



PENDEKATAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DENGAN SISTEM RASPBERRY PI SEBAGAI MIKROKONTROLLER DALAM APLIKASI PERTANIAN SISTEM MULTIPLE CROPPING DI LAHAN MARGINAL, KAWASAN BENDUNGAN JATIGEDE

Wimal Zulfiady^{1*}, Ratna Wingit¹,
Sarmedi¹, Yusuf Nugraha¹

¹⁾ PT BioFarma (Persero)

Article history

Received : Desember 2024

Revised : Desember 2024

Accepted : Januari 2025

*Corresponding author

wimal.zulfiady@biofarma.co.id

Abstrak

Kawasan Bendungan Jatigede, Sumedang, merupakan suatu kawasan pembangunan nasional yang direncanakan oleh Pemerintah Republik Indonesia, untuk memenuhi kebutuhan primer energi di kawasan Jawa – Bali. Sebuah upaya strategis dan kolaboratif yang diinisiasikan oleh PT BioFarma (Persero) melalui departemen TJSL yaitu memberdayakan masyarakat terdampak dengan istilah orang terkena dampak (OTD) di wilayah relokasi ataupun wilayah marginal. Hal ini tentunya memiliki nilai strategis ditingkat lokal (kabupaten sumedang) maupun nasional bahkan mancanegara. Secara demografis, tidak sedikit penduduknya yang menjadi OTD dari pembangunan waduk Jatigede, sementara dilihat dari aspek politik wilayah ini dijadikan sebagai sebuah Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) pariwisata Kabupaten Sumedang. Oleh karena hal itu, potensi yang dikembangkan untuk membangun Masyarakat OTD, perlunya peninjauan secara komperhensif dari aspek ekonomi, ekologi, sosial dan kebudayaan. Melalui kajian komperhensif pemetaan sosial yang dilakukan PT BioFarma (Persero) bersama dengan Universitas Padjadjaran tahun 2022, didapati rekomendasi pemberdayaan di bidang pertanian yaitu di Desa Mekarasih. Desa ini memerlukan suatu upaya pertanian yang merubah pola tani tradisional menjadi tani yang berintegrasi dengan teknologi, agar meningkatkan nilai produktivitas dari pertanian di lahan marginal. PT BioFarma (Persero) melalui program CSR berhasil mendorong penggunaan kecerdasan buatan (AI) dengan sistem Raspberry Phi dalam mengelola kebutuhan air di wilayah marginal. Air menjadi faktor pembatas di lahan tersebut, sehingga menjadi sebuah dilematis ketika air digunakan untuk kebutuhan pertanian. Sumber air yang digunakan juga berasal dari limbah domestik air wudhu dari masjid, yang sudah diolah sedemikian rupa melalui mekanisme filterisasi. Komoditas pertanian yang ditanam yaitu pisang dan rumput BBU yang menjadi komoditas unggul CSR PT BioFarma (Persero). Hasil dari penggunaan AI yaitu meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari kebutuhan air untuk kegiatan pertanian.

Kata kunci : AI, Bendungan Jatigede, CSR, KEK, OTD, Komoditas Pertanian, Limbah Air

Abstract

Bendungan Jatigede in Sumedang is a national development area planned by the government of the Republic of Indonesia to meet the primary energy needs in the Java-Bali region. This is a strategic and collaborative effort initiated by PT BioFarma (Persero) through the TJSL department to empower the affected communities, known as affected people (OTD), in relocation or marginal areas. This initiative has strategic value at the local level (Sumedang Regency), as well as nationally and even internationally. Demographically, many residents have become OTDs due to the construction of the Jatigede reservoir, while politically, this area has been designated as a Special Economic Zone (SEZ) for tourism in Sumedang Regency. Therefore, to develop the potential for building OTD communities, it is necessary to conduct a comprehensive review from economic, ecological, social, and cultural aspects. Through a comprehensive social mapping study conducted by PT BioFarma (Persero) in collaboration with Padjadjaran University in 2022, recommendations for empowerment in the agricultural sector were made, particularly in Mekarasih Village. This village requires agricultural efforts that transform traditional farming patterns into those integrated with technology to increase agricultural productivity on marginal lands. PT BioFarma (Persero), through its CSR program, successfully promoted the use of artificial intelligence (AI) with a Raspberry Pi system to manage water needs in marginal areas. Water becomes a limiting factor in these lands, making it a dilemma when water is used for agricultural needs. The water source used comes from treated domestic wastewater from mosque ablution water, processed through a filtration mechanism. The agricultural commodities grown are bananas and BBU grass, which are superior CSR commodities of PT BioFarma (Persero). The use of AI has resulted in increased effectiveness and efficiency of water needs for agricultural activities.

