

Transformasi Pertanian Menuju Swasembada Pangan: Pembinaan Dan Penerapan Teknologi Tepat Guna Bagi Kelompok Petani Di Kab. Bengkalis

Abdul Gafur¹, Rahmat Fajrul², Supria^{3*}, Andrik Marta^{4*}, Vebritasari⁵, Rafiani⁶

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, D2 Teknik Manufaktur Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

³Jurusan Teknik Informatika, D3 Teknik Informatika, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

⁴Jurusan Agribisnis, D3 Agribisnis, Politeknik Negeri Payakumbuh, Bengkalis, Indonesia

⁵Jurusan Biologi, Ilmu Botani, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Kampar, Indonesia

⁶Jurusan Teknik Sipil, D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

Email: ¹Abdulgafur@polbeng.ac.id, ²Rahmatfajrul@polbeng.ac.id, ^{3*}Supria@polbeng.ac.id,

^{4*}andrikmarta@gmail.com, ⁵Vebritasari88@gmail.com, ⁶Rafiani68@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak - Sektor pertanian di Kabupaten Bengkalis masih menghadapi permasalahan rendahnya efisiensi pengolahan lahan dan penggunaan air irigasi, yang berdampak pada produktivitas dan keberlanjutan usaha tani. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mendukung transformasi pertanian menuju swasembada pangan melalui pembinaan kelompok tani dan penerapan teknologi tepat guna yang sesuai dengan kebutuhan lokal. Program dilaksanakan pada tiga kelompok tani di tiga lokasi, yaitu Desa deluk dengan penerapan bajak mini untuk pengolahan lahan, Kecamatan Mandau dengan sistem irigasi sprinkel pada tanaman sayuran, serta Kecamatan Siak Kecil dengan sistem irigasi tetes pada tanaman cabai. Metode pelaksanaan meliputi identifikasi kebutuhan mitra, perancangan dan pembuatan teknologi tepat guna, pelatihan operasional, pendampingan lapangan, serta evaluasi kinerja teknologi. Bajak mini dikembangkan oleh tim dosen Teknik Mesin, sedangkan sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT), yaitu sistem irigasi otomatis berbasis sensor dan kendali digital, dirancang oleh dosen Jurusan Teknik Informatika. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan efisiensi pengolahan lahan, penghematan penggunaan air irigasi, serta peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengadopsi teknologi pertanian modern. Kegiatan ini membuktikan bahwa kolaborasi lintas disiplin dan penerapan teknologi tepat guna yang kontekstual efektif dalam mendukung upaya swasembada pangan di Kabupaten Bengkalis.

Kata Kunci: Swasembada Pangan, Teknologi Tepat Guna, Bajak Mini, Irigasi Otomatis, Kelompok Tani.

Abstract - The agricultural sector in Bengkalis Regency continues to face challenges related to low land cultivation efficiency and inefficient irrigation water use, which negatively affect farm productivity and sustainability. This community service program aimed to support agricultural transformation toward food self-sufficiency through farmer group capacity building and the implementation of appropriate technology tailored to local needs. The program was conducted at three farmer groups in three locations: Deluk Village through the application of a mini tiller for land preparation, Mandau District through the implementation of a sprinkler irrigation system for vegetable crops, and Siak Kecil District through the application of a drip irrigation system for chili cultivation. The implementation method consisted of partner needs identification, appropriate technology design and fabrication, operational training, field assistance, and technology performance evaluation. The mini tiller was developed by the Mechanical Engineering team, while the Internet of Things-based irrigation system, defined as an automated irrigation system utilizing sensors and digital control, was designed and implemented by the Information Technology Engineering team. The results indicate improved land preparation efficiency, reduced irrigation water consumption, and enhanced farmers' knowledge and skills in adopting modern agricultural technologies. This program demonstrates that interdisciplinary collaboration and context-based appropriate technology implementation are effective in supporting food self-sufficiency efforts in Bengkalis Regency.

Keywords: Food Self-Sufficiency, Appropriate Technology, Mini Tiller, Automated Irrigation, Farmer Groups.

1. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan salah satu pilar utama pembangunan nasional yang berkelanjutan dan menjadi isu strategis dalam menjamin kesejahteraan masyarakat. Ketahanan pangan tidak hanya mencakup ketersediaan pangan dalam jumlah yang cukup, tetapi juga meliputi aspek akses, kualitas, dan keberlanjutan sistem produksi pangan (Food and Agriculture Organization [FAO], 2022). Dalam konteks Indonesia sebagai negara agraris, sektor pertanian memiliki peran

vital dalam mendukung pencapaian swasembada pangan nasional. Namun demikian, sektor ini masih menghadapi berbagai tantangan, terutama pada tingkat petani kecil dan menengah.

Salah satu permasalahan utama yang dihadapi sektor pertanian adalah rendahnya efisiensi pengolahan lahan dan pengelolaan air irigasi. Banyak petani masih menerapkan metode konvensional yang bersifat padat karya, memerlukan waktu relatif lama, serta kurang efisien dalam penggunaan sumber daya. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya produktivitas lahan dan tingginya biaya operasional, sehingga pendapatan petani menjadi kurang optimal (Kementerian Pertanian, 2021). Selain itu, ketidakpastian iklim dan perubahan pola curah hujan semakin memperbesar risiko kegagalan produksi apabila tidak didukung oleh sistem pengelolaan air yang baik.

Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi pertanian cukup besar, khususnya pada subsektor tanaman pangan dan hortikultura. Namun, berdasarkan hasil observasi lapangan dan diskusi dengan kelompok tani, sebagian besar petani masih mengandalkan alat sederhana dalam pengolahan lahan, seperti cangkul atau bajak tradisional. Proses pengolahan lahan dengan metode tersebut membutuhkan tenaga kerja yang besar dan waktu pengerjaan yang lama, sehingga kurang efisien terutama pada musim tanam yang memiliki keterbatasan waktu. Pada sisi irigasi, penyiraman tanaman umumnya dilakukan secara manual tanpa mempertimbangkan kebutuhan air aktual tanaman dan kondisi kelembaban tanah, yang berpotensi menyebabkan pemborosan air dan pertumbuhan tanaman yang tidak optimal.

Perkembangan teknologi pertanian memberikan peluang besar untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui penerapan teknologi tepat guna (TTG). Teknologi tepat guna dirancang agar mudah dioperasikan, terjangkau secara ekonomi, serta sesuai dengan kondisi sosial, budaya, dan lingkungan masyarakat setempat. Pendekatan TTG dinilai efektif dalam meningkatkan produktivitas pertanian skala kecil karena tidak menuntut investasi besar dan dapat diadopsi secara bertahap oleh petani (Suryanto & Prabowo, 2020). Oleh karena itu, penerapan TTG menjadi strategi penting dalam mendorong transformasi pertanian yang inklusif dan berkelanjutan.

Salah satu bentuk teknologi tepat guna yang relevan dalam pengolahan lahan adalah penggunaan bajak mini atau *mini tiller*. Alat ini dirancang untuk membantu proses pengolahan tanah pada lahan pertanian skala kecil hingga menengah dengan efisiensi waktu dan tenaga yang lebih baik dibandingkan metode manual. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *mini tiller* mampu meningkatkan kecepatan pengolahan lahan serta menurunkan kebutuhan tenaga kerja secara signifikan, sehingga biaya operasional dapat ditekan (Widodo et al., 2019). Selain itu, bajak mini relatif mudah dioperasikan dan dirawat, sehingga sesuai untuk diterapkan oleh petani dengan tingkat pendidikan dan pengalaman teknis yang beragam.

Pada aspek pengelolaan air, pemanfaatan sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi salah satu inovasi yang berkembang pesat dalam pertanian modern. Sistem irigasi berbasis *IoT* memungkinkan penyiraman tanaman dilakukan secara otomatis berdasarkan data sensor, seperti kelembaban tanah dan kondisi lingkungan. Dengan pendekatan ini, pemberian air dapat disesuaikan dengan kebutuhan aktual tanaman sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien dan terkontrol (García et al., 2020). Penerapan sistem irigasi otomatis juga dapat membantu petani dalam mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual serta meningkatkan konsistensi penyiraman, khususnya pada tanaman hortikultura bernilai ekonomi tinggi.

