



## Analisis Konsep Fisika Pada Teknologi Irigasi Tetes Untuk Pertanian

Nafilah Azaria Rahma<sup>1</sup>, Sonia Safira Salsabila<sup>2</sup>, Sudarti<sup>3</sup>, dan Kendid Mahmudi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

---

### Abstract

Received: 05 Oktober 2025

Revised: 17 Oktober 2025

Accepted: 28 Oktober 2025

*Climate change has had a significant impact on the agricultural sector, especially in terms of water availability and decreasing crop productivity. To address these challenges, drip irrigation technology has emerged as an efficient and sustainable solution in modern agricultural systems. This article examines the role of physics concepts in the application of drip irrigation technology through an analysis of 20 recent research journals (2019–2025). Drip irrigation slowly delivers water directly to the roots of plants through a network of pipes, minimizing water and energy waste. The physics concepts applied include Bernoulli's law, hydrostatic pressure, Pascal's law, capillarity, and gravity. In addition, the use of renewable energy such as solar power is an important innovation in the development of irrigation systems in remote areas. The results of the study show that drip irrigation technology not only increases the efficiency of water use but also supports sustainable agriculture amidst limited resources and climate change. The application of this technology is expected to be a strategic step in maintaining food security and environmental sustainability in the future.*

**Keywords:** *Irrigation, Physics, Technology.*

(\*) Corresponding Author: [Kendidmahmudi.fkip@unej.ac.id](mailto:Kendidmahmudi.fkip@unej.ac.id)

**How to Cite:** Rahma, N. (2025). Analisis Konsep Fisika Pada Teknologi Irigasi Tetes Untuk Pertanian. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(11.A), 155-161. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11880>.

---

## INTRODUCTION

Sektor Perubahan iklim berdampak besar pada sektor pertanian, mulai dari tahap produksi hingga penurunan hasil panen. Kementerian Pertanian telah menemukan banyak konsekuensi nyata dari perubahan iklim. Di antara konsekuensi tersebut adalah penurunan sumber daya lahan dan air serta kerusakan infrastruktur pendukung pertanian, termasuk sistem irigasi (Afifah et al.). Teknologi pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut.

Dalam bercocok tanam, irigasi adalah salah satu bagian penting dari produsen usaha tani. Kegagalan panen berpotensi terjadi karena kekurangan air irigasi, sedangkan kelebihan air juga dapat menyebabkan gagal panen pertanian (Rodriguez et al.). Dalam sistem pertanian modern, irigasi sangat penting, terutama di daerah dengan curah hujan yang rendah atau panjang. Keberhasilan pertanian sangat bergantung pada ketersediaan udara yang bersih dan terdistribusi dengan baik (Anggraeni et al.). Sistem irigasi tetes adalah teknologi yang menjajikan.

Sistem pangan dan sumber daya air perkotaan menghadapi tekanan yang signifikan dari lingkungan urban. Dalam situasi saat ini, keberlanjutan produksi pangan dan efisiensi penggunaan air merupakan masalah utama (Appels dan

Karimi). Karena berpengaruh besar terhadap kualitas dan kuantitas hasil panen melon, pemberian larutan nutrisi sangat penting dalam budidaya melon. Ada berbagai cara untuk memberikan nutrisi kepada tanaman. Ini termasuk pemberian nutrisi secara berkelanjutan (Subrata), irigasi otomatis yang diatur berdasarkan interval waktu tertentu, irigasi otomatis yang disesuaikan dengan tingkat kelembaban tanah, dan irigasi tetes otomatis yang disesuaikan dengan tingkat kelembaban tanah.

Irigasi tetes mengalirkan air langsung ke akar tanaman melalui jaringan pipa dari emitor (Santri et al.). Teknik ini sangat cocok untuk diterapkan di daerah kering seperti Nusa Tenggara, sebagian Jawa Timur, dan area lain di Indonesia yang memiliki keterbatasan air.

Teknologi irigasi tetes menggunakan ilmiah fisika karena mencakup konsep seperti mekanika, fluida, tekanan, kapilaritas, dan termodinamika. Pemahaman prinsip—prinsip fisika ini sangat penting untuk membangun sistem yang efisien, tahan lama, dan sesuai dengan tanah dan jenis tanaman yang ada di Indonesia. Teknologi irigasi tetes juga menjadi lebih canggih pada zaman Sekarang. Pemanfaatan energi terbarukan seperti tenaga surya untuk menggerakkan pompa air semakin diminati, khususnya di daerah terpencil. Pompa air tenaga surya dapat digunakan (Muntini et al.). Pompa ini ditempatkan di lokasi yang lebih tinggi dari aliran air, yang memungkinkan air mengalir secara gravitasi tanpa membutuhkan pompa listrik konvensional. Karena memiliki banyak manfaat tetapi juga kekurangan, inovasi seperti ini sangat cocok untuk Indonesia.

