



Penerapan Sistem Suplai Air Terintegrasi untuk Budidaya Bioflok Nila dan Greenhouse Sayur di KWT Mandiri Batu

Implementation of an Integrated Water Supply System for Nile Tilapia Biofloc and Vegetable Greenhouse at KWT Mandiri Batu

Achmad Walid^{1*}, Khoirul Anwar², Irwanda Yuni Pungkiarto³, Arif Rochman Fachrudin⁴, Intan Fadhilah⁵, Yuniarto Agus Winoko⁶

¹⁻⁶ Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: achmad.walid@polinema.ac.id

Riwayat Artikel:

Naskah Masuk: 12 Juni 2026;

Revisi: 18 Juli 2026;

Diterima: 07 Agustus 2026;

Terbit: 13 Agustus 2026.

Keywords: Biofloc; Community Service; Greenhouse; Integrated Water Supply; Water Distribution.

Abstract: The Kelompok Wanita Tani (KWT) Mandiri in Mojorejo Hamlet, Batu City, manages Nile tilapia biofloc culture and vegetable production in a greenhouse, but water delivery had relied on a manually moved hose. This community service program aimed to install an integrated water supply system linking a storage tank, booster pump, main pipeline, biofloc pond outlet, and greenhouse distribution line. The activity used technical assistance and technology transfer through field observation, hydraulic design, component selection, pipe fabrication, installation, functional testing, and operational guidance. The installed system successfully conveyed water from the storage tank through the pump and pipeline to the biofloc pond outlet, while the greenhouse distribution line was arranged along the planting beds. Visual testing showed a continuous water flow and confirmed the functional connection among the main components. The system simplified pond filling, organized the distribution network, and reduced the need to move hoses repeatedly. However, performance evaluation remained qualitative because pressure, discharge, head loss, and irrigation uniformity were not measured using gauges or flow meters. Therefore, follow-up monitoring is required to quantify hydraulic performance and optimize irrigation scheduling. The program demonstrates that a simple, maintainable water-supply network can support more practical management of integrated aquaculture and greenhouse activities at the community level

Abstrak

Kelompok Wanita Tani (KWT) Mandiri di Dusun Mojorejo, Kota Batu, mengelola budidaya ikan nila sistem bioflok dan sayuran dalam greenhouse, tetapi distribusi air sebelumnya masih mengandalkan selang yang dipindahkan secara manual. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan sistem suplai air terintegrasi yang menghubungkan tandon, pompa booster, pipa utama, outlet kolam bioflok, dan jaringan distribusi greenhouse. Pelaksanaan menggunakan pendekatan bantuan teknis dan transfer teknologi melalui observasi lapangan, perancangan hidrolika, pemilihan komponen, fabrikasi pipa, instalasi, uji fungsi, serta pengarahan operasional. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa air dapat dialirkan secara kontinu dari tandon melalui pompa dan jaringan pipa menuju outlet kolam bioflok, sedangkan jalur distribusi greenhouse telah ditata mengikuti bedeng tanaman. Sistem memberikan kemudahan pengisian kolam, menata jaringan distribusi secara lebih rapi, dan mengurangi kebutuhan memindahkan selang berulang kali. Evaluasi kinerja masih bersifat kualitatif karena tekanan, debit, kehilangan energi, dan keseragaman penyiraman belum diukur menggunakan pressure gauge atau flow meter. Monitoring lanjutan diperlukan untuk memperoleh data hidrolika kuantitatif dan menyusun jadwal penyiraman yang lebih tepat. Penerapan ini memperlihatkan bahwa teknologi perpipaan sederhana dan mudah dirawat dapat mendukung pengelolaan budidaya terpadu pada tingkat kelompok masyarakat.

Kata Kunci: Bioflok; Distribusi Air; Greenhouse; Pengabdian Masyarakat; Sistem Suplai Air.

1. PENDAHULUAN

Dusun Mojorejo, Desa Pendem, Kecamatan Junrejo, Kota Batu memiliki potensi pertanian dan sumber daya air yang mendukung kegiatan ketahanan pangan lokal. KWT Mandiri memanfaatkan potensi tersebut melalui budidaya ikan nila sistem bioflok dan produksi sayuran di dalam greenhouse. Keberadaan kelompok produktif menjadi modal penting dalam penerapan teknologi tepat guna karena penguatan sarana produksi dapat langsung berkaitan dengan kegiatan ekonomi dan kemandirian pangan masyarakat (BPS Kota Batu, 2023; Saptana et al., 2016).

