

LAND WETTING USING THE HYDRAM PUMP METHOD IN PREVENTING PEATLAND FIRES

PEMBASAHAN LAHAN DENGAN METODE HYDRAM PUMP DALAM PENCEGAHAN KEBAKARAN LAHAN GAMBUT

Topan Eka Putra¹, Lola Cassiopea², Samuel Layang³, Wiratno Y Sign⁴, Tuah⁵, Danar Airangga Windra Gautama⁶,
Revianti Coenraad⁷, Frans Putra Ganesa⁸, Berkat Yuda⁹

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾ Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, FKIP, Universitas Palangka Raya
⁸⁾⁹⁾ Mahasiswa Pogram Studi Pendidikan Teknik Bangunan, FKIP, Universitas Palangka Raya
Jl. H.Timang Tunjung Nyaho Palangkaraya Kode Pos 73112

Email: revianti@ptb.upr.ac.id

ABSTRACT

Peatlands are an ecosystem that has an important role in the environment, including carbon storage, biodiversity habitat, and water availability (Murdiyarto et al., 2010). However, peatlands are also very vulnerable to fire, especially in extreme dry season conditions (Page et al., 2002). Peatland fires can cause significant environmental losses, including greenhouse gas emissions, loss of biodiversity, and negative impacts on public health due to the smoke produced (Masykur et al., 2019). Therefore, efforts to prevent peatland fires are very important to maintain the sustainability of this ecosystem and public health. The hydram pump method was chosen as an innovative solution in this research because of its ability to pump water continuously without requiring an electricity or fuel source. This makes it a sustainable and environmentally friendly alternative for wetting peatlands, which in turn can increase soil moisture and reduce the risk of fire (Wardhana et al., 2021). By utilizing this method, it is hoped that soil moisture can be maintained, making the land less susceptible to fire. The type of research used is experimental research. The research location was carried out at the Building Engineering Education Laboratory, FKIP UPR with a hydram pump and a drip irrigation system on differences in land elevation from plant water sources and water use efficiency. The target achieved is that this research will be published in the SINTA 5 and HKI Accredited Journals.

Keywords: *Drip Irrigation, Hydram Pump, Peat Land*

ABSTRAK

Lahan gambut merupakan salah satu ekosistem yang memiliki peran penting dalam lingkungan, termasuk penyimpanan karbon, habitat biodiversitas, dan ketersediaan air (Murdiyarto et al., 2010). Namun, lahan gambut juga sangat rentan terhadap kebakaran, terutama dalam kondisi musim kemarau yang ekstrem (Page et al., 2002). Kebakaran lahan gambut dapat menyebabkan kerugian lingkungan yang signifikan, termasuk emisi gas rumah kaca, hilangnya keanekaragaman hayati, serta dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat akibat asap yang dihasilkan (Masykur et al., 2019). Oleh karena itu, upaya pencegahan kebakaran lahan gambut sangatlah penting untuk menjaga keberlanjutan ekosistem ini serta kesehatan masyarakat. Metode *hydram pump* dipilih sebagai solusi inovatif dalam penelitian ini karena kemampuannya untuk memompa air secara kontinu tanpa memerlukan sumber listrik atau bahan bakar. Hal ini menjadikannya alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk membasahi lahan gambut, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kelembaban tanah dan mengurangi risiko kebakaran (Wardhana et al., 2021). Dengan memanfaatkan metode ini, diharapkan kelembaban tanah dapat dipertahankan, membuat lahan menjadi kurang rentan terhadap kebakaran. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UPR dengan *hydram pump* serta sistem irigasi tetes terhadap perbedaan elevasi lahan dari sumber air tanaman dan efisiensi penggunaan air. Target yang dicapai adalah penelitian ini akan dipublikasikan pada Jurnal Terakreditasi SINTA 5 dan HKI.