Tujuan dari artikel ini adalah untuk memeriksa bagaimana konsep fisika berfungsi dalam teknologi irigasi tetes. Artikel ini mengeksplorasi beberapa temuan penelitian terbaru dan berharap dapat memberikan wawasan kepada penulis, petani, dan pengembang sistem irigasi tetes yang lebih efisien di Indonesia.

## **METHODS**

Jenis penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang berfokus pada metode tinjauan pustaka. Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui studi pustaka yang mencakup teori dan hasil penelitian yang relevan. Artikel ini disusun berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dari berbagai referensi, termasuk jurnal, artikel, dan buku. Proses pengumpulan data dilakukan dengan penelusuran di internet menggunakan kata kunci seperti irigasi, tetes, dan fisika, sehingga artikel ini dapat dikategorikan sebagai artikel dengan metode tinjauan jurnal penelitian. Penelitian ini melibatkan 20 jurnal yang diterbitkan antara tahun 2019 hingga 2025.

Metode tinjauan jurnal yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode ringkasan (summarize), yang melibatkan penulisan kembali sumber dengan kalimat sendiri. Metode ini dilakukan dengan menyimpulkan informasi dari sumber, mengambil pokok latar belakang yang relevan, dan merangkum inti dari pembahasan. Artikel penelitian harus mencakup metode penelitian, termasuk alat dan bahan yang digunakan serta prosedur yang diikuti. Pada tahap penelitian, penting untuk mendeskripsikan cara atau metode yang digunakan dalam analisis, sehingga prosedur penelitian menjadi jelas. Selain itu, informasi mengenai manufaktur, nomor seri, dan sensitivitas peralatan juga perlu dicantumkan.

## **RESULTS & DISCUSSION**

## Results

Agroindustri merupakan kegiatan yang melibatkan pengolahan hasil pertanian, baik dari tanaman pangan, non-pangan, maupun perikanan. Industri ini berperan dalam meningkatkan nilai tambah serta daya saing produk pertanian melalui berbagai proses pengolahan dan inovasi. Pemanfaatan fluida dalam teknologi agroindustri, khususnya pada alat – alat memegang peranan penting dalam pengolahan hasil pertanian. Penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan tanaman melalui sistem pengairan lahan dikenal sebagai irigasi. Penerapan irigasi disesuaikan dengan jenis serta kebutuhan air setiap tanaman. Salah satu teknologi irigasi yang efisien dalam penggunaan air adalah sistem irigasi sprinkler atau curah serta irigasi tetes. Irigasi curah memiliki karakteristik utama dalam menyebarkan air dalam bentuk 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 ada dalam tanah berperan sebagai agen aktivator kesuburan tanah.



Gambar 1.1 Irigasi Tetes <https://bit.ly/44DmSxo>

Irigasi tetes adalah metode pemberian air pada tanaman secara langsung, baik pada area perakaran tanaman maupun pada permukaan tanah melaluitetes secara kontinu dan perlahan. Penerapan teknologi irigasi tetes atau sering disebut Trickle Irrigation adalah irigasi yang menggunakan jaringan aliran dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Jaringan irigasi tetes terdiri dari pipa utama, pipa sub utama dan pipa lateral. Irigasi tetes dapat dibedakan menjadi 3 macam yang berdasarkan jenis cucuran airnya, yaitu air merembes sepanjang pipa lateral (viaflow), air menetes atau memancar melalui alat aplikasi yang dipasang pada pipa lateral. air menetes atau memancar melalui lubang-lubang pada pipa lateral

Teknik irigasi tetes merupakan metode pengairan yang dilakukan secara terbatas dengan menggunakan wadah atau penampung sementara yang dilengkapi dengan lubang tetes di bagian bawahnya. Air dialirkan perlahan dalam bentuk tetesan ke tanah, secara bertahap membasahi area di sekitar tanaman. Lubang tetes ini dirancang sedemikian rupa agar jumlah air yang diberikan cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Pada dasarnya, sistem irigasi tetes bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dengan meminimalkan kehilangan akibat penguapan, terutama di daerah bersuhu tinggi. Efisiensi pemanfaatan air di lahan pertanian dapat dioptimalkan dengan penerapan teknik irigasi yang tepat.