Teknologi bioflok memungkinkan pemanfaatan nutrisi dan pengelolaan air secara lebih efisien, tetapi keberhasilannya tetap memerlukan pengelolaan kualitas media budidaya, aerasi, dan suplai air yang konsisten (Avnimelech, 2015; Crab et al., 2012; Hargreaves, 2013). Pada sisi lain, budidaya sayuran dalam greenhouse membutuhkan pemberian air yang teratur dan dekat dengan zona perakaran. Ketidakteraturan debit dan waktu penyiraman dapat menyebabkan perbedaan kondisi kelembapan media serta pertumbuhan tanaman (Baudoin et al., 2013; Phocaides, 2007).

Hasil identifikasi awal menunjukkan bahwa pengisian kolam bioflok dan penyiraman greenhouse masih dilakukan menggunakan selang tunggal yang dipindahkan secara bergantian. Cara tersebut menambah beban kerja, membuat jalur distribusi kurang tertata, dan menyulitkan pengaturan air pada titik yang lebih jauh. Berdasarkan pemetaan awal, kegiatan pengairan manual diperkirakan memerlukan waktu 3-4 jam per hari, sedangkan kebutuhan air operasional diperkirakan sekitar 500 liter per hari. Nilai tersebut merupakan data kondisi awal dan target perencanaan, bukan hasil pengukuran kinerja setelah instalasi.

Distribusi air bertekanan perlu dirancang dengan mempertimbangkan kapasitas pompa, diameter dan panjang pipa, perbedaan elevasi, kebutuhan tekanan keluaran, serta kerugian energi pada pipa dan fitting. Pemilihan pompa tanpa memperhatikan titik kerja sistem dapat menghasilkan aliran yang tidak memadai atau penggunaan energi yang tidak efisien (Finnemore & Franzini, 2002; Karassik et al., 2008; Sularso & Tahara, 2000). Selain itu, penempatan katup, akses inspeksi, dan kemudahan perawatan perlu diperhatikan agar sistem dapat dikelola secara mandiri.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian bertujuan menerapkan jaringan suplai air terintegrasi yang menghubungkan tandon penampung, pompa booster, outlet pengisian kolam bioflok, dan jalur distribusi pada greenhouse. Kegiatan juga diarahkan untuk menyediakan sistem yang sederhana, mudah dioperasikan, dan dapat dipelihara oleh mitra. Artikel ini menjelaskan tahapan pelaksanaan, hasil uji fungsi, manfaat awal, keterbatasan

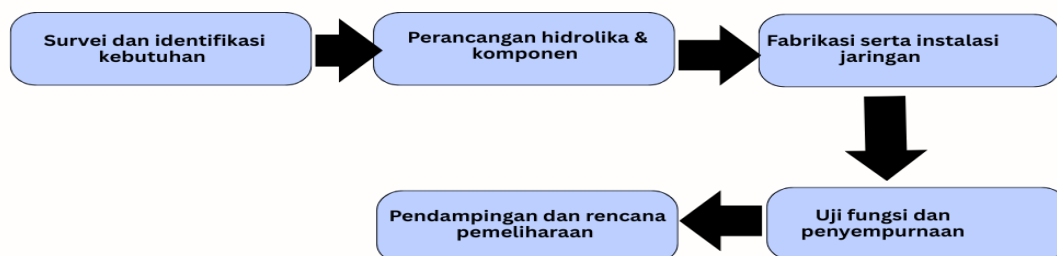
evaluasi, serta rekomendasi keberlanjutan.

2. METODE

Kegiatan dilaksanakan bersama KWT Mandiri di Dusun Mojorejo, Desa Pendem, Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Subjek dampingan adalah anggota kelompok yang mengelola kolam bioflok dan greenhouse. Pelaksanaan menggunakan pendekatan technical assistance dan technology transfer. Mitra dilibatkan dalam identifikasi kebutuhan, penentuan jalur pipa, pengamatan uji fungsi, serta pembahasan cara pengoperasian dan pemeliharaan. Pendekatan partisipatif digunakan agar solusi teknis menyesuaikan kondisi sarana dan pola kerja di lokasi (Bhandari, 2003; Chambers, 1996).

Tahapan kegiatan meliputi: (1) observasi sumber air, posisi tandon, kolam, dan bedeng greenhouse; (2) perancangan jalur distribusi dan estimasi kebutuhan hidrolika; (3) pemilihan pompa, pipa PVC, fitting, katup, dan outlet; (4) pengukuran, pemotongan, penyambungan, dan pemasangan jaringan; (5) uji kebocoran serta uji aliran; dan (6) penyampaian arahan pengoperasian dan pemeliharaan. Urutan kegiatan disajikan pada Gambar 1.

