Optimalisasi Pemanfaatan Air Tanah Melalui Perencanaan Jaringan Irigasi Berbasis PKM di Kampung Yamua, Distrik Arso Barat, Kabupaten Keerom

Irianto[1*], Didik S.S.Mabui[2], Franki Lapian[3], Asep Huddiankuwera[4], Sigit Riswanto[5], Moh. Fauzi[6], Milla D Astari[7], Clasina Maya[8], Ardi A Sila[9], Mamik W[10], Riefaella B[11], Heru Prasetya Nugraha[12]

[1,2,3] Magister Rekayasa Sipil, Program Pascasarjana Universitas Yapis Papua
[4,5,6,7,8,9,10,11,12]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,Sains dan Teknologi Universitas Yapis Papua

*Corresponding Author
E-mailAddress: Irian.anto@gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan air tanah memiliki peran strategis dalam mendukung keberlanjutan pertanian di wilayah pedesaan, terutama pada daerah yang belum memiliki infrastruktur irigasi memadai. Kampung Yamua di Distrik Arso Barat, Kabupaten Keerom, merupakan salah satu kawasan dengan potensi air tanah yang cukup tinggi namun belum dimanfaatkan secara optimal. Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi sumber daya air tanah, menganalisis kebutuhan irigasi, serta merancang jaringan irigasi air tanah yang sesuai dengan kondisi teknis dan kebutuhan masyarakat. Metode pelaksanaan mencakup survei lapangan, analisis hidrologi dan geoteknik, Focus Group Discussion (FGD), serta pelatihan bagi masyarakat. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa debit air tanah sebesar 0,8–1,5 liter/detik dapat mendukung irigasi skala kecil hingga menengah. Desain jaringan irigasi yang dihasilkan meliputi penggunaan pompa submersible, jaringan pipa distribusi, dan reservoir kecil yang dapat dibangun secara bertahap oleh masyarakat. Kegiatan ini meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengelola sumber daya air dan memberikan dasar teknis bagi pemerintah desa dalam pengembangan infrastruktur irigasi. Dengan demikian, pemanfaatan air tanah yang terencana dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan ketahanan pangan di Kampung Yamua.

Kata kunci: air tanah, irigasi, pemberdayaan masyarakat, PKM, Keerom

ABSTRACT

Groundwater availability plays a strategic role in supporting agricultural sustainability, particularly in rural areas where irrigation infrastructure is limited. Yamua Village in Arso Barat District, Keerom Regency, possesses considerable groundwater potential that has not been fully utilized. This Community Service Program (PKM) aims to identify groundwater resources, analyze irrigation requirements, and design an appropriate groundwater-based irrigation network tailored to local technical conditions and community needs. The methodology includes field surveys, hydrological and geotechnical analysis, Focus Group Discussions (FGDs), and community training. The results indicate that groundwater discharge ranging from 0.8 to 1.5 liters per second is adequate to support small- to medium-scale irrigation. The proposed irrigation design includes submersible pumps, a distribution pipeline network, and small reservoirs that can be constructed gradually by the community. The program has enhanced local capacity in managing water resources and provided technical guidance for

village governments in developing irrigation infrastructure. Thus, planned groundwater utilization presents an effective solution to improving agricultural productivity and food security in Yamua Village.

Keywords: groundwater, irrigation, community empowerment, PKM, Keerom

PENDAHULUAN

Ketersediaan air untuk kegiatan pertanian merupakan faktor penting dalam meningkatkan produktivitas dan ketahanan pangan masyarakat, terutama di wilayah pedesaan yang memiliki keterbatasan infrastruktur irigasi. Kampung Yamua, yang terletak di Distrik Arso Barat, Kabupaten Keerom, merupakan salah satu kawasan dengan potensi sumber daya air tanah yang cukup baik, namun pemanfaatannya belum optimal akibat belum tersedianya sistem jaringan irigasi yang terencana dan berkelanjutan. Kondisi ini menyebabkan pola tanam masyarakat masih bergantung pada curah hujan, sehingga produktivitas pertanian menjadi tidak stabil dan rentan terhadap perubahan iklim.