Meskipun berbagai kajian terkait penerapan TTG dan *IoT* di bidang pertanian telah banyak dilakukan, sebagian besar masih berfokus pada aspek teknis dan uji coba laboratorium. Implementasi langsung di tingkat petani, khususnya melalui pendekatan pengabdian kepada masyarakat yang terintegrasi dengan pembinaan dan pendampingan, masih relatif terbatas. Padahal, keberhasilan adopsi teknologi sangat dipengaruhi oleh tingkat pemahaman, keterampilan, dan kesiapan petani sebagai pengguna akhir teknologi (Susanto et al., 2021).

Perguruan tinggi memiliki peran strategis dalam menjembatani kesenjangan antara pengembangan teknologi dan kebutuhan nyata masyarakat melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Melalui kolaborasi lintas disiplin, perguruan tinggi dapat menghasilkan solusi teknologi yang aplikatif sekaligus meningkatkan kapasitas sumber daya manusia di sektor pertanian.

Keterlibatan dosen dari bidang Teknik Mesin dan Teknik Informatika memungkinkan pengembangan teknologi pertanian yang terintegrasi antara aspek mekanik dan sistem kendali digital, sehingga solusi yang dihasilkan lebih komprehensif dan sesuai dengan kebutuhan lapangan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan sebagai upaya mendukung transformasi pertanian menuju swasembada pangan di Kabupaten Bengkalis. Program ini berfokus pada pembinaan kelompok tani dan penerapan teknologi tepat guna berupa bajak mini serta sistem irigasi berbasis *Internet of Things* pada tiga lokasi berbeda dengan karakteristik komoditas dan kebutuhan teknologi yang beragam. Melalui pendekatan partisipatif dan pendampingan berkelanjutan, kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi usaha tani, memperkuat kemandirian petani dalam mengadopsi teknologi, serta berkontribusi pada pencapaian swasembada pangan secara berkelanjutan.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Mekanisme Pelaksanaan Program

Berikut adalah bagan alir Program Pengabdian kepada masyarakat:



Berdasarkan diagram alir diatas dapat dilihat aktivitas dalam kegiatan ini hanya 2 yaitu pembuatan alat TTG dan pendampingan. Mekanisme pelaksanaan program terdiri dari tiga pendekatan, yaitu: metode pelaksanaan program, luaran yang ingin dicapai, peran dan keterlibatan *stakeholder*. Berikut adalah metode pelaksanaan program:

Tabel 1. Metode Pelaksanaan Program

Aktivitas	Metode	Luaran
1. Pembuatan alat TTG	<ol style="list-style-type: none">Perancangan dan desainDiskusi dengan tim Posyantek kecamatanPersiapan alat dan bahanProses pembuatan alat TTG/assembly/instalasi dan pendampinganPengujian alat dan finalisasi	Terciptanya tiga unit Alat TTG (bajak Mini, dan irigasi berbasis IoT) setiap kelompok tani kecamatan dalam upaya peningkatan kapasitas produksi kelompok tani
2. Pendampingan (Penerapan TTG dan Pelatihan)	<ol style="list-style-type: none">Penerapan alat ke lokasi mitraPelatihan penggunaan alat dan SOP perawatan dan perbaikan	<ol style="list-style-type: none">Dua unit TTG siap digunakan kelompok tani 3 kecamatan di kab. BengkalisSOP penggunaan dan perawatan alat TTG

Aktivitas pembuatan alat-alat TTG memiliki 5 (lima) sub-aktivitas yang pelaksanaannya menggunakan pendekatan metode pelaksanaan yang berbeda, yaitu:

1. Perancangan dan desain menggunakan metode perhitungan dan desain menggunakan aplikasi autocad inventor.
2. Diskusi dengan posyantek sebagai pelaku pembuatan TTG sesuai dengan desain yang telah dibuat
3. Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk proses produksi dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan alat-alat TTG.
4. Pembuatan alat TTG dilakukan mengikuti desain sudah dibuat mulai dari proses pemotongan, pemesinan, dan fabrikasi/pengelasan atau proses instalasi pada teknologi irigasi berbasis IoT
5. Setelah alat dibuat dilanjutkan dengan proses pengujian alat yang sudah dibuat agar hasilnya lebih maksimal.