TAHAPAN PELAKSANAAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan instalasi sistem suplai air terintegrasi.

Perancangan teknis menggunakan estimasi debit target 30 L/menit atau 0,0005 m³/s dan diameter pipa utama sekitar 1 inci. Dengan luas penampang sekitar 0,00049 m², kecepatan aliran diperkirakan 1,02 m/s. Pada viskositas kinematik air $1,004 \times 10^{-6}$ m²/s, bilangan Reynolds diperkirakan 25.398 sehingga aliran berada pada rezim turbulen. Untuk panjang pipa estimasi 30 m dan faktor gesek 0,02, kerugian gesek utama diperkirakan 1,27 m. Dengan static head 5 m, pressure head 10 m, serta minor loss sekitar 0,13 m, Total Dynamic Head diperkirakan 16,4 m. Berdasarkan estimasi tersebut, pompa dengan head minimum 20 m dipertimbangkan memadai sebagai dasar pemilihan sistem (Mott, 2006; White, 2011).

Evaluasi dilakukan secara deskriptif-kualitatif melalui observasi langsung terhadap keterhubungan komponen, kontinuitas aliran pada outlet kolam, kondisi sambungan pipa, penataan jalur greenhouse, dan kemudahan akses pengoperasian. Uji kuantitatif tekanan, debit, kehilangan energi aktual, dan keseragaman penyiraman belum dilakukan karena kegiatan belum dilengkapi pressure gauge dan flow meter. Dengan demikian, hasil evaluasi tidak digunakan untuk menyatakan angka efisiensi aktual.

3. HASIL

Kegiatan menghasilkan jaringan suplai air yang menghubungkan tandon, pompa booster, pipa utama, percabangan menuju kolam bioflok, dan jalur distribusi pada greenhouse. Proses lapangan meliputi pembersihan ujung pipa, pengukuran dan pemotongan, pengeleman sambungan, pemasangan katup, penataan pompa, penarikan pipa menuju area budidaya, dan pengujian aliran. Ringkasan komponen dan kondisi hasil pemasangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen sistem dan kondisi setelah pemasangan.

No.	Komponen	Fungsi	Kondisi hasil
1	Tandon air	Menampung air sebagai sumber suplai untuk kolam bioflok dan greenhouse.	Terhubung dengan jalur pompa.
2	Pompa booster	Memberikan energi tekan menuju jaringan distribusi.	Dapat dioperasikan saat uji fungsi.
3	Pipa utama PVC	Menyalurkan air dari pompa menuju titik percabangan.	Terpasang dan tersambung.
4	Katup dan fitting	Mengatur arah aliran serta memudahkan pembukaan dan penutupan jalur.	Terpasang pada titik yang diperlukan.
5	Outlet kolam bioflok	Mengisi atau menambah air pada kolam.	Mengalir saat pengujian.
6	Jalur greenhouse	Mendistribusikan air sepanjang area bedeng.	Terpasang mengikuti area budidaya.

Gambar 2 memperlihatkan tahap fabrikasi dan pemasangan. Jalur pipa dirakit di sekitar tandon dan pompa, kemudian ditarik menuju titik pemanfaatan. Penataan mengikuti kondisi ruang yang tersedia agar jalur tidak mengganggu kegiatan budidaya dan tetap dapat diperiksa ketika terjadi kebocoran atau penyumbatan.



Perakitan pipa di sekitar tandon dan pompa



Penyambungan jaringan pipa PVC



Penarikan pipa menuju area budidaya



Persiapan dan pembersihan sambungan pipa

Gambar 2. Proses perakitan, penyambungan, dan pemasangan jaringan pipa.

Uji fungsi dilakukan dengan mengoperasikan pompa dan membuka jalur menuju kolam bioflok. Air terlihat keluar secara kontinu dari outlet sehingga menunjukkan bahwa tandon, pompa, pipa utama, dan outlet telah terhubung sebagai satu rangkaian. Pada greenhouse, pipa telah dibentangkan mengikuti arah bedeng dan menyediakan jalur bagi titik-titik penyiraman. Dokumentasi pengujian dan kondisi akhir ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Uji fungsi aliran dan kondisi jaringan distribusi pada lokasi mitra.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan fungsi sistem.