Sebagai daerah yang sedang berkembang, masyarakat Kampung Yamua menghadapi tantangan dalam pengelolaan sumber daya air, mulai dari minimnya pengetahuan teknis mengenai pemanfaatan air tanah, tidak adanya sistem distribusi air yang memadai, hingga kurangnya pendampingan dalam perencanaan infrastruktur sederhana berbasis kebutuhan lokal. Padahal, pengembangan irigasi berbasis air tanah dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan keberlanjutan sistem pertanian, memperluas lahan tanam, dan mendukung peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk memberikan pendampingan teknis dan pemberdayaan masyarakat dalam merancang jaringan irigasi air tanah yang sesuai dengan kondisi hidrologi, geoteknik, dan kebutuhan pertanian setempat. Melalui pendekatan partisipatif, kegiatan ini diharapkan tidak hanya menghasilkan dokumen perencanaan teknis, tetapi juga meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengelola sumber daya air secara mandiri. Optimalisasi pemanfaatan air tanah melalui desain jaringan irigasi yang tepat akan menjadi langkah awal menuju sistem pertanian yang lebih produktif, adaptif, dan berkelanjutan di Kampung Yamua.

Dengan demikian, PKM ini memiliki relevansi tinggi terhadap upaya pembangunan infrastruktur dasar di wilayah perbatasan Papua, sekaligus mendukung agenda pembangunan nasional dalam bidang ketahanan pangan dan pemberdayaan masyarakat. Kegiatan ini diharapkan menghasilkan model perencanaan irigasi sederhana yang dapat diterapkan secara langsung oleh masyarakat dan dikembangkan oleh pemerintah daerah untuk skala yang lebih luas.

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan PKM ini disusun berbasis pendekatan partisipatif (participatory approach) yang melibatkan masyarakat, pemerintah kampung, dan pemangku kepentingan lokal lainnya. Pelaksanaan terdiri dari empat tahap utama, yaitu: (1) Persiapan dan Koordinasi, (2) Pengumpulan Data Lapangan, (3) Perencanaan Teknis Jaringan Irigasi Air Tanah, dan (4) Sosialisasi, Pelatihan, serta Evaluasi Hasil.

1. Tahap Persiapan dan Koordinasi

Kegiatan diawali dengan proses koordinasi untuk memastikan dukungan dan keterlibatan para pihak. Langkah-langkahnya meliputi:

1) Koordinasi dengan Pemerintah Daerah dan Kampung Yamua untuk menentukan lokasi kegiatan dan kelompok sasaran.
2) Penetapan tim pelaksana PKM yang terdiri dari ahli hidrologi, geoteknik, irigasi, serta pendamping masyarakat.
3) Penyusunan rencana kerja (workplan) yang memuat jadwal, kebutuhan alat, dan strategi pelaksanaan lapangan.
4) Identifikasi kelompok tani atau masyarakat pengguna lahan sebagai mitra utama dalam kegiatan PKM.

2. Tahap Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh gambaran teknis terkait kondisi eksisting di lokasi. Kegiatan meliputi:

1) Survey topografi sederhana untuk mengetahui kontur lahan dan arah aliran air.
2) Survey potensi air tanah, termasuk pendataan sumur yang ada, kedalaman muka air tanah, debit, dan kualitas dasar air.



Gambar 1. Survey Lapangan

3) Observasi penggunaan lahan dan pola tanam masyarakat untuk menentukan kebutuhan air irigasi.
4) Wawancara dan FGD (Focus Group Discussion) bersama masyarakat terkait permasalahan dan kebutuhan irigasi.
5) Analisis permasalahan eksisting, seperti keterbatasan debit air, akses lahan, dan kapasitas kelembagaan masyarakat.