Kata Kunci : *Irigasi Tetes, Hydram Pump, Lahan Gambut*

PENDAHULUAN

Pompa adalah peralatan mekanis untuk merubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energi tekan fluida yang dapat membantu memindahkan fluida ke tempat yang lebih tinggi elevasinya (Munson, 2005). *Pompa hydrum* merupakan alat yang dapat memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan energi kinetik yang kemudian diubah menjadi energi potensial untuk mengangkat air ke ketinggian tertentu. Energi potensial ini dapat dikonversi menjadi energi listrik melalui generator. Penggunaan pompa *hydrum* sebagai sumber pembangkit listrik berkelanjutan memiliki potensi untuk menyediakan energi listrik di daerah yang sulit dijangkau oleh sumber energi konvensional, terutama di wilayah pedesaan.

Peranan sungai sebagai penunjang kebutuhan manusia pada saat ini sungguh tidak bisa di pungkiri. Hal ini menyebabkan fungsi sungai bukan sekedar sarana mengalirkan air, akan tetapi mampu memberi nilai ekonomis dalam berbagai bidang, mulai dari pembangkit listrik, penyediaan air baku, sarana transportasi, pertanian dan sebagainya (Hery Presetyo, 2006).

Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) dalam Afdal, M & Haq, Emil (2020) adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Menurut Triatmojo (1996) dalam Sanjaya (2017) Saluran terbuka adalah saluran air mengalir dengan muka air bebas. Sungai merupakan suatu saluran terbuka atau saluran drainase yang terbentuk secara alami di permukaan bumi dengan ukuran geometrik yaitu profil melintang, profil memanjang dan kemiringan saluran yang berubah seiring waktu tergantung pada debit, material dasar dan lereng sungai. Namun berbagai aktivitas yang terjadi di dalam sungai secara terus menerus dalam waktu yang lama akan memberi dampak terhadap bangunan air di sekitar aliran.

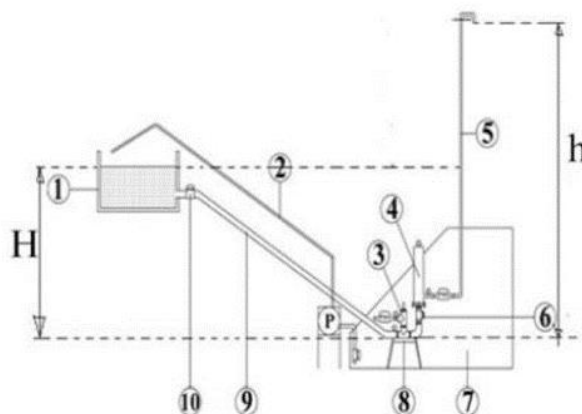
Penggunaan *hydrum pump* sebagai penyedia air untuk tanaman memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas pertanian, terutama di daerah lahan berbukit. Lahan berbukit seringkali sulit dijangkau oleh sistem irigasi konvensional, sehingga memerlukan solusi yang inovatif untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan *hydrum pump* untuk menyalurkan air ke tanaman melalui sistem tetes.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan *hydrum pump* sebagai penyedia air untuk tanaman pada daerah lahan berbukit dengan sistem tong tampungan dan sistem tetes pada tanaman.

Hydrum pump

Pompa hidram merupakan suatu alat yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi secara otomatis dengan energi yang berasal dari air itu sendiri yaitu karena adanya tinggi air jatuh yang digunakan untuk menekan katup pada pompa hidram dan mengakibatkan water hammer ketika air diberhentikan secara tiba-tiba, maka perubahan momentum massa fluida tersebut akan meningkatkan tekanan secara tiba-tiba pula. Peningkatan tekanan fluida ini digunakan untuk mengangkat sebagian fluida tersebut ke tempat yang lebih tinggi (International Development Research Centre, 2005).

Cara Kerja Pompa Hydrum: pompa hidram merupakan alat untuk menaikkan air ke tempat yang lebih tinggi atau pompa energi yang penggerakannya tidak menggunakan bahan bakar minyak ataupun listrik, tetapi secara otomatis dengan energi kinetik yang berasal dari air itu sendiri. Dengan demikian air dialirkan dari sumber atau suatu tampungan kedalam pompa hidram melalui pipa inlet dengan posisi pompa yang lebih rendah dari sumber air tampungan tersebut. Bagian-bagian pompa hidram dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1 Bagian - Bagian Pompa Hydrum (Afif, 2016)

Keterangan Gambar 1 pompa hidram:

1. Tangki air (reservoir)
2. Pipa sirkulasi
3. Katup buang / katup limbah
4. Tabung udara
5. Pipa penghantar
6. Katup penghantar
7. Tangki penampung
8. Dudukan pompa
9. Pipa inlet
10. Katup pemasukan
11. H = Tinggi permukaan reservoir
12. h = Tinggi pipa penghantar

Dari keterangan Gambar 1 di atas, air mengalir ke badan pompa dan air sebagian keluar melalui katup buang dengan cukup cepat, maka tekanan dinamik yang dihasilkan air bergerak ke atas mendorong katup buang sehingga katup buang akan tertutup secara tiba-tiba dan katup buang tersebut menghentikan aliran air dalam pipa inlet.

Air yang terhenti akibat katup buang tertutup mengakibatkan tekanan besar yang terjadi secara tiba-tiba di dalam pompa hidram. Tekanan air yang besar atau "water hammer" dalam badan pompa, sebagian air masuk ke dalam tabung udara yang berfungsi meratakan perubahan tekanan yang terjadi, melalui katup penghantar air di dalam tabung tidak bisa kembali lagi ke pompa karena katup searah yang menghalangi kembalinya air ke dalam pompa, sehingga air dalam tabung tersebut akan keluar melalui pipa penghantar (*outlet*) yang menghasilkan air ke atas menuju ketinggian tertentu.

Prinsip dasar pompa hidram dari keterangan Gambar 1 tersebut, air mengalir ke badan pompa dan air sebagian keluar melalui katup buang dengan cukup cepat, maka tekanan dinamik yang dihasilkan air bergerak ke atas mendorong katup buang sehingga katup buang akan tertutup secara tiba-tiba dan katup buang tersebut menghentikan aliran air dalam pipa inlet. Air yang terhenti akibat katup buang tertutup mengakibatkan tekanan besar yang terjadi secara tiba-tiba di dalam pompa hidram. Tekanan air yang besar atau "water hammer" dalam badan pompa, sebagian air masuk ke dalam tabung udara yang berfungsi meratakan perubahan tekanan yang terjadi, melalui katup penghantar air di dalam tabung tidak bisa kembali lagi ke pompa karena katup searah yang menghalangi kembalinya air ke dalam pompa, sehingga air dalam tabung tersebut akan keluar melalui pipa penghantar (*outlet*) yang menghasilkan air ke atas menuju ketinggian tertentu (Afif, 2016). Cara kerja pompa hidraulik ram automatic merupakan proses perubahan energi kinetis aliran air menjadi tekanan dinamik dan akibatnya menimbulkan palu air (water hammer) sehingga tekanan tinggi dalam pipa. Dengan mengusahakan supaya katup pembuang (*waste valve*) dan katup air keluar (*delivery valve*) terbuka dan tertutup

secara bergantian, maka tekanan dinamik diteruskan sehingga tekanan inersia yang terjadi dalam pipa pemasukan memaksa air naik ke pipa penghisap (Santoso, 2016).

Sistem Irigasi Tetes

Irigasi adalah istilah yang berkaitan dengan penyaluran air dari sumber ke tanaman. Sistem irigasi yang banyak digunakan adalah irigasi curah di permukaan tanah. Irigasi ini membutuhkan air dalam jumlah banyak sedangkan tingkat efisiensi penggunaan airnya rendah. Untuk mengatasi keterbatasan air, sistem irigasi tetes merupakan pilihan tepat dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air. Menurut Hadiutomo (2012), irigasi tetes adalah metode pemberian air pada tanaman secara langsung, baik pada areal perakaran tanaman maupun pada permukaan tanah melalui tetesan 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 (Witman, 2021).