Aspek	Temuan lapangan	Kesimpulan
Aliran dari tandon melalui pompa	Air mencapai outlet kolam ketika pompa dioperasikan.	Berfungsi
Kontinuitas aliran ke bioflok	Aliran terlihat kontinu selama pengujian visual.	Berfungsi
Keterhubungan pipa dan fitting	Jalur tersambung dari sumber menuju titik pemanfaatan.	Berfungsi secara visual
Distribusi jalur greenhouse	Pipa ditempatkan mengikuti bedeng tanaman.	Terpasang
Data tekanan dan debit	Belum tersedia hasil pengukuran menggunakan alat ukur.	Perlu tindak lanjut

Manfaat langsung yang teramati adalah tersedianya outlet pengisian kolam, pemanfaatan satu sumber air untuk dua area budidaya, penataan jalur air yang lebih terstruktur, dan berkurangnya kebutuhan menarik atau memindahkan selang panjang. Kegiatan juga memberikan pengalaman praktik kepada tim dan mahasiswa dalam perakitan pipa, pemasangan pompa, dan pengujian sistem fluida sederhana. Meskipun demikian, perubahan waktu kerja, konsumsi energi, peningkatan produksi, dan tingkat keterampilan mitra belum diukur menggunakan instrumen sebelum-sesudah.

4. DISKUSI

Hasil uji fungsi menunjukkan bahwa solusi teknis telah menjawab masalah utama berupa ketiadaan jalur suplai air yang terintegrasi. Penggunaan tandon sebagai penyangga, pompa booster sebagai pemberi energi tekan, dan pipa bercabang sebagai media distribusi membuat aliran dapat diarahkan menuju kolam dan greenhouse tanpa memindahkan selang secara berulang. Susunan tersebut sejalan dengan prinsip dasar sistem perpipaan berpompa, yaitu kesesuaian kapasitas pompa dengan kurva sistem serta pengendalian kerugian energi pada pipa, katup, dan fitting (Karassik et al., 2008; Sularso & Tahara, 2000).

Bagi budidaya bioflok, kemudahan penambahan air penting karena pengelolaan media budidaya memerlukan kontrol yang konsisten terhadap kualitas air dan kondisi komunitas mikroba. Sistem suplai tidak menggantikan kebutuhan aerasi dan monitoring kualitas air, tetapi mendukung kegiatan pengisian awal dan penambahan air secara lebih praktis (Avnimelech, 2015; Azim & Little, 2008; Bossier & Ekasari, 2017). Karena teknologi bioflok dirancang untuk mengurangi pergantian air, pengoperasian outlet perlu tetap menyesuaikan kondisi budidaya dan tidak dilakukan tanpa pertimbangan kualitas media.

Pada greenhouse, penempatan pipa sepanjang bedeng memperpendek jarak antara jaringan utama dan tanaman. Hal ini menyediakan dasar bagi penerapan micro-spray atau irigasi tetes. Namun, keberadaan pipa belum secara otomatis menjamin keseragaman penyiraman. Keseragaman dipengaruhi oleh tekanan di setiap titik, debit emiter, panjang lateral, kondisi filter, serta waktu operasi (Keller & Bliesner, 1990; Phocaides, 2007; USDA NRCS, 2013). Oleh karena itu, pengukuran pada titik terdekat, tengah, dan terjauh diperlukan sebelum menetapkan durasi penyiraman yang seragam.

Pendekatan bantuan teknis dan praktik langsung sesuai untuk kegiatan yang menghasilkan sarana fisik karena mitra dapat mengamati proses perakitan, pengoperasian, dan pemeriksaan gangguan sederhana. Transfer teknologi yang berkelanjutan tidak cukup berhenti pada serah terima alat, tetapi memerlukan panduan rutin, pembagian tanggung jawab, dan kesempatan praktik berulang (Ife, 2013; Knowles et al., 2005). Dalam kegiatan ini, arahan pemeliharaan telah mencakup pemeriksaan kebocoran, pembersihan saringan, pencegahan dry running, perlindungan sambungan listrik, dan pembilasan pipa.

Keterbatasan utama kegiatan adalah evaluasi yang masih bersifat visual. Aliran kontinu pada outlet membuktikan keterhubungan sistem, tetapi belum cukup untuk menilai apakah pompa bekerja pada titik optimal atau apakah tekanan pada seluruh titik greenhouse seragam. Selain itu, target pengurangan waktu operasional dari 3-4 jam menjadi kurang dari 30 menit belum dapat dinyatakan tercapai tanpa pencatatan waktu sebelum dan sesudah. Kegiatan

lanjutan perlu menambahkan pressure gauge, flow meter, pencatatan energi listrik, pengukuran waktu kerja, serta evaluasi kepuasan dan kemandirian mitra.