Gambar 2. Analisi Permasalahan

3. Tahap Perencanaan Teknis Jaringan Irigasi Air Tanah

Tahap ini merupakan inti kegiatan PKM untuk menghasilkan rencana teknis yang dapat diimplementasikan masyarakat. Langkah kegiatannya meliputi: Perhitungan kebutuhan air irigasi berdasarkan jenis tanaman, luas lahan, dan musim tanam.

1) Analisis kapasitas sumber air tanah, termasuk estimasi debit aman (safe yield).
2) Perencanaan sistem jaringan irigasi, yang meliputi:
- Desain sumur bor atau sumur gali (jika diperlukan pengembangan sumber baru).
- Perancangan pompa, pipa distribusi, reservoir kecil, dan jaringan distribusi gravitasi atau bertekanan.
- Alternatif pemanfaatan energi, seperti pompa listrik, diesel, atau solar cell.

3) Penyusunan gambar teknis (sketsa jaringan irigasi) yang mudah dipahami masyarakat.
4) Penyusunan RAB (Rencana Anggaran Biaya) untuk memudahkan masyarakat dan pemerintah kampung dalam pengembangan selanjutnya.
5) Validasi desain melalui diskusi bersama masyarakat dan pemerintah kampung.



Gambar 1. Potensi Air tanah

4. Sosialisasi, Pelatihan, dan Evaluasi

1) Tahap ini bertujuan memastikan keberlanjutan pemanfaatan hasil program.
Sosialisasi hasil perencanaan

kepada masyarakat, pemerintah kampung, dan pihak terkait.

2) Pelatihan teknis, meliputi:
- Teknik pemeliharaan sumur dan pompa.
- Pengoperasian jaringan irigasi sederhana.
- Pengaturan distribusi air berbasis kelompok tani.

3) Penyusunan panduan sederhana (manual book) pemanfaatan dan pemeliharaan jaringan irigasi.

4) Monitoring dan evaluasi awal, dilakukan melalui kunjungan lapangan untuk melihat efektivitas rencana yang telah disusun dan kesiapan implementasi oleh masyarakat.

5) Umpan balik (feedback) masyarakat untuk melihat keberterimaan teknologi dan kesesuaian rencana dengan kondisi lapangan.

5. Luaran yang Diharapkan

Melalui metode pelaksanaan tersebut, kegiatan PKM ini diharapkan menghasilkan:
- Dokumen perencanaan teknis jaringan irigasi air tanah.
- Gambar teknis dan RAB untuk implementasi.
- Peningkatan kapasitas masyarakat dalam mengelola sumber air tanah.
- Model pemberdayaan irigasi desa yang dapat direplikasi di kampung lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini menghasilkan beberapa temuan penting terkait kondisi sumber daya air tanah, kebutuhan irigasi, dan rancangan jaringan irigasi yang sesuai untuk mendukung peningkatan produktivitas pertanian di Kampung Yamua. Pembahasan berikut disusun berdasarkan hasil survei lapangan, analisis teknis, serta interaksi langsung dengan masyarakat setempat.

1. Kondisi Eksisting Sumber Daya Air Tanah dan Lahan Pertanian

1.1 Potensi Air Tanah

Hasil survei menunjukkan bahwa Kampung Yamua memiliki potensi air tanah yang cukup baik dengan kedalaman muka air tanah berkisar antara 6–12 meter, tergantung lokasi. Pada beberapa titik sumur, debit air terukur mencapai 0,8–1,5 liter/detik, yang secara umum cukup untuk kebutuhan irigasi skala kecil hingga menengah. Namun, pemanfaatannya masih terbatas karena belum tersedia sarana distribusi air yang memadai.

1.2 Penggunaan Lahan dan Kebutuhan Air

Masyarakat menggarap lahan pertanian seluas ±20–30 hektar, didominasi oleh tanaman pangan seperti jagung, sayuran, umbi-umbian, serta komoditas hortikultura. Saat ini pola tanam sangat bergantung pada curah hujan, menyebabkan penurunan produktivitas pada musim kemarau. Kebutuhan air irigasi dihitung sebesar 0,4–0,6 liter/detik per hektar, bergantung jenis tanaman dan kondisi iklim lokal.