Keywords : AI, Bendungan Jatigede, CSR, Commodities Agriculture, KEK, OTD, Wastewater

PENDAHULUAN

Permasalahan yang terjadi di wilayah Jatigede, Sumedang, Jawa Barat adalah wilayah lahan kurang produktif, marginal, yang dinilai sulit untuk kegiatan bercocok tanam. Kelangkaan sumber air di wilayah tersebut menjadi problematika yang ironi bila dihubungkan dengan pembangunan waduk Jatigede. Masyarakat yang terdampak pembangunan waduk Jatigede, oleh pemerintah setempat, direlokasi ke wilayah bukaan lahan baru. Kondisi tanah di wilayah relokasi dapat dikatakan kurang subur, baik dilihat dari kualitas unsur hara maupun faktor pembatasan kesuburan lainnya seperti kurangnya sumber air untuk kegiatan pertanian (Suhartanto dkk., 2014; Arianti, 2016).

Meskipun saat ini Pemerintah giat dalam melakukan pembangunan berskala nasional di wilayah Jatigede, seperti pengadaan air bersih PAMSIMAS, untuk menanggulangi kelangkaan air bersih di wilayah tersebut, namun masyarakat yang terdampak (OTD) tidak mampu membeli air untuk kebutuhan penyiraman dan pertanian, akibat rendahnya daya beli masyarakat di wilayah Sumedang. Beberapa permasalahan ekonomi dan lingkungan menjadi tantangan program sosial lingkungan Perusahaan PT BioFarma (Persero) dalam pengembangan pertanian sistem multiple cropping sehingga perlu adanya langkah dan upaya solutif untuk permasalahan yang terjadi di wilayah tersebut (Doorenbos, 1977).

Komunikasi antara perusahaan dengan masyarakat menggunakan model komunikasi business to community menjadi tantangan tersendiri dalam mengimplementasikan program CSR sebagai pendampingan program sosial lingkungan. Rendahnya kualitas SDM masyarakat tani di wilayah Sumedang menjadi kendala untuk keberlanjutan program, sehingga diperlukan upaya mengubah mindset masyarakat tani menjadi berdikari dan secara sukarela mengikuti arahan program yang diharapkan oleh Perusahaan (Vermesan & Friess, 2013).

Faktor lainnya yang dianggap sebagai isu – isu permasalahan yang terjadi di wilayah Jatigede, adalah keterbatasan air bersih yang ada di lingkungan. Menjadi dilematis ketika masyarakat membutuhkan air untuk kebutuhan pokok sementara kegiatan pertanian hanya mengandalkan kondisi curah hujan. Akibatnya, kondisi pertanian terbengkalai karena rendahnya intensitas penyiraman. Sementara itu, kebutuhan perusahaan untuk menjalankan program pertanian yaitu melalui penanaman komoditas tani dengan sistem multiple cropping atau tanam tumpang sari. Komoditas pilihan yang ditentukan sesuai kebutuhan CSV (Create Share Value) yaitu pisang dan rumput BBU. Pisang memiliki kelemahan dalam sistem perakaran rendah sehingga membutuhkan kondisi kelembaban dan intensitas air yang cukup. Bilamana tidak tersuplai dengan baik, kondisi tanaman akan kekeringan dan mudah terserang hama penyakit seperti jamur dan serangga, serta menguning daun (Rahmat dkk., 2021).

Oleh karena itu, pendekatan penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dengan menggunakan mikrokontroller dengan sistem Raspberry Pi yang terhubung dengan device dan energi panel surya untuk kebutuhan penyiraman semi otomatis. Kegiatan pertanian

dengan menggunakan teknologi menjadi langkah solutif yang ditawarkan oleh Perusahaan dalam program pemberdayaan sosial masyarakat. Sensor yang digunakan dalam mikrokontroller Pi adalah sensor rH yang mampu mengatur batas atas dan batas bawah untuk menentukan persentase kelembaban tanah. Sensor ini akan terhubung ke sistem penyiraman sprinkler sehingga diharapkan sistem penyiraman dapat berjalan efektif dan efisien. Penggunaan teknologi untuk kegiatan pertanian di wilayah Jatigede, Sumedang, menjadi inovasi untuk kegiatan pemberdayaan, namun demikian, kelompok masyarakat tani membutuhkan edukasi, penjelasan dan pemaparan yang intensif dari CDO mengenai penggunaan teknologi smart farming sehingga arahan program dari perusahaan dapat diikuti oleh kelompok tani di wilayah tersebut (Kadir, 2016).