Irigasi tetes dapat dibedakan menjadi 3 macam yang berdasarkan jenis cucuran airnya, yaitu (a) air merembes sepanjang pipa lateral (*viaflow*), (b) air menetes atau memancar melalui alat aplikasi yang dipasang pada pipa lateral, dan (c) air menetes atau memancar melalui lubang-lubang pada pipa lateral (Prastowo, 2010)

Irigasi tetes (*Drip Irrigation*) merupakan salah satu teknologi mutakhir dalam bidang irigasi yang telah berkembang di hampir seluruh dunia. Teknologi ini pertama diperkenalkan di Israel, dan kemudian menyebar hampir ke seluruh pelosok penjuru dunia. Pada hakikatnya teknologi ini sangat cocok diterapkan pada kondisi lahan berpasir, air yang sangat terbatas, iklim yang kering dan komoditas yang diusahakan mempunyai ekonomis yang tinggi (Pasaribu et al., 2013). Selain itu menurut Umar et al. (2011) Keuntungan dari penerapan irigasi tetes dapat mengurangi bahaya salinitas pada tanaman karena akumulasi garam disekitar perakaran dapat dicuci (*leaching*) secara efektif. Salah satu sistem irigasi yang dapat diterapkan pada wilayah yang memiliki keterbatasan air adalah irigasi tetes. Irigasi tetes merupakan salah satu metode pemberian air dengan cara meneteskan air melalui pipa-pipa di sekitar tanaman atau sepanjang larikan tanaman (Marpaung, 2013). Pada sistem irigasi tetes, hanya sebagian dari daerah perakaran yang terbasahi tetapi seluruh air yang diberikan dapat diserap dengan cepat pada kondisi kelembaban tanah rendah (Ekaputra et al., 2016)

Teknik pengairan dengan irigasi tetes adalah pemberian air yang dilakukan secara terbatas dengan menggunakan suatu wadah/tempat yang dipergunakan sebagai alat penampung air sementara yang disertai lubang tetes di bawahnya. Air akan ke luar secara perlahan-lahan dalam bentuk suatu tetesan ketanah yang secara perlahan nantinya akan membasahi tanah. Lubang

tetes inilah yang nantinya akan diatur dengan cara sedemikian rupa sehingga nantinya air tersebut cukup untuk membasahi tanah di sekitar tempat tanaman itu hidup. Pada prinsipnya pemberian air dengan cara menggunakan irigasi tetes diperlukan sebagai efisiensi penggunaan air sehingga dapat mengurangi kehilangan air yang dirasa cepat akibat penguapan karena suhu yang tinggi. Menurut (Haryati et al., 2011) Efisiensi penggunaan air di lahan pertanian dapat dioptimalkan melalui penggunaan teknik irigasi yang tepat, selain itu, irigasi tetes mampu mempertahankan kondisi air tanah pada zona perakaran tanaman pada kisaran kapasitas lapang dan titik layu permanen (Afriyana et al., 2012).

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

Lahan Berbukit

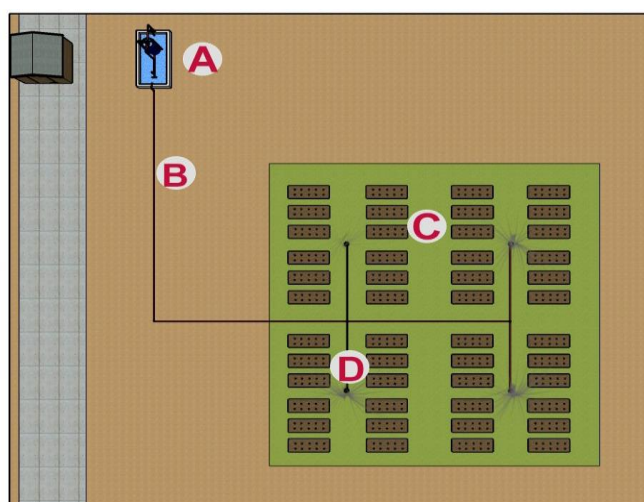
Lahan merupakan sumber daya yang sangat penting untuk memenuhi segala kebutuhan hidup. Lahan yang sesuai dengan kemampuannya merupakan lahan yang potensial. Namun apabila peruntukan lahan tersebut tidak sesuai dengan kemampuannya maka akan menyebabkan lahan tersebut berubah menjadi lahan kritis. Lahan yang telah mengalami erosi maka tingkat kesuburannya juga akan berkurang. Erosi tersebut mengakibatkan lapisan tanah paling atas yang biasa disebut humus, dimana merupakan lapisan yang paling subur dan paling baik untuk tanaman akan terkelupas dan akan menyisakan tanah yang tandus. Bahkan tidak jarang juga dijumpai adanya tanah yang keras/cadas.