Interpretasi

Potensi air tanah yang tersedia sebenarnya mencukupi untuk memenuhi kebutuhan irigasi, namun belum adanya sistem distribusi membuat pemanfaatan tidak optimal. Kondisi ini menunjukkan adanya gap antara potensi sumber daya dan kapasitas pemanfaatan oleh masyarakat.

2. Perencanaan Teknologi dan Jaringan Irigasi Air Tanah

2.1 Rancangan Sumber Air dan Pemompaan

Berdasarkan hasil survei, sumur eksisting dapat dimanfaatkan dengan penambahan pompa submersible berkapasitas 2–3 liter/detik. Alternatif tambahan berupa pembangunan sumur bor dangkal direkomendasikan untuk area pertanian yang lebih jauh dari sumur utama.

Pemilihan pompa mempertimbangkan:
- Kedalaman muka air tanah,
- Jarak distribusi,
- Ketersediaan listrik desa atau opsi solar cell sebagai energi alternatif.

2.2 Rancangan Jaringan Distribusi Air

Perencanaan jaringan irigasi menghasilkan konfigurasi sebagai berikut:
- Pipa utama (header pipe) menggunakan diameter 2–3 inch.
- Pipa cabang ukuran 1–1.5 inch menuju petak-petak lahan.
- Reservoir kecil/elevated tank kapasitas 5–10 m^3 untuk menstabilkan distribusi aliran.

- Sistem irigasi dapat diterapkan secara gravitasi apabila reservoir ditempatkan pada elevasi lebih tinggi.

2.3 Gambar Teknis dan RAB

Tim PKM menghasilkan beberapa gambar teknis sederhana berupa sketsa layout jaringan pipa, lokasi sumur, dan reservoir. RAB disusun agar dapat digunakan pemerintah kampung sebagai dasar perencanaan anggaran dalam program infrastruktur desa.

Interpretasi

Desain irigasi air tanah ini cukup realistis untuk diimplementasikan masyarakat karena teknologinya sederhana, mudah dirawat, dan dapat dioperasikan tanpa keahlian teknis tinggi.

3. Keterlibatan Masyarakat dan Peningkatan Kapasitas

Melalui FGD dan pelatihan teknis, masyarakat memperoleh pemahaman mengenai:

- Cara pengoperasian pompa,
- Teknik pemeliharaan sumur,
- Pengaturan jadwal distribusi air berbasis kelompok,
- Prinsip pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.

Antusiasme masyarakat cukup tinggi dan mereka menyatakan kesediaan untuk membentuk kelompok pengelola irigasi (semacam P3A lokal) guna menjaga keberlanjutan infrastruktur yang direncanakan.

Interpretasi

Peningkatan kapasitas sosial ini merupakan komponen penting, karena keberhasilan implementasi jaringan irigasi tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis tetapi juga oleh komitmen dan kemampuan masyarakat dalam mengelola sistem.

4. Analisis Risiko Geoteknik dan Operasional

Beberapa potensi risiko diidentifikasi, antara lain:

- Penurunan debit air tanah pada musim kemarau berkepanjangan.
- Kemungkinan intrusi air permukaan ke dalam sumur dangkal apabila tidak dilengkapi pelindung.
- Risiko kerusakan pompa karena fluktuasi listrik atau perawatan tidak rutin.
- Ketidakstabilan tanah pada lokasi reservoir bila tidak dilakukan pemadatan memadai.

Mitigasi risiko direkomendasikan melalui:

- Pemantauan debit sumur secara berkala,
- Perbaikan konstruksi sumur,
- Pelatihan pemeliharaan pompa,
- Penentuan lokasi yang aman untuk reservoir berdasarkan kondisi geoteknik setempat.