METODE PELAKSANAAN

Pendekatan penelitian dilakukan pada bulan januari 2023 sampai dengan bulan Maret 2023. Pendekatan AI yang digunakan menggunakan teknologi arduino mikrokontroller sebagai pengatur efektivitas dan efisiensi penggunaan air melalui sensor rH yang terhubung didalam sistem penyiraman (sprinkler), sumber air yang digunakan untuk penyiraman tidak hanya berasal dari air tanah, melainkan dari air limbah domestik, yang difilterisasi sehingga kualitas airnya dapat digunakan untuk kegiatan pertanian. Sumber air limbah yang sudah di treatment tersebut menggunakan air limbah masjid bekas kegiatan wudhu, di area sekolah yang berdekatan dengan lokasi penanaman. Air limbah tersebut diberikan jalur khusus dan di treatment dengan media filterisasi dalam bak penampung. Setelah itu air limbah tersebut dipipanisasi menuju area pembibitan dan penanaman. Kemudian digunakan untuk kegiatan pertanian (Sirait & Santoso, 2019). Tujuan dari metodologi penelitian dengan Pendekatan Teknologi Ramah Lingkungan dengan Sistem Raspberry Pi Sebagai Mikrokontroller Dalam Aplikasi Pertanian Sistem Multiple Cropping di Lahan Marginal, Kawasan Bendungan Jatigede adalah memberikan langkah solutif bagi permasalahan yang terjadi di lingkungan, khususnya dalam mengatasi permasalahan ketersediaan air untuk kegiatan pertanian. Penggunaan IoT dan mikrokontroller untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi penggunaan air, menghemat biaya operasional pertanian dan menjamin ketersediaan air dengan pemanfaatan air olahan limbah domestik (Pressman, 2010).

HASIL PEMBAHASAN

Perubahan model atau pola pertanian yang dilakukan dalam kegiatan smart farming yaitu mengubah metode pertanian konvensional menjadi pertanian terintegrasi AI menggunakan pendekatan teknologi berbasis mikrokontroller Raspberry Pi, dimana metode alat mikrochip yang berfungsi sebagai receiver IoT maupun sebagai penyimpan data (data storage), terhubung dalam sensor otomatisasi yang terkalibrasi dan

tervalidasi, sehingga faktor – faktor seperti kelembaban tanah, suhu tanah dan kondisi intensitas cahaya dapat diketahui secara pasti, dan terhubung kedalam sistem penyiraman semi otomatis menggunakan sprinkler. Penggunaan alat ini juga terhubung dengan energy ramah lingkungan dan terbarukan yang bersumber dari solar panel surya, sehingga sumber listrik untuk menghidupi alat dan penerangan di kawasan pembibitan dan pertanian. Tujuan utama dari pendekatan teknologi untuk kebutuhan pertanian yaitu untuk penggunaan air yang lebih efektif dan efisien sehingga dapat menurunkan beban biaya operasional. Selain itu, sumber air yang digunakan juga dikolaborasikan dengan pemanfaatan air olahan limbah domestik, untuk mengurangi beban biaya operasional untuk kegiatan penyiraman.

Komoditas yang ditanami di lahan marginal tersebut, sesuai dengan kajian pemetaan sosial yaitu penanaman dengan sistem multiple cropping atau tumpang sari. Komoditas utama yang ditawarkan oleh Perusahaan adalah komoditas pisang dan tanaman bawahnya yaitu rumput BBU. Pisang memiliki kelemahan perakaran rendah, sehingga tanaman ini sangat sensitif terhadap kondisi kelembaban tanah. Bilamana terjadi keterlambatan dalam penyiraman, maka pisang akan terkena hama dan penyakit seperti daun menguning, terserang serangga dan layu di usia dini. Pisang dipilih sebagai program pemberdayaan oleh perusahaan karena Pisang akan dijadikan pakan untuk hewan – hewan yang dibutuhkan dalam proses pembuatan vaksin dan serum (Ardiansah & Putri, 2016).