Dewasa ini hampir seluruh lahan kering yang belum digarap dengan baik adalah lahan-lahan yang berada di daerah-daerah dengan tofografi agak terjal sampai curam (berbukit-bukit). Akibat pengelolaan lahan yang kurang memperhatikan kaidah pengawetan (konversasi) tanah dan ditambah bahaya erosi yang berlangsung secara terus menerus, mengakibatkan lahan kritis semakin luas. Pembudidayaan jenis tanaman pertanian di Indonesia banyak yang memanfaatkan lahan perbukitan, karena lahan perbukitan memiliki potensi yang besar sebagai kawasan pertanian produktif. Lahan berbukit memiliki karakteristik kemiringan yang curam sehingga sulit dijangkau oleh sistem irigasi konvensional. Penggunaan *hydram pump* dan sistem irigasi tetes dapat menjadi solusi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan air tanaman di lahan berbukit.

Penanaman di daerah miring/ berbukit harus diapresiasi untuk mencegah erosi yang lebih parah dan juga meningkatkan fungsi tanaman sebagai penghasil oksigen dunia satu-satunya. Hal ini dapat mengantisipasi terjadinya pemanasan global disebabkan banyaknya CO₂ yang tak terserap oleh tanaman (Misan, dkk, 2015). Disamping itu lahan berbukit sebaiknya dikelola dengan benar agar fungsi daya dukungnya lestari, dapat bermanfaat untuk masyarakat secara berkesinambungan.

METODE PENELITIAN

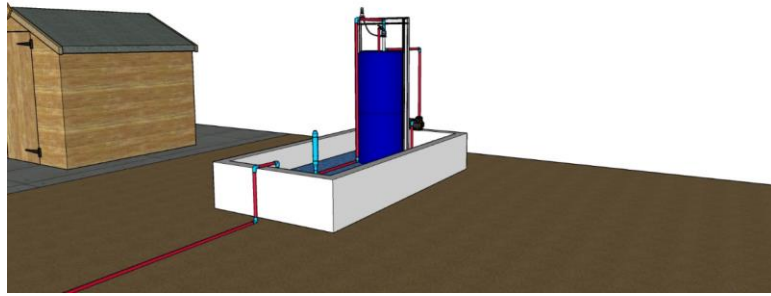
Penelitian ini akan menggunakan pendekatan eksperimental dengan desain acak kelompok. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pertumbuhan tanaman yang diberi air melalui *hydrampump* dengan sistem tong tampungan dan sistem irigasi tetes dengan tanaman yang diberi air secara konvensional.



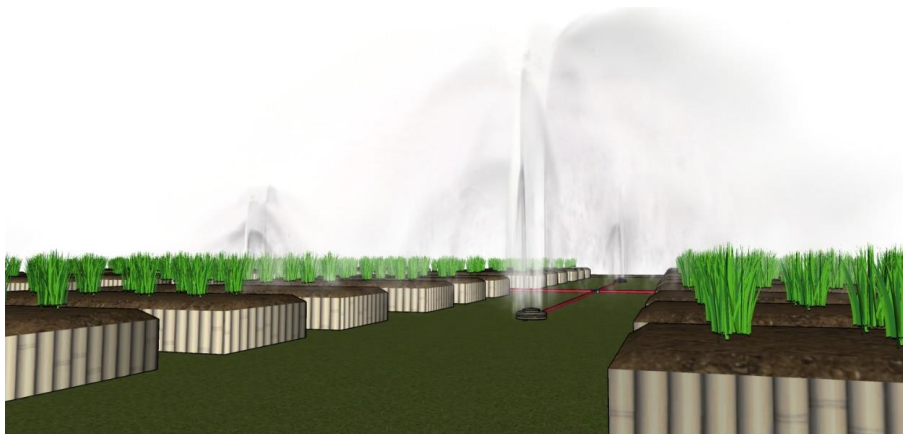
Keterangan:

1. Mesin *hydram pump*
2. Pipa Primer
3. Tanaman
4. Pipa sekunder

Gambar 2. Konsep Pengaliran air

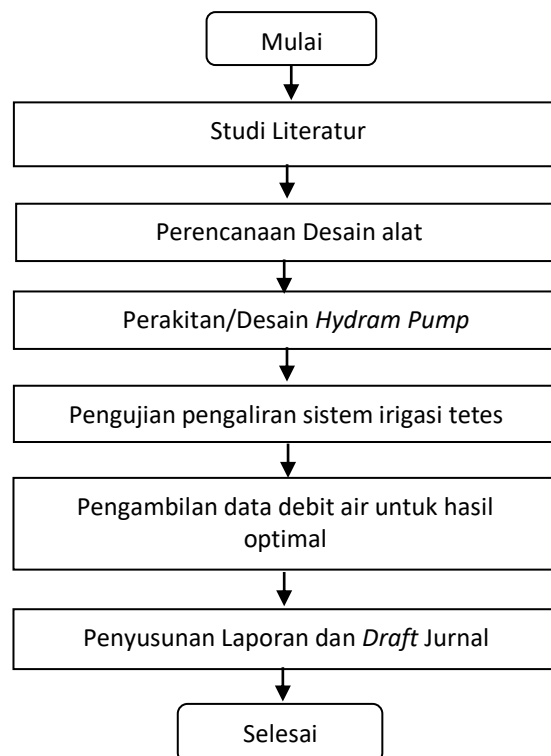


Gambar 3. *Hydrum Pump*



Gambar 4. Simulasi dengan irigasi tetes

Bagan alir penelitian dilakukan dengan mengikuti tahapan yang ditunjukkan dengan Gambar 5 di bawah ini



Gambar 5. Bagan alir tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan eksperimental dengan desain acak kelompok. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pertumbuhan tanaman yang diberi air melalui *hydram pump* dengan sistem tong tampungan dan sistem irigasi tetes dengan tanaman yang diberi air secara konvensional. Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa metode *hydram*

pump efektif dalam meningkatkan kadar air pada lahan gambut. Uji coba dilakukan selama tiga bulan di beberapa lokasi lahan gambut yang terletak di daerah rawan kebakaran. Dalam uji coba ini, pompa *hydram* berhasil mempertahankan kelembaban tanah di atas 70%, yang merupakan batas aman untuk mencegah kebakaran gambut.



Gambar 3. Instalasi Prototipe *Hydram Pump* di Laboratorium



4. Sistem irigasi tetes pembasahan lahan

Peningkatan Kadar Air

Uji laboratorium terhadap sampel tanah dari lokasi percobaan menunjukkan peningkatan signifikan dalam kadar air pada area yang menggunakan *hydram pump* dibandingkan dengan area kontrol yang tidak menggunakan pompa. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar air di area yang menggunakan pompa meningkat rata-rata sebesar 25% dibandingkan dengan

kontrol (Riyadi et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa metode *hydram pump* secara efektif dapat meningkatkan kelembaban lahan, yang sangat penting dalam pencegahan kebakaran gambut.

Efisiensi Energi

Salah satu keunggulan dari metode ini adalah hemat energi. *Hydram pump* memanfaatkan aliran air gravitasi

sebagai sumber tenaga, sehingga tidak memerlukan sumber energi eksternal, seperti listrik atau bahan bakar fosil (Wardhana et al., 2021). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa sistem yang memanfaatkan tenaga gravitasi dapat mengurangi emisi karbon dan biaya operasional, menjadikannya solusi berkelanjutan yang ramah lingkungan (Pramono, 2022).

Biaya Operasional

Dari segi biaya, penggunaan *hydram pump* terbukti jauh lebih ekonomis dibandingkan dengan metode konvensional yang menggunakan pompa berbahan bakar fosil. Analisis biaya operasional menunjukkan bahwa penggunaan *hydram pump* dapat mengurangi biaya operasional hingga 70% dibandingkan dengan pompa konvensional, yang berarti lebih banyak dana dapat dialokasikan untuk perawatan lahan dan pengembangan budidaya (Hendri, 2023).