Selain itu, irigasi tetes juga berperan dalam menjaga kadar air tanah di zona perakaran tanaman dalam kisaran kapasitas lapang hingga titik layu permanen.

Metode pengairan dengan irigasi tetes bisa menjadi suatu pilihan yang dapat diterapkan di lahan yang memiliki ketersediaan air yang sangatlah terbatas serta kondisi fisik dari lahan yang kurang mendukung, karena dengan metode irigasi tetes air langsung diserap oleh akar tanaman dan tidak akan mengalami fase penguapan secara berlebih. Manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan sistem irigasi tetes diantaranya adalah bakteri, hama dan penyakit lain yang tergantung pada lingkungan lembab dapat dikurangi, karena bagian tanaman yang ada di atas tanah umumnya kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang diberi tetes dan mulsa jerami dapat mempercepat laju transpirasi serta meningkatkan sekapan cahaya sebesar 31,4%. Penyiraman tanaman dengan irigasi tetes dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun dan laju pertumbuhan nisbi tajuk sebesar 38,8%, sementara perlakuan mulsa jerami secara efektif dapat meningkatkan laju pertumbuhan nisbi tajuk sebesar 31,6%

Teknologi irigasi tetes merupakan salah satu inovasi dalam bidang pertanian yang memanfaatkan prinsip-prinsip fisika untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Sistem ini dirancang untuk mengalirkan air secara perlahan dan teratur langsung ke zona akar tanaman melalui pipa-pipa kecil yang dilengkapi dengan lubang emitter. Tujuan utama dari irigasi tetes adalah untuk menghemat air dan energi sekaligus memastikan tanaman memperoleh pasokan air yang cukup tanpa pemborosan.

Salah satu konsep fisika utama yang diterapkan dalam sistem irigasi tetes adalah hukum Bernoulli. Hukum ini menyatakan bahwa dalam suatu fluida ideal yang mengalir, terdapat hubungan antara tekanan, kecepatan, dan energi potensial. Dalam irigasi tetes, air mengalir dari tangki atau sumber air menuju pipa-pipa kecil. Ketika tekanan dan ketinggian air dikendalikan dengan tepat, air dapat mengalir dengan kecepatan rendah, cukup untuk meneteskan air secara perlahan ke akar tanaman. Selain hukum Bernoulli, tekanan hidrostatis juga berperan penting dalam sistem ini. Tekanan hidrostatis tergantung pada ketinggian kolom air, sehingga perbedaan tinggi antara sumber air dan lahan pertanian akan memengaruhi tekanan yang dihasilkan dalam sistem irigasi. Semakin tinggi posisi tangki air, semakin besar tekanan yang dapat mendorong air untuk mengalir melalui pipa-pipa irigasi. Rumus dasar tekanan hidrostatis yaitu  $P = \rho g h$  menjelaskan bagaimana tekanan dapat dihitung berdasarkan ketinggian air.

Hukum Pascal turut menjelaskan bagaimana tekanan yang diberikan pada fluida dalam sistem tertutup akan diteruskan secara merata ke seluruh bagian sistem. Dalam irigasi tetes, air yang diberi tekanan dalam tangki atau melalui pompa akan mengalami distribusi tekanan yang sama ke seluruh jaringan pipa. Dengan demikian, semua tanaman di lahan bisa memperoleh suplai air yang merata jika sistem dirancang dengan baik. Selain prinsip tekanan, konsep tegangan permukaan dan kapilaritas juga berperan dalam pengeluaran air dari emitter. Lubang emitter dirancang sangat kecil sehingga air tidak menyembur, tetapi menetes perlahan. Tegangan permukaan air membantu menjaga bentuk tetesan, sementara aksi kapilaritas memungkinkan air tetap bergerak perlahan meskipun tekanan dalam sistem tidak terlalu tinggi. Hal ini penting untuk menghindari pemborosan air sekaligus memberikan hidrasi optimal pada akar tanaman.