Aktivitas Pendampingan memiliki 2 (Dua) sub-aktivitas yang pelaksanaannya menggunakan pendekatan metode pelaksanaan yang berbeda, yaitu:

1. Penerapan alat ke lokasi mitra
2. Pelatihan penggunaan alat dan SOP perawatan dan perbaikan

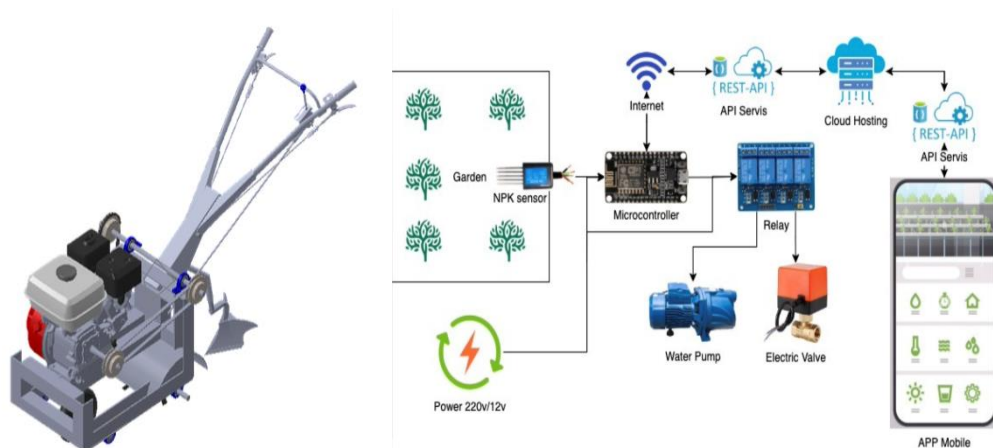
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini mengacu pada mekanisme yang telah dirancang sebelumnya, sebagaimana ditunjukkan pada bagan alir program. Berdasarkan alur tersebut, kegiatan inti difokuskan pada dua aktivitas utama, yaitu pembuatan alat teknologi tepat guna (TTG) dan pendampingan penerapan TTG kepada kelompok tani. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan bahwa kegiatan tidak hanya menghasilkan produk teknologi, tetapi juga menjamin keberlanjutan pemanfaatan teknologi melalui peningkatan kapasitas mitra. Secara umum, mekanisme pelaksanaan program dilaksanakan melalui tiga pendekatan utama, yaitu metode pelaksanaan program, luaran yang ingin dicapai, serta peran dan keterlibatan *stakeholder*. Pendekatan ini memungkinkan terjadinya sinergi antara tim pengabdian, Pos Pelayanan Teknologi Tepat Guna (*Posyantek*), dan kelompok tani sebagai pengguna akhir teknologi.

3.1 Hasil Pembuatan Alat Teknologi Tepat Guna (TTG)

3.1.1 Perancangan dan Desain Alat TTG

Tahap awal pembuatan alat TTG diawali dengan kegiatan perancangan dan desain teknis. Pada tahap ini, tim dosen dari bidang Teknik Mesin dan Teknik Informatika melakukan perhitungan teknis serta perancangan desain menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor*. Proses perancangan mempertimbangkan kebutuhan lapangan, kondisi lahan, kemudahan pengoperasian, serta kemampuan perawatan oleh kelompok tani.



Gambar 1. Perancangan dan Desain Alat Bajak Mini dan Desain IoT

Untuk TTG bajak mini, desain difokuskan pada dimensi yang kompak, sistem transmisi yang sederhana, serta kekuatan rangka agar mampu bekerja pada lahan pertanian skala kecil hingga menengah. Sementara itu, desain sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT) difokuskan pada integrasi sensor kelembaban tanah, unit kendali mikrokontroler, aktuator katup air, serta sistem instalasi pipa yang sesuai dengan kondisi lahan mitra. Tahap desain ini menjadi sangat penting karena menentukan keberhasilan proses pembuatan dan kinerja alat saat diimplementasikan di lapangan.