Ketahanan dalam Kondisi Ekstrem

Dalam kondisi lapangan, *hydram pump* menunjukkan ketahanan yang baik dan mampu beroperasi secara terus-menerus tanpa gangguan, meskipun dalam kondisi cuaca ekstrem seperti hujan deras dan angin kencang. Observasi selama penelitian mencatat bahwa pompa tetap berfungsi efektif dan tidak mengalami kerusakan, menunjukkan kualitas yang tinggi dari desain dan material yang digunakan (Suhendra, 2022). Keandalan ini sangat penting, mengingat lahan gambut sering kali terekspos pada perubahan cuaca yang drastis, yang dapat memengaruhi efektivitas metode pencegahan kebakaran.

Dampak Sosial dan Lingkungan

Hasil dari penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan dampak sosial dan lingkungan. Dengan menggunakan *hydram pump*, keberlanjutan lahan gambut dapat terjaga, yang berarti bahwa ekosistem gambut dapat terus berfungsi sebagai penyimpanan karbon dan habitat bagi biodiversitas (Murdiyarso et al., 2010). Selain itu, pemeliharaan kelembaban tanah juga dapat memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat yang bergantung pada lahan gambut untuk aktivitas pertanian dan perikanan.

Adapun luaran dari kegiatan ini adalah berupa prototipe *hydram pump* dengan irigasi tetes serta artikel yang dipublikasikan dalam Jurnal Ilmiah nasional terakreditasi SINTA 5

Kendala yang dihadapi dalam penelitian ini adalah:

1. Cuaca yang tidak menentu, terutama selama musim hujan, menjadi salah satu kendala utama dalam pelaksanaan penelitian ini. Hujan deras yang terjadi secara tiba-tiba meningkatkan volume air yang masuk ke sistem, sehingga menyebabkan variasi yang signifikan dalam aliran air. Hal ini berdampak pada performa *hydram pump*, di mana pompa kadang mengalami kesulitan dalam menjaga kestabilan aliran

air. Selain itu, curah hujan yang tinggi juga dapat menyebabkan genangan di sekitar area pompa, yang mengganggu operasi dan mempercepat keausan komponen

2. Penggunaan terus-menerus pompa dalam kondisi lapangan yang keras menyebabkan keausan pada beberapa komponen, terutama pada bagian *valve* dan pipa. Meskipun *hydram pump* dirancang untuk tahan lama, penggunaan yang intensif dalam kondisi ekstrem memerlukan perawatan yang lebih sering.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka ditarik kesimpulan bahwa:

- a. Metode *hydram pump* efektif dalam meningkatkan kadar air pada lahan gambut. Uji coba dilakukan selama tiga bulan di beberapa lokasi lahan gambut yang terletak di daerah rawan kebakaran. Dalam uji coba ini, pompa *hydram* berhasil mempertahankan kelembaban tanah di atas 70%, yang merupakan batas aman untuk mencegah kebakaran gambut.
- b. Metode pengairan dengan irigasi tetes bisa menjadi suatu pilihan yang dapat diterapkan di lahan yang memiliki ketersediaan air yang sangatlah terbatas

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyana, D., A. Tusi, & Oktafri. (2011). Analisis Pola Pembasahan Tanah dengan Sistem Irigasi Tetes Bertekanan Rendah. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 1 (1): 43-50.
- Edi Santoso, Gatut Priyo Utomo, Ninik Martini, 2016, Analisa pengaruh panjang pipa inlet dan panjang pegas katub buang terhadap performance pompa hidram, *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*.
- Ekaputra, E.G., Yanti, D., Saputra, D., & Irsyad, F. (2016). Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes untuk Budidaya Cabai (*Capsicum annum L.*) dalam Green House di Nagaro Biaro, Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Irigasi*, 11(2):103-112
- Hadiutomo, K. (2012). *Mekanisasi Pertanian*. IPB Press. Bogor.
- Hendri, A. (2023). Ekonomi Energi dan Metode Efisien dalam Pengelolaan Lahan. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 14(1), 77-85.
- Haryati, U., Abdurachman, A., & Subagyono, K. 2011. Efisiensi Penggunaan Air Berbagai Teknik Irigasi untuk Pertanaman Cabai di Lahan Kering pada Typic Kanhapludult Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. Bogor, 30 November-1 Desember 2010. Buku III. Pengelolaan Air, Iklim dan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. 23 – 46
- Marpaung, R. (2013). Estimasi Nilai Ekonomi Air dan Eksternalitas Lingkungan pada Penerapan Irigasi Tetes