Keberlanjutan sistem bergantung pada pemeliharaan sederhana tetapi konsisten. Pemeriksaan mingguan pada masa awal penggunaan dapat membantu mendeteksi kebocoran sambungan, penyumbatan, atau perubahan suara pompa. Saringan perlu dibersihkan dan pompa tidak boleh bekerja tanpa air. Jalur pipa yang melintasi area aktivitas juga perlu diberi penyangga atau pelindung. Dengan langkah tersebut, teknologi tetap sederhana, mudah dirawat, dan dapat dikembangkan menuju pengendalian berbasis timer atau sensor setelah data kebutuhan air tersedia.

5. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian telah menghasilkan sistem suplai air terintegrasi yang menghubungkan tandon, pompa booster, pipa utama, outlet pengisian kolam bioflok, dan jalur distribusi greenhouse di KWT Mandiri Batu. Uji fungsi secara visual menunjukkan aliran air kontinu menuju kolam dan keterhubungan komponen utama, sedangkan pipa greenhouse telah ditata mengikuti bedeng tanaman. Sistem mempermudah pengisian kolam, menata distribusi air, dan mengurangi kebutuhan memindahkan selang secara berulang. Evaluasi belum dapat menyatakan capaian tekanan, debit, efisiensi waktu, konsumsi energi, atau keseragaman penyiraman karena belum tersedia pengukuran kuantitatif. Monitoring lanjutan direkomendasikan melalui pemasangan pressure gauge dan flow meter, pengukuran waktu kerja sebelum-sesudah, pemeriksaan emiter pada beberapa titik, serta penerapan jadwal pemeliharaan rutin.

PENGAKUAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pengurus dan anggota KWT Mandiri Dusun Mojorejo atas partisipasi, penyediaan lokasi, dan keterlibatan selama identifikasi kebutuhan, pemasangan, serta uji fungsi sistem. Apresiasi juga disampaikan kepada tim pelaksana dan mahasiswa yang membantu persiapan bahan, perakitan jaringan, dokumentasi, dan evaluasi lapangan.

DAFTAR REFERENSI

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Avnimelech, Y. (2015). *Biofloc technology: A practical guide book* (3rd ed.). Baton Rouge, LA: World Aquaculture Society.
- Azim, M. E., & Little, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1-4), 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>
- Badan Pusat Statistik Kota Batu. (2023). *Kecamatan Junrejo dalam angka 2023*. Batu: Badan Pusat Statistik Kota Batu.
- Baudoin, W., Nono-Womdim, R., Litaladio, N., Hodder, A., Castilla, N., Leonardi, C., De Pascale, S., & Qaryouti, M. (Eds.). (2013). *Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops: Principles for Mediterranean climate areas*. FAO Plant Production and Protection Paper No. 217. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bhandari, B. B. (2003). *Participatory rural appraisal (PRA)*. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies.
- Bossier, P., & Ekasari, J. (2017). Biofloc technology application in aquaculture to support sustainable development goals. *Microbial Biotechnology*, 10(5), 1012-1016. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12836>
- Chambers, R. (1996). Participatory rural appraisal (PRA): Challenges, potentials and paradigm. *World Development*, 22(10), 1437-1454.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356-357, 351-356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
- Finnemore, E. J., & Franzini, J. B. (2002). *Fluid mechanics with engineering applications*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Hargreaves, J. A. (2013). *Biofloc production systems for aquaculture*. SRAC Publication No. 4503. Stoneville, MS: Southern Regional Aquaculture Center.
- Ife, J. (2013). *Community development in an uncertain world: Vision, analysis and practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P., & Heald, C. C. (2008). *Pump handbook* (4th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Keller, J., & Bliesner, R. D. (1990). *Sprinkle and trickle irrigation*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- Knowles, M. S., Holton, E. F., III, & Swanson, R. A. (2005). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development*. Burlington, MA: Elsevier.
- Mott, R. L. (2006). *Applied fluid mechanics*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Phocaides, A. (2007). *Handbook on pressurized irrigation techniques* (2nd ed.). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Saptana, Ashari, & Purwantini, T. B. (2016). Model kawasan rumah pangan lestari dan replikasinya. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*.
- Sularso, & Tahara, H. (2000). *Pompa dan kompresor: Pemilihan, pemakaian, dan pemeliharaan*. Jakarta: Pradnya Paramita.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. (2013). National engineering handbook, Part 623, Chapter 7: Microirrigation. Washington, DC: USDA Natural Resources Conservation Service.

White, F. M. (2011). Fluid mechanics. New York, NY: McGraw-Hill.