3.1.2 Diskusi dengan Posyantek Kecamatan

Setelah desain awal disusun, dilakukan diskusi intensif dengan tim *Posyantek* kecamatan sebagai mitra lokal dalam pembuatan dan pengembangan TTG. Diskusi ini bertujuan untuk menyelaraskan desain teknis dengan kemampuan produksi lokal serta ketersediaan alat dan bahan di lapangan. Keterlibatan *Posyantek* juga berfungsi sebagai upaya penguatan ekosistem inovasi teknologi tepat guna di tingkat daerah.

Melalui diskusi ini, beberapa penyesuaian desain dilakukan, khususnya pada pemilihan material dan metode fabrikasi, agar alat yang dibuat tetap memenuhi standar fungsional namun lebih mudah direplikasi dan dirawat oleh masyarakat setempat. Pendekatan kolaboratif ini terbukti efektif dalam menjembatani aspek akademik dan praktik lapangan.

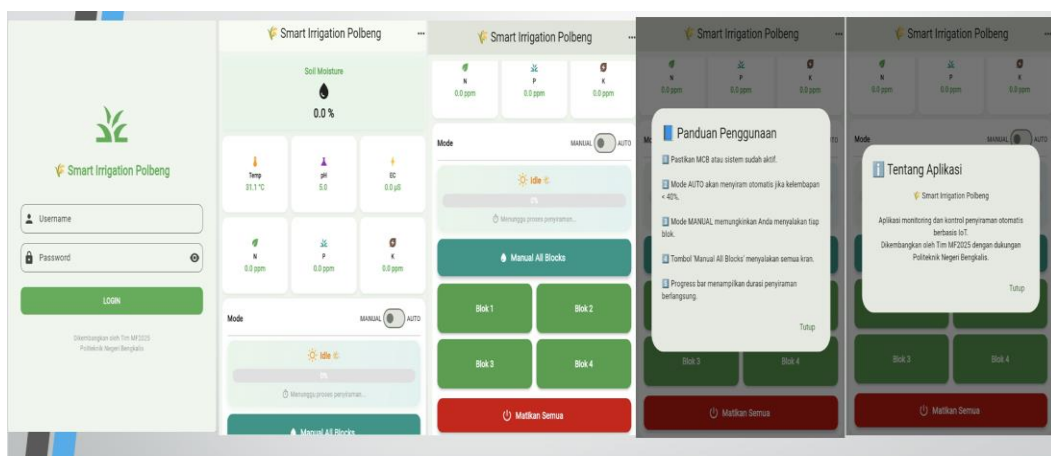
3.1.3 Persiapan Alat dan Bahan

Tahap berikutnya adalah persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan TTG. Untuk bajak mini, bahan yang dipersiapkan meliputi rangka baja, poros, sistem transmisi, serta komponen pendukung lainnya. Sedangkan untuk sistem irigasi berbasis *IoT*, persiapan mencakup sensor kelembaban tanah, mikrokontroler, modul kendali, katup solenoid, pipa irigasi, serta sumber daya listrik.

Persiapan yang matang pada tahap ini berkontribusi pada kelancaran proses pembuatan dan meminimalkan kendala teknis selama tahap fabrikasi dan instalasi. Selain itu, pemilihan bahan yang mudah diperoleh di pasaran lokal menjadi salah satu strategi untuk mendukung keberlanjutan pemeliharaan alat di masa mendatang.

3.1.4 Proses Pembuatan, Assembling, dan Instalasi Alat TTG

Proses pembuatan alat TTG dilakukan sesuai dengan desain yang telah disepakati. Pembuatan bajak mini melibatkan beberapa tahapan, antara lain pemotongan material, proses pemesinan, perakitan rangka, serta proses fabrikasi dan pengelasan. Seluruh tahapan dilakukan dengan pendampingan langsung dari tim dosen Teknik Mesin untuk memastikan kualitas dan kesesuaian dengan desain awal.



Gambar 2. Pembuatan Aplikasi IoT

Sementara itu, proses pembuatan sistem irigasi berbasis *IoT* dilakukan melalui perakitan komponen elektronik, pemrograman sistem kendali, serta instalasi jaringan pipa dan katup air di lahan mitra. Pendampingan oleh dosen Teknik Informatika dilakukan secara intensif, terutama pada tahap integrasi sensor dan sistem kendali otomatis. Hasil dari tahap ini adalah terciptanya tiga unit alat TTG, yaitu satu unit bajak mini dan dua unit sistem irigasi berbasis *IoT* yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing kelompok tani.