Tabel 1. Analisa situasi sebelum dan sesudah

	Kondisi Sebelum	Kondisi Setelah	Analisa Risiko
<i>Input</i>	1. Pertanian dengan sistem konvensional, lahan tadah hujan, kegiatan pertanian mengandalkan cuaca.	1. Pertanian memperkenalkan sistem penggunaan AI (Artificial Intellegent) melalui penggunaan mikrochip Rashpeberry Phi dalam melakukan efektifitas dan efisiensi penggunaan air. Selain itu, sumber air menggunakan air olahan limbah domestik.	1. Adanya <i>Cost</i> Investasi Sosial seperti penyediaan alat, internet, teknologi panel surya, sensor, dan penyimpan data, dalam hal ini kewajiban Perusahaan dalam kegiatan CSR atau TJSL. Beban biaya investasi ditanggung oleh Perusahaan. 2. Perubahan pola sistem pertanian konvensional menjadi <i>smart farming</i> , membutuhkan pendampingan oleh CDO.

	Kondisi Sebelum	Kondisi Setelah	Analisa Risiko
	<p>2. Penyiraman dilakukan secara manual dan tidak terukur sehingga pemerataan air untuk tanaman kurang baik.</p> <p>3. Sistem tanam acak, tidak berdasarkan standarisasi pola pertanian yang ideal dan sesuai dengan kondisi lahan.</p>	<p>2. Penyiraman dilakukan secara semi-otomatisasi melalui mekanisme IoT menggunakan sprinkler dan energy surya sehingga penyiraman merata.</p> <p>3. Sistem <i>multiple cropping</i> atau tumpang sari, ditanam sesuai dengan standar operasional pertanian <i>Good Agricultural Practices</i> dengan komoditas utama Pisang dan tanaman bawahnya Rumput BBU.</p>	<p>3. Pola penanaman yang baru, dari sistem tanam acak, monokultur menjadi sistem polikultur dengan memanfaatkan Komoditas Pisang dan Rumput BBU.</p>
<i>Process</i> ⁸⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan air untuk kegiatan pertanian tidak dapat digunakan dengan baik, ketersediaannya terbatas, mengandalkan alam, sehingga tidak bisa dilakukan penyiraman yang baik ketika dalam musim kering. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumber air olahan limbah domestic, dipipanisasi ke lahan pembibitan dan produksi sehingga dapat digunakan sebagai sumber utama penyiraman, <i>smart farming</i> menggunakan pendekatan teknologi mikrokontroller yang terhubung dengan IoT dan energy surya sehingga sprinkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Inovasi teknologi merupakan hal baru di Kelompok Tani masyarakat Jatigede dan memerlukan adanya pendamping dari CDO kepada masyarakat mengenai penggunaan alat, fungsi dan <i>maintenance</i> dalam kegiatan operasional <i>smart farming</i>.

	Kondisi Sebelum	Kondisi Setelah	Analisa Risiko
		melakukan penyiraman secara semi-otomatisasi.	
<i>Output</i> ⁹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Model pertanian konvensional dengan sistem acak tanam, di lahan marginal, tidak dapat memperoleh produktivitas pertanian yang tinggi. Hal ini disebabkan keterbatasan air, lahan tadah hujan sangat bergantung pada musim, sementara sistem perakaran pisang rendah dan sensitif bila kondisi tanah kering. Hal ini menyebabkan pisang menguning, busuk tunas dan penyakit. Hasil panen 1 pohon pisang di kisar 5-10 Kg/Tandan. • Tidak ada hasil tani lainnya selain pisang. Karena tanam acak, maka tidak ada SOP 	<ul style="list-style-type: none"> • Model pertanian <i>smart farming</i> menggunakan kecanggihan AI yang terhubung dengan IoT dan Energi Surya, dalam mengeluarkan air untuk kebutuhan penyiraman, diatur dengan sensor rH yang dapat ditentukan batas atas dan batas bawah kelembaban tanah, sehingga penyiraman dapat mengikuti kepekaan sensor. Selain itu, penyiraman dapat diatur dalam waktu sehingga secara rutin penyiraman dapat dilakukan dengan optimal. Penyiraman dilakukan dengan sumber air limbah olahan yang dapat mengefisienkan penggunaan air hingga 80%. Hasil panen 1 pohon pisang di kisar 15-20 Kg/Tandan. Selain itu, tanaman rumput bawah 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanpa adanya pendampingan, program <i>smart farming</i> tidak dapat berjalan dengan baik, perlu adanya <i>transfer knowledge</i> dari CDO kepada masyarakat tani. Selain itu, teknologi yang diterapkan untuk kelompok tani di Sumedang merupakan hal baru yang belum pernah ada di wilayah relokasi, terdampak pembangunan OTD (Orang Terkena Dampak).

