruh besar terhadap kesejahteraan yang dapat dicapai oleh petani. Salah satu cara untuk membantu petani mengairi lahan pertaniannya adalah dengan menggunakan sistem pompa air bertenaga diesel. Namun sistem pompa air diesel ini kurang efisien, karena biaya bahan bakar minyak yang cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif berupa pompa air bertenaga energi terbarukan yang selanjutnya dapat meningkatkan produktivitas hasil pertanian petani. Seiring dengan berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, banyak ditemukan sumber energi terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar minyak. Salah satunya adalah pemanfaatan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yaitu pembangkit listrik

yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari untuk menghasilkan energi listrik.

Sering kali kebutuhan air tanaman tidak dapat dipenuhi dari air hujan ataupun air tanah, sehingga diperlukan pemberian air tambahan (irigasi). Dengan irigasi hemat air dapat mengatasi keterbatasan pasokan air pada lahan yang kering. Teknologi irigasi ini salah satunya yaitu sistem *Drip Irrigation* atau disebut dengan irigasi tetes. Irigasi merupakan suatu sistem yang digunakan untuk pemberian air yang dialirkan melewati pipa dengan tekanan yang sudah ditentukan, sehingga air yang keluar menghasilkan tetesan-tetesan yang langsung mengarah pada daerah perakaran tanaman. Fungsinya untuk memenuhi kebutuhan tanaman dengan air tetapi tidak dengan membasahi seluruh lahan. Selain itu irigasi tetes ini dapat digunakan untuk menjaga tanaman dari penguapan yang berlebihan, air dapat digunakan dengan lebih baik, mengurangi limpasan dan dapat mengurangi pertumbuhan gulma. Irigasi tetes dapat digunakan pada lahan kering yang ditanami sejenis semangka dan melon, dimana tanaman tersebut membutuhkan pengairan yang lancar serta teratur. Pengairan lahan petani pun terbantu dengan jenis irigasi tetes ini.

Aliran terbagi menjadi dua, yaitu aliran saluran terbuka serta aliran saluran tertutup. Pada aliran saluran terbuka, fluida mengalir pada permukaan yang bebas, seperti pada sungai sifat alirannya tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Sifat-sifat yang dimaksud meliputi kekasaran, kemiringan dasar, tampang lintang saluran, belokan debit aliran dan sebagainya. Sedangkan contoh dari aliran saluran tertutup yaitu pada pipa yang berbentuk lingkaran. Aliran fluida pada pipa ini memiliki volume aliran yang penuh. Jenis fluida yang mengalir pun bisa berupa zat cair ataupun gas dengan tekanan yang lebih besar ataupun lebih kecil dari tekanan atmosfer. Tetapi apabila fluida yang mengalir pada pipa tidak penuh, maka aliran tersebut disebut juga aliran saluran terbuka. Hal itu karena tekanan yang berada dalam pipa sama dengan tekanan atmosfer.

Fenomena alam yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari memiliki keterkaitan

dengan konsep fisika yang mana pembahasannya dapat digunakan dalam materi pelajaran fisika. Salah satu fenomena alam yang memiliki konsep fisika mengenai dinamika fluida yaitu terdapat dalam fenomena aliran air dam sawah. Tinggi tekan sangat berpengaruh pada aliran fluida atau debit yang dikeluarkan dan disalurkan ke tanaman. Pada konsep mekanika fluida dijelaskan mengenai viskositas. Viskositas terdapat pada fluida yang mengalir dan menyebabkan gaya geser. Gaya geser tersebut dapat menyebabkan hambatan, sehingga sepanjang aliran fluida terdapat energi yang hilang yang disebut dengan *head losses* atau bisa juga disebut “kehilangan tinggi tekanan”.

Penelitian yang dilakukan oleh Alpandi dan Hanova (2023) diketahui bahwa air yang dialirkan melewati pipa dibantu dengan mesin pompa. Pada pipa terdapat empat titik yang digunakan untuk mendistribusikan pada tanaman. Untuk tanaman yang memiliki air berlebihan akan dialirkan pada pembuangan selanjutnya, dan kemudian dialirkan kembali pada kolam penampungan. Proses tersebut terus berjalan sehingga tidak ada air yang terbuang secara sia-sia.