- dan Alur di lahan Kering Desa Pejarakan Bali. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*.
- Masykur, M., et al. (2019). Health Impacts of Haze Pollution from Peatland Fire. *Environmental Science & Policy*, 92, 57-66.
- Murdiyarto, D., et al. (2010). Carbon Storage in Peatland Ecosystems: Active Management for Conservation. In *Peatland Ecosystems and Global Change* (pp. 45-65). Springer.
- Misan, E., N. Nian., F. Widiarti. 2015. *Think Green Go Green*. Pustaka Jingga. Jakarta.
- Mubarok, Afif. 2016. Pengaruh Variasi Panjang Pipa Inlet Terhadap Efisiensi Pompa Hidram. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo. D 200 100 118. (19).
- Munson, Bruce R., Young, Donald F., Okiishi, Theodore H. 2005. *Fundamentals of Fluid Mechanics* 5th edition. John Wiley & Son, Inc. Canada.
- Page, S. E., et al. (2002). The Amount of Carbon Released from Peat and its Impact on Climate Change. *Global Change Biology*, 8(3), 327-338.
- Pramono, J. (2022). Konstruksi dan Efisiensi Pemompaan Menggunakan Hydram Pump. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 10(2), 45-52.
- Pasaribu, I.S., Sumono, Daulay, S.B., & Susanto, E. (2013). Analisis Efisiensi Irigasi Tetes dan Kebutuhan Air Tanaman Semangka (*Citrullus vulgaris* S.) pada Tanah Ultisol. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 2 (1): 90-95
- Patrisia Y, Gunasekara C, Law DW, Loh T, Nguyen KTQ, & Setunge S (2024) Optimizing engineering potential in sustainable structural concrete brick utilizing pond ash and unwashed recycled glass sand integration. *Case Studies in Construction Materials*, 21: e03816. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e03816>.
- Patrisia Y, Law DW, Gunasekara C, & Wardhono A (2024) Long-term durability of iron-rich geopolymer concrete in sulphate, acidic and peat environments. *Journal of Building Engineering*, 97: 110744. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.110744>.
- Prastowo. (2010). *Teknologi Irigasi Tetes*. Bogor: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Riyadi, Y., et al. (2020). Evaluasi Pemanfaatan Sumber Daya Air untuk Pencegahan Kebakaran di Lahan Gambut. *Jurnal Sumber Daya Alam*, 5(2), 92-105.
- Suhendra, R. (2022). Ketahanan Sistem Pemompaan dalam Kondisi Ekstrem. *Jurnal Teknik dan Manajemen Sumber Daya Alam*, 8(3), 150-159.
- Steven Witman. 2021. Penerapan Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering. *Jurnal Triton*. Volume 12 No.1 (Juni 2021) Hal 20-28.
- Umar, S. & Prabowo, A. (2011) Penggunaan Mesin Fertigasi Tipe APH-03 pada Tanaman Cabai di Lahan Lebak. *Agrista*.
- Wardhana, W., et al. (2021). Innovative Water Management Using Hydram Pump in Peatland. *Journal of Water Management*, 13(4), 125-138.
- Yulin Patrisia, Revianti Coenraad. *Modeling Materials Price For Building Material In Palangka Raya*. 2016. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 4 (2):11-20
- Yulin Patrisia, Sri Murwantini. Influence of Ulin Wood Grain Usage as Fiber Material on Concrete Compressive and Tensile Strength. 2013. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 1 (1):11-20.
- Yulin Patrisia, Revianti Coenraad. Pls Model for the Price Approach of Concrete Sand Material. 2017. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 5(1): 36-40
- Yulin Patrisia, Lola Cassiophea. Pemanfaatan Serbuk Kayu Benuas Sisa Industri Penggergajian Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block. 2013. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Balanga*. 2013. 1 (2): 50-61