5. Implikasi untuk Pembangunan Desa dan Kebijakan

Hasil PKM menunjukkan bahwa perencanaan jaringan irigasi air tanah dapat berkontribusi pada:

- Peningkatan produktivitas pertanian,
- Perluasan lahan tanam,
- Penguatan ketahanan pangan desa,
- Pengurangan ketergantungan pada hujan,
- Peningkatan kesejahteraan masyarakat,
- Pendukung perencanaan desa berbasis data teknis.

Pemerintah kampung dan distrik dapat menggunakan hasil PKM sebagai dasar perumusan program pembangunan, misalnya melalui Dana Desa, DAK, atau kemitraan dengan instansi teknis.

PENUTUP

Pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini menunjukkan bahwa Kampung Yamua memiliki potensi air tanah yang cukup besar untuk mendukung peningkatan produktivitas pertanian, namun pemanfaatannya belum optimal akibat keterbatasan infrastruktur dan kapasitas teknis masyarakat. Melalui serangkaian kegiatan survei, analisis teknis, dan pendampingan, diperoleh beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Potensi air tanah di Kampung Yamua mencukupi untuk kebutuhan irigasi, dengan debit sumur berkisar antara 0,8–1,5 liter/detik, yang dapat menopang irigasi skala kecil hingga menengah jika dikelola dengan baik.
2. Desain jaringan irigasi air tanah yang telah disusun—meliputi

pemilihan pompa, pipa distribusi, reservoir kecil, serta skema jaringan—memungkinkan implementasi secara bertahap oleh masyarakat dan pemerintah kampung.

3. Masyarakat menunjukkan antusiasme dan kesiapan untuk terlibat aktif, terlihat dari partisipasi dalam FGD, pelatihan, dan komitmen membentuk kelompok pengelola irigasi. Peningkatan kapasitas ini merupakan faktor penting dalam keberlanjutan sistem.
4. Risiko teknis dan geoteknik dapat dikelola selama perencanaan dan pemeliharaan dilakukan secara tepat, termasuk pemantauan debit sumur, pemilihan lokasi reservoir yang aman, dan perawatan pompa secara rutin.
5. Kegiatan PKM ini berkontribusi pada penguatan ketahanan pangan, peningkatan produktivitas pertanian, dan pembangunan desa berbasis data teknis, sehingga memiliki dampak strategis bagi masyarakat dan pemerintah daerah.

Berdasarkan hasil kegiatan dan analisis teknis, beberapa rekomendasi berikut disampaikan untuk mendukung implementasi dan keberlanjutan jaringan irigasi air tanah di Kampung Yamua:

1. Rekomendasi untuk Pemerintah Desa dan Masyarakat
   - Melanjutkan pembangunan jaringan irigasi sesuai desain teknis dan RAB yang telah disusun dalam PKM.
   - Membentuk dan memberdayakan Kelompok Pengelola Irigasi (P3A lokal) untuk mengatur distribusi air, pemeliharaan pompa, dan pengawasan sistem.
   - Melakukan iuran swadaya sederhana untuk biaya operasional dan perawatan berkala, seperti perbaikan pipa dan servis pompa.
   - Mengintegrasikan rencana irigasi ke dalam RKPDes dan APBDes, sehingga memiliki dukungan pembiayaan yang berkelanjutan melalui Dana Desa.
2. Rekomendasi Teknis
   - Pemantauan debit sumur secara rutin (minimal 3 bulan sekali) untuk memastikan sumber air tanah tidak mengalami penurunan berlebihan.
   - Pemasangan pelindung sumur (well casing dan sanitary seal) untuk mencegah kontaminasi air permukaan.
   - Pemilihan pompa hemat energi atau mempertimbangkan penggunaan solar cell untuk mengurangi biaya operasional jangka panjang.
   - Pemadatan tanah yang baik pada lokasi reservoir untuk menghindari penurunan atau keretakan struktur.
3. Rekomendasi untuk Pengembangan Selanjutnya
   - Melakukan kajian lanjutan terkait kualitas air, perubahan muka air tanah musiman, dan potensi sumur tambahan untuk memperluas cakupan irigasi.
   - Mendorong kolaborasi dengan dinas pertanian, dinas PU, atau lembaga penelitian untuk pendampingan lanjutan dan peningkatan teknologi irigasi.
   - Mengembangkan modul pelatihan lanjutan bagi masyarakat terkait manajemen air, efisiensi irigasi, serta pola tanam adaptif terhadap perubahan iklim