Konservasi energi juga menjadi pertimbangan fisika penting dalam perancangan sistem irigasi tetes. Penggunaan pompa untuk mengalirkan air diatur sedemikian rupa agar meminimalkan kehilangan energi akibat gesekan dalam pipa. Desain pipa, pemilihan diameter yang tepat, dan material pipa memengaruhi efisiensi aliran air. Semakin halus permukaan bagian dalam pipa dan semakin pendek jalur distribusinya, maka semakin kecil energi yang terbuang akibat gesekan. Dalam sistem irigasi tetes modern, teknologi sensor ditambahkan untuk mengatur aliran air secara otomatis. Sensor kelembaban tanah, misalnya, bekerja berdasarkan perubahan resistansi listrik tanah terhadap kelembaban. Prinsip fisika yang digunakan di sini adalah hubungan antara konduktivitas listrik dengan kadar air. Ketika tanah mulai kering, resistansi meningkat dan sistem akan memicu pengaliran air. Hal ini memungkinkan penggunaan air yang sangat presisi. Teknologi kontrol otomatis ini juga memanfaatkan sistem tekanan dan aliran untuk membuka dan menutup katup air. Katup elektromagnetik (solenoid) bekerja berdasarkan medan magnet yang timbul dari arus listrik. Ketika arus dialirkan, medan magnet menggerakkan mekanisme katup untuk membuka atau menutup aliran. Ini adalah penerapan konsep elektromagnetik dalam sistem irigasi.

Efektivitas irigasi tetes secara fisik juga dipengaruhi oleh gravitasi. Air dalam sistem mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah, sehingga perencanaan tata letak lahan dan sumber air harus memperhitungkan kemiringan. Jika gravitasi dimanfaatkan dengan optimal, maka kebutuhan akan pompa bisa dikurangi atau bahkan dihilangkan, yang secara langsung menghemat energi. Secara keseluruhan, teknologi irigasi tetes adalah contoh nyata bagaimana konsep-konsep dasar fisika dapat diterapkan untuk memecahkan masalah praktis dalam bidang pertanian. Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip seperti tekanan, aliran fluida, energi potensial, hingga elektromagnetisme, para insinyur dan petani dapat merancang sistem yang hemat air, hemat energi, dan ramah lingkungan. Hal ini semakin penting di tengah isu krisis air dan kebutuhan produksi pangan yang terus meningkat.

## CONCLUSION

Agroindustri berperan penting dalam meningkatkan nilai tambah hasil pertanian melalui pemanfaatan teknologi, salah satunya irigasi tetes. Irigasi tetes merupakan sistem pengairan efisien yang menyalurkan air langsung ke akar tanaman secara perlahan dan teratur, sehingga sangat hemat air dan energi.

Penerapan sistem ini melibatkan berbagai konsep fisika seperti hukum Bernoulli, tekanan hidrostatis, hukum Pascal, kapilaritas, dan gravitasi. Prinsip-prinsip tersebut membantu mengatur aliran air agar sesuai kebutuhan tanaman dan mengurangi pemborosan. Dengan efisiensi tinggi, irigasi tetes cocok digunakan pada lahan terbatas air dan mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Teknologi ini merupakan contoh penerapan ilmu fisika dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan ketahanan pangan.

## REFERENCES

Afifah, A. A. N., Fajar, R., & Trisnawan, A. (2024). APPLICATION OF CLIMATE SMART AGRICULTURE IN THE IMPLEMENTATION OF THE PRIMADONA PROGRAM (SUSTAINABLE INNOVATIVE