3.1.5 Pengujian dan Finalisasi Alat TTG

Setelah proses pembuatan selesai, dilakukan pengujian terhadap alat TTG yang telah dibuat. Pengujian bajak mini difokuskan pada kinerja pengolahan lahan, kestabilan alat, serta kemudahan pengoperasian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bajak mini mampu bekerja dengan baik dan memberikan efisiensi waktu pengolahan lahan dibandingkan metode manual.



Gambar 3. Pengujian Alat TTG Bajak Mini

Pengujian sistem irigasi berbasis *IoT* dilakukan dengan mengevaluasi respons sensor terhadap perubahan kelembaban tanah, akurasi sistem kendali, serta keandalan aktuator dalam membuka dan menutup aliran air. Berdasarkan hasil pengujian, sistem berfungsi sesuai dengan perancangan dan mampu mengatur penyiraman secara otomatis. Tahap ini menjadi dasar untuk melakukan finalisasi alat sebelum diterapkan di lokasi mitra.

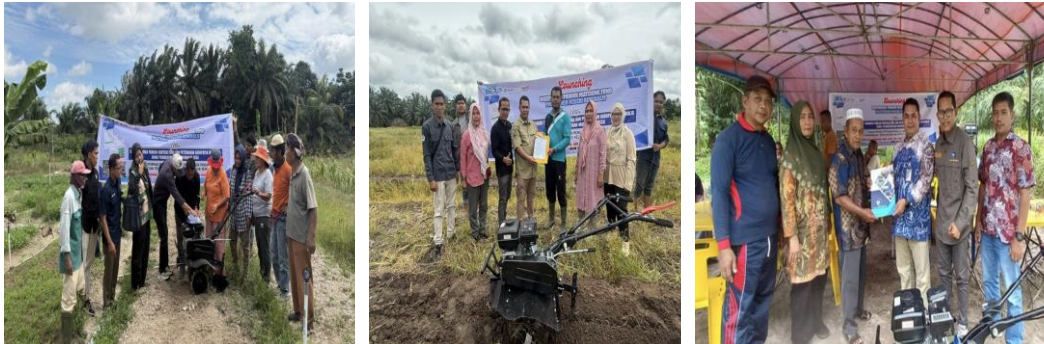


Gambar 4. Kegiatan Pembuatan Alat TTG

3.2 Hasil Pendampingan dan Penerapan TTG di Lokasi Mitra

3.2.1 Penerapan Alat TTG di Lokasi Kelompok Tani

Tahap pendampingan diawali dengan penerapan alat TTG ke lokasi masing-masing mitra. Bajak mini diterapkan pada kelompok tani di Desa Deluk, sedangkan sistem irigasi sprinkler berbasis *IoT* diterapkan di Kecamatan Mandau dan sistem irigasi tetes berbasis *IoT* diterapkan di Kecamatan Siak Kecil. Penerapan dilakukan secara langsung di lahan pertanian milik kelompok tani agar petani dapat melihat dan merasakan manfaat teknologi secara nyata.



Gambar 5. Pendampingan dan Serah terima alat, Kec Mandau, Kec. Siak Kecil, dan Kec. Bantan

Hasil penerapan menunjukkan bahwa alat TTG dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan kondisi lapangan. Petani merasakan kemudahan dalam proses pengolahan lahan serta peningkatan efisiensi penggunaan air pada sistem irigasi. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi yang diterapkan telah sesuai dengan kebutuhan dan permasalahan mitra.

3.2.2 Pelatihan Penggunaan dan Penyusunan SOP Perawatan

Selain penerapan alat, kegiatan pendampingan juga mencakup pelatihan penggunaan alat serta penyusunan standar operasional prosedur (SOP) perawatan dan perbaikan. Pelatihan dilakukan secara praktis dengan melibatkan petani sebagai pengguna langsung. Materi pelatihan meliputi cara pengoperasian alat, langkah-langkah perawatan rutin, serta penanganan gangguan sederhana yang mungkin terjadi selama penggunaan.