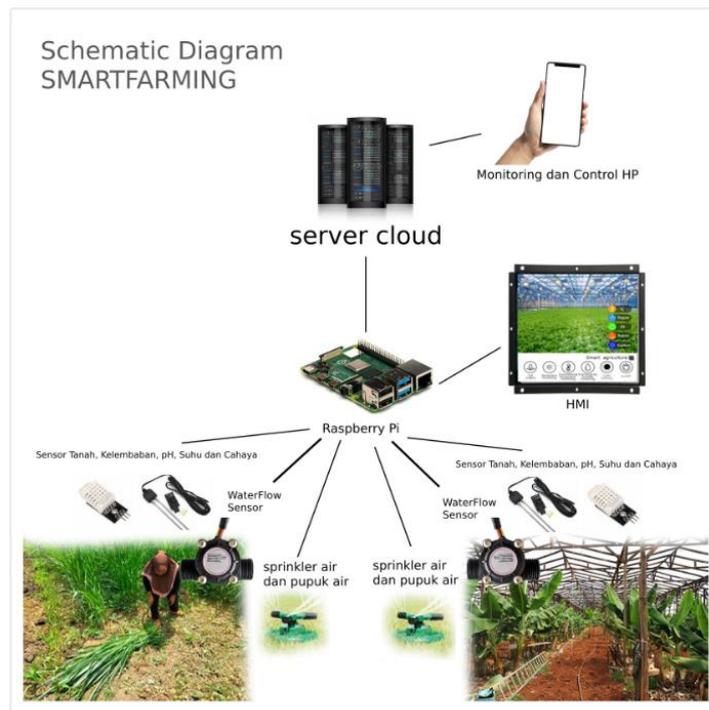
	Kondisi Sebelum	Kondisi Setelah	Analisa Risiko
	yang dilakukan dalam kegiatan pertanian.	BBU dapat tumbuh optimal dan subur, siklus panen setiap 3 bulan sekali. <ul style="list-style-type: none"> • Sistem <i>multiple cropping</i> membuat keuntungan dalam panen, dengan menggunakan SOP sesuai dengan <i>Good Agricultural Practices</i>, kegiatan tanam menjadi lebih produktif. Selain dari pisang, didapatkan juga hasil dari menanam rumput BBU. 	
<i>Outcome</i> 10)	Teknis: <ul style="list-style-type: none"> • Pengolahan pertanian pisang di wilayah Jatigede dilakukan secara acak tanam, tanpa adanya proses pengolahan tanah dan penggunaan air yang bergantung pada kondisi alam. Tidak adanya inisiatif dari kelompok tani untuk dapat mengembangkan model bisnis pertaniannya. 	Teknis: 11) <ul style="list-style-type: none"> • Pertanian yang didampingi oleh Perusahaan di Jatigede dilakukan secara standarisasi pertanian Plant by Design dengan mengacu pada penggunaan: 1. Mikrokontroler <i>Rasphberry Phi</i> sebagai IoT dan data storage, pengaturan penyiraman semi-otomatisasi dengan sprinkler, sekaligus menghemat penggunaan air. 2. Penanaman pisang dilakukan sesuai dengan kebutuhan perusahaan kedepannya, yaitu jenis pisang kepok 	Kegagalan dalam penerapan teknologi dari kegiatan <i>smart farming</i> dapat menghambat keberlanjutan program pertanian sistem <i>multiple cropping</i> di Jatigede. Kajian pemetaan sosial menjadi dasar penentuan model tanam pisang di wilayah tersebut.

	Kondisi Sebelum	Kondisi Setelah	Analisa Risiko
		yang menjadi kebutuhan operasional perusahaan. Ini merupakan nilai CSV (Create Shared Value) dari program pertanian yang dikembangkan di Jatigede.	
	<p>Ekonomi/Bisnis:¹²⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pertanian konvensional dengan mengandalkan air hujan (curah hujan) sebagai sumber air dalam penyiraman pisang dan rumput BBU. Hal ini berdampak kepada hasil panen yang jauh dari optimal. Dampak lainnya nilai ekonomi dari kegiatan pertanian rendah akibat gagal panen dan kurangnya suplai air (penyakit kuning daun, serangan hama dan penyakit). 	<p>Ekonomi/Bisnis:¹²⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salah satu upaya penerapan <i>smart farming</i> yaitu menekan <i>cost</i> operasional dan meningkatkan efektivitas serta efisiensi sumberdaya, dalam hal ini <i>point of view</i> dari inovasi menggunakan mikrokontroller yang dapat mengatur sedemikian rupa penggunaan air yang lebih baik untuk penyiraman. Hal ini berdampak pada hasil panen yang lebih optimal. • Nilai rupiah yang dapat dihasilkan dengan adanya inovasi ini senilai dengan Rp. 380.000,00 sd Rp 400.000,00/bulan 	<p>Ketidaksiapan masyarakat petani mengelola pertanian dengan bantuan instrument, menyebabkan kegagalan dalam penerapan <i>smart farming</i>. Kerugian yang didapatkan dapat berkali lipat.</p>