- INDEPENDENT MANGO FARMING). *Progress In Social Development*, 5(2), 128-139.
- Anggraeni, N. M., Kinasih, R. E. ., & Ayuningtiyas, L. (2024). ANALISIS KONSEP PENERAPAN MEKANIKA DALAM SISTEM IRIGASI PERTANIAN BERBASIS TEKNOLOGI. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 248-257.
- Appels, W. M., & Karimi, R. (2021). Analysis of soil wetting patterns in subsurface drip irrigation systems–indoor alfalfa experiments. *Agricultural Water Management*, 250, 106832.
- Budiyanto, C., Widayani, D. A., Alna, I., Putri, A. Z. J. H., Negara, B. G. P. P., Budiyanto, M. I. R. P., ... & Octaviani, D. R. Adopsi Internet of Things dalam Budidaya Labu Madu di Kawasan Pertanian Urban. *DEDIKASI: Community Service Reports*, 6(2).
- Dehghanisani H, Mirlatifi SM, Emami S, Rajabzadeh T. Reducing the clogging of emitters in drip irrigation systems using acid washing and ultrasonic technology. *Sci Rep*. 2025 Apr 11;15(1):12499. doi: 10.1038/s41598-025-95915-w. PMID: 40216804; PMCID: PMC11992190.
- De Marchis, M., Bruno, F., Saccone, D., & Napoli, E. (2025). Performance of Emitters in Drip Irrigation Systems Using Computational Fluid Dynamic Analysis. *Water*, 17(5), 689.
- Idrus, M., Veltuzend, A., Kuswadi, D., et al., 2018. Kinerja Irigasi Tetes Tipe Emiter Aries Pada Tanaman pisang Cavendhis di PT Nusantara Tropical Farm. *Jurnal penelitian pertanian terapan* vol 18(1).
- Iskandar, M, J., Prasetyowati, R, E., Hasanah, H, I, L., Muhammad, A., 2023. The Efficiency of solar power generation system Application on Agricultural Automatic Drip Irrigation in Indonesia. *Jurnal Agribisnis* vol 8(4).
- Kusuma, A, P., Nasirudin, M., Samsumar, L, D. 2024. Sistem Monitoring Irigasi Tetes Pada Tanaman Strawberry Berbasis Internet of Things. *Journal of Computer Science and Information Technology*. Vol 1(4).
- Liu S, Zhang C, Shen T, Zhan Z, Peng J, Yu C, Jiang L, Dong Z. Efficient agricultural drip irrigation inspired by fig leaf morphology. *Nat Commun*. 2023 Sep 23;14(1):5934. doi: 10.1038/s41467-023-41673-0. PMID: 37741843; PMCID: PMC10518012.
- Muanah, M., Karyanik., Erni Romansyah. 2020. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Penerapan Teknik Irigasi Tetes Pada lahan Kering. *Jurnal Agrotek Ummat*.
- Muntini, M. S., Rahayu, L. P. P., Fatimah, I., Faridawati, F., Suyatno, S., Yuwana, L., & Indrawati, S. (2024). Implementasi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan dan Pertanian di Kalurahan Sumbersari. *PESARE: Jurnal Pengabdian Sains dan Rekayasa*, 2(2), 188-199. <https://doi.org/10.24815/pesare.v2i2.38943>
- Petit, J., García, S. M., Molle, B., Bendoula, R., & Ait-Mouheb, N. (2022). Methods for drip irrigation clogging detection, analysis and understanding: State of the art and perspectives. *Agricultural Water Management*, 272, 107873.
- Robbi, A. D. F., Maharani, A., Maharika, M., Anggraeni, F. K. A., & Mahmudi, K. (2024). STUDI LITERATUR: PEMANFAATAN FLUIDA DALAM TEKNOLOGI AGROINDUSTRI BERUPA ALAT PENERANG

- DALAM PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN. *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 7(1), 53-62.
- Rodríguez-Sinobas, L., Zubelzu, S., Martín-Sotoca, J. J., & Tarquis, A. M. (2021). Multiscaling analysis of Soil Water Content during irrigation events. Comparison between surface and subsurface drip irrigation. *Geoderma*, 382, 114777. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114777>
- Santri, D. J., Wiyono, K., Madang, K., & Amri, I. (2025). Implementasi Irigasi Tetes Berbasis Energi Surya untuk Budidaya Sayuran di Musim Kemarau di Desa Pelabuhan dalam Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 8(1), 99–105.
- Subrata, I. D. M. (2025). Rancangan pencampuran nutrisi otomatis intermitten pada budidayamelon sistem Dutch Bucket untuk urban farming. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 13(1), 69-82. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v13i1.1156>
- Widiantara, G. K. A., Aldi, M. S., Ayunita, N. L. M., Wiguna, A. A. G. S., Wisniari, P. T., Utama, I. P. W. M., ... & Mardana, I. B. P. (2022). Revitalisasi Kawasan Galian C Melalui Budi Daya Tani Ternak Perikanan Multikultur Berbasis IoT Guna Menyangga Wisata Geopark Di Desa Songan A Kintamani-Bali. *Jurnal Aplikasi dan Inovasi Iptek*, 3(2), 133-142.
- Xiao, Y., Sun, C., Wang, D., Li, H., & Guo, W. (2023). Analysis of hotspots in subsurface drip irrigation research using CiteSpace. *Agriculture*, 13(7), 1463.
- Yin J, Yang Y, Eeswaran R, Yang Z, Ma Z, Sun F. Irrigation scheduling for potatoes (*Solanum tuberosum* L.) under drip irrigation in an arid region using AquaCrop model. *Front Plant Sci*. 2023 Sep 26;14:1242074