Sebagai luaran dari kegiatan ini, dihasilkan dua unit TTG yang siap digunakan oleh kelompok tani di tiga kecamatan serta dokumen SOP penggunaan dan perawatan alat TTG. SOP ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi petani dalam menjaga kinerja alat agar tetap optimal dan memiliki umur pakai yang lebih panjang.

3.3 Pembahasan Dampak Program terhadap Kelompok Tani

Hasil pelaksanaan program menunjukkan bahwa pendekatan pembuatan alat TTG yang diikuti dengan pendampingan intensif memberikan dampak positif bagi kelompok tani. Petani tidak hanya menerima alat, tetapi juga memperoleh pengetahuan dan keterampilan dalam mengoperasikan serta merawat teknologi. Pendekatan ini meningkatkan rasa memiliki (*sense of ownership*) terhadap teknologi yang diterapkan, sehingga peluang keberlanjutan program menjadi lebih besar. Kolaborasi antara tim pengabdian, *Posyantek*, dan kelompok tani juga menjadi faktor kunci keberhasilan program. Sinergi ini memungkinkan terjadinya transfer pengetahuan secara dua arah, di mana teknologi dikembangkan berdasarkan kebutuhan nyata di lapangan dan petani dilibatkan secara aktif dalam seluruh proses. Dengan demikian, penerapan teknologi tepat guna dalam kegiatan ini tidak hanya berorientasi pada hasil teknis, tetapi juga pada pemberdayaan masyarakat dan penguatan kapasitas lokal dalam mendukung transformasi pertanian menuju swasembada pangan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Kabupaten Bengkalis melalui pembuatan dan penerapan teknologi tepat guna berupa bajak mini dan sistem irigasi berbasis

Internet of Things (IoT) telah berjalan dengan baik dan memberikan dampak positif bagi kelompok tani mitra. Program ini berhasil menghasilkan tiga unit alat TTG yang sesuai dengan kebutuhan lokal, serta dua unit teknologi yang siap digunakan secara berkelanjutan oleh kelompok tani di tiga kecamatan. Pendekatan pelaksanaan yang mengombinasikan proses pembuatan alat dan pendampingan intensif terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi pengolahan lahan, optimalisasi penggunaan air irigasi, serta kapasitas petani dalam mengoperasikan dan merawat teknologi pertanian. Keterlibatan *stakeholder*, khususnya *Posyantek* dan kelompok tani, berperan penting dalam memastikan kesesuaian desain, kemudahan implementasi, dan keberlanjutan pemanfaatan teknologi. Selain menghasilkan luaran berupa alat dan dokumen standar operasional prosedur (SOP), kegiatan ini juga meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kemandirian petani dalam mengadopsi inovasi teknologi pertanian. Dengan demikian, program pengabdian ini berkontribusi nyata dalam mendukung transformasi pertanian menuju swasembada pangan serta memperkuat peran perguruan tinggi dalam transfer ilmu pengetahuan dan teknologi kepada masyarakat.

REFERENCES

- FAO. (2022). *The state of food security and nutrition in the world*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- García, L., Parra, L., Jimenez, J. M., Lloret, J., & Lorenz, P. (2020). IoT-based smart irrigation systems: An overview on sensors and Internet of Things systems for irrigation in precision agriculture. *Sensors*, 20(4), 1042. <https://doi.org/10.3390/s20041042>
- Kementerian Pertanian. (2021). *Strategi pengembangan teknologi pertanian dan mekanisasi*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Suryanto, A., & Prabowo, B. (2020). Penerapan sistem irigasi berbasis Internet of Things untuk efisiensi penggunaan air pertanian. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 85–92.
- Susanto, R., Hidayat, T., & Nugroho, A. (2021). Peran perguruan tinggi dalam transfer teknologi pertanian berbasis masyarakat. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(1), 1–10.
- Widodo, S., Santoso, B., & Kurniawan, D. (2019). Analisis kinerja bajak mini pada lahan pertanian skala kecil. *Jurnal Teknik Pertanian*, 7(2), 67–74.