	Kondisi Sebelum	Kondisi Setelah	Analisa Risiko
	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak adanya pertanian yang sesuai standar prosedur <i>Food Agricultural Practices</i>. Pertanian dilakukan tanpa adanya upaya perbaikan proses tanah (Tanpa Olah Tanah), kualitas benih maupun peningkatan produktivitas pertanian lainnya sehingga berdampak pada nilai ekonomi kegiatan pertanian. 	<p>, (dalam rupiah) atau setara 100% penghematan air. Hal ini dikarenakan sumber air yang digunakan untuk penyiraman didapatkan dari pengolahan limbah domestik. Selain itu, pengembangan alat ini dalam jangka panjang dapat diaplikasikan sebagai formulasi otomatisasi pupuk organik cair (POC) yang diatur dalam mikrokontroller AI. Pertanian dengan mengintroduksi alat dan menerapkan prinsip procedural pengolahan tanah diharapkan mampu meningkatkan hasil panen.</p>	
	<p>Konsumen/Sosial : 13)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dampak sosial yang ditimbulkan tanpa adanya pendampingan 	<p>Konsumen/Sosial: 13)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dampak sosial yang ditimbulkan dengan adanya penerapan teknologi <i>smart</i> 	<p>Penerimaan masyarakat terhadap program yang baru tidaklah mudah, diperlukan upaya pendampingan dan penyesuaian dengan dinamika sosial masyarakat di lapangan.</p>

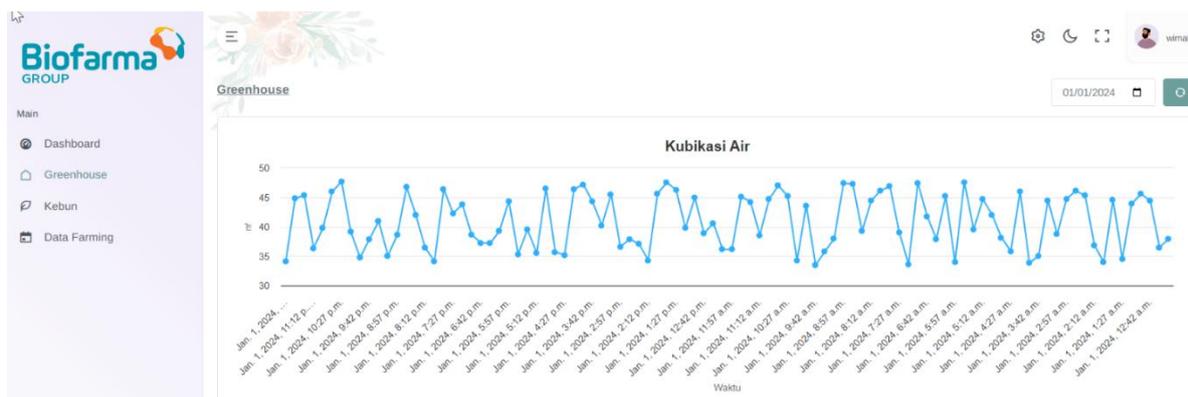
	Kondisi Sebelum	Kondisi Setelah	Analisa Risiko
	<p>dan penerapan teknologi yaitu hasil pertanian yang tidak produktif di lahan marginal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masyarakat OTD tidak melanjutkan pertanian dikarenakan hasil yang tidak maksimal. Tidak ada dampak secara langsung kepada perusahaan namun program CSR hanya sebatas karikatif atau hibah dan tidak ada keterukuran pencapaian hasil yang jelas. 	<p><i>farming</i> untuk pertanian yaitu keberhasilan perusahaan dalam mensimplifikasi teknologi dan diterima oleh masyarakat dalam kegiatan kesehariannya seperti bertani.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komoditas yang ditanam dirancang dan disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan sehingga berdampak pada cost dan suplai perusahaan kedepannya. 	