KESIMPULAN

Sistem irigasi mengacu pada proses menyalurkan air ke tanaman dari sumber alami atau salah satu pilihan alternatif sebagai pengaliran air. Konsep fisika fluida pada sistem irigasi sangat penting mengoptimalkan aliran nutrisi dalam sistem. Faktor yang akan memberikan pengaruh besar bagi para petani untuk mencapai kesejahteraan yaitu sarana pengairan dan juga terbatasnya luasan lahan garapan petani. Salah satu prinsip dinamika fluida yang membantu menjelaskan bagaimana jumlah nutrisi yang masuk ke sistem harus sama dengan jumlah nutrisi yang didistribusikan ke setiap tanaman yaitu Hukum Kontinuitas. Dalam teori mekanika fluida, dimana timbulnya gaya geser yang memiliki sifat menghambat dan menimbulkan munculnya energi yang hilang disepanjang aliran fluida itu disebabkan oleh fluida mengalir yang memiliki viskositas, Tidak meratanya permasalahan distribusi atau

penurunan tekanan pada pertumbuhan tanaman dalam sistem irigasi dapat dihindari dengan pemahaman yang baik tentang prinsip-prinsip tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua yang turut berperan dalam penyusunan artikel ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen Mata Kuliah Agrofisika yang telah mendukung, membimbing, dan memberi saran pada penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, I. F., A. Aziz, dan Perawati. (2023). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Pompa Irigasi Sawah di Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Surya Energy*, 8(1): 1-11.
- Afiatan, A. S., Sumarantini, C. M., & Badrudin, U. (2022). Aplikasi Irigasi Sistem Kapiler Dengan Menggunakan Sumbu dan Berbagai Macam Media Tanam Pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 18(2), 166-174.
- Alpandi, M. A., dan Y. Hanova. (2023). Pengembangan Sistem Irigasi Tetes di Lahan Pertanian Tidak Beririgasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1): 125-130.
- Dewadi, F. M., E. Bachtiar, Tukimun, R. Alyah, D. Satriawan, F. Annisa, J. S. Pasaribu, E. Randjawali, Zahriah, J. Afrida, Masniah, & N. Rochyani. (2023). Fisika Dasar I (Mekanika dan Panas). Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Jati, B. M. E. (2018). Pengantar Fisika 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Kurniawan, A. I. P., Supeno, dan S. Bektiarso. (2021). Identifikasi Konsep Dinamika Fluida pada Aliran Dam Sawah

- Menggunakan Metode Apung (Floating Method). *Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 14(2): 108-119.
- Lasaksi, P. (2023). Analisis Peran Sektor Pertanian Terhadap Perekonomian. *Lentera: Multidisciplinary Studies*, 1(3), 165-171.
- Muhammad, F., & Yosefin, Y. (2021). Peran kearifan lokal pada pendidikan karakter di masa pandemi (suatu kajian studi literatur manajemen pendidikan & ilmu sosial). *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2): 519-528.
- Narafidya, A., J. Sumarsono, S. H. Abdullah, dan G. N. D. Side. (2024). Aplikasi Sistem Irigasi Tetes Bawah Permukaan Untuk Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) Menggunakan Selang Benang Pada Tanah Lempung Berpasir. *J-AGENT: Journal of Agricultural Engineering and Technology*, 2(1): 22-29.
- Nugroho, B. S., A. Nurrahman, T. Dianpalupidewi, N. Suryaningsih, & I. Jajuli. (2023). *Mekanika Fluida Laboratorium Hilir Migas*. Indramayu: CV. Adanu Abimata
- Nugraha, Y. H. (2019). *Pengaruh jenis media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (Capsium frutescens) varietas dewata F1 pada Hidroponik sistem irigasi tetes* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- Pusparani, M. (2021). Faktor yang mempengaruhi kinerja pegawai (suatu kajian studi literatur manajemen sumber daya manusia). *Jurnal Ilmu Manajemen Terapan*, 2(4): 534-543.
- Rustadi, I. G. B. Darmawan, I. B. S. Yogi, S. Erfani, dan R. Zefrianto. (2023). Pendampingan Pemetaan Air Tanah Dangkal untuk Sarana Pengairan Budaya Daun Bawang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1): 56-62.
- Siswadi, L., H. Sulistiyono, dan H. Hartana. (2021). Penyempurnaan Pedoman Penilaian Indeks Kinerja Sistem Irigasi Permukaan. *Media Bina Ilmiah*. 16(4): 6781-6792.
- Witman, S. (2021). Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering. *Jurnal Triton*, 12(1): 20-28.