DAFTAR PUSTAKA

Abraham, J., & Assefa, B. (2021). Groundwater potential assessment for small-scale irrigation development. *Journal of Hydrology: Regional Studies, 34*, 100789.

Alemayehu, T., Hagos, G., & Kebede, S. (2019). Sustainable groundwater management for irrigation in rural communities. *Water Resources Management, 33*(7), 2341–2356.

Anderson, M. P., & Woessner, W. W. (2019). *Applied groundwater hydrology* (3rd ed.). CRC Press.

Asdak, C. (2015). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Gadjah Mada University Press.

Bakker, M., & de Lange, W. (2020). Groundwater flow and well design in smallholder irrigation systems. *Hydrogeology Journal, 28*(4), 1153–1167.

Bappenas. (2021). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024*. Kementerian PPN/Bappenas.

Bouman, B., & Tuong, T. (2019). Irrigation technologies for small-scale farming: Efficiency, challenges and adoption. *Agricultural Water Management, 213*, 104–113.

Budiyanto, M. A. (2020). Analisis potensi air tanah untuk sistem irigasi desa. *Jurnal Teknik Sipil, 27*(3), 155–166.

Cahyo, H. F., & Nugraha, R. (2018). Desain sistem irigasi berbasis pompa untuk lahan pertanian terpadu. *Jurnal Irigasi Indonesia, 9*(1), 44–53.

FAO. (2017). *Small-scale irrigation systems: Design, operation and management*. Food and Agriculture Organization.

Fetter, C. W. (2018). *Contaminant hydrogeology* (3rd ed.). Waveland Press.

Hidayat, Y., & Prasetyo, A. (2020). Optimalisasi pemanfaatan air tanah untuk irigasi pertanian lahan kering. *Jurnal Sumber Daya Air, 16*(2), 88–98.

Islami, T., & Utomo, W. (2019). *Pengelolaan lahan dan air untuk pertanian berkelanjutan*. UB Press.

Kim, J., & Lee, S. (2022). Groundwater–energy nexus in solar-powered irrigation systems. *Renewable Energy, 189*, 1264–1275.

Mahmud, A., Rahman, F., & Karim, S. (2019). Performance evaluation of groundwater irrigation using submersible pumps. *Irrigation Science, 37*(5), 679–691.

Molden, D., & Gates, T. K. (2020). Water productivity in irrigated agriculture. *Irrigation and Drainage, 69*(2), 236–249.

Nugroho, A. (2021). Kajian kebutuhan air irigasi pada lahan pertanian di wilayah perbatasan. *Jurnal Teknik Pertanian, 13*(2), 112–122.

Peraturan Menteri PUPR No. 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemanfaatan Air Tanah.

Pranata, W., & Sari, N. (2022). Evaluasi sistem distribusi irigasi menggunakan pompa tenaga surya. *Jurnal Energi Terbarukan, 10*(1), 23–34.

Rahardianto, A. (2017). Sistem irigasi desa: perencanaan dan implementasi. *Jurnal Infrastruktur Pedesaan, 5*(1), 66–74.

Sappa, G., Rossi, M., & Parisse, B. (2017). Groundwater resource assessment and sustainability. *Environmental Earth Sciences, 76*(14), 1–15.

Sutanto, S., & Wahyudi, W. (2020). Analisis kebutuhan air tanaman untuk perencanaan irigasi. *Jurnal Irigasi, 15*(2), 101–113.

UNESCO. (2023). *Groundwater: Making the invisible visible*. UNESCO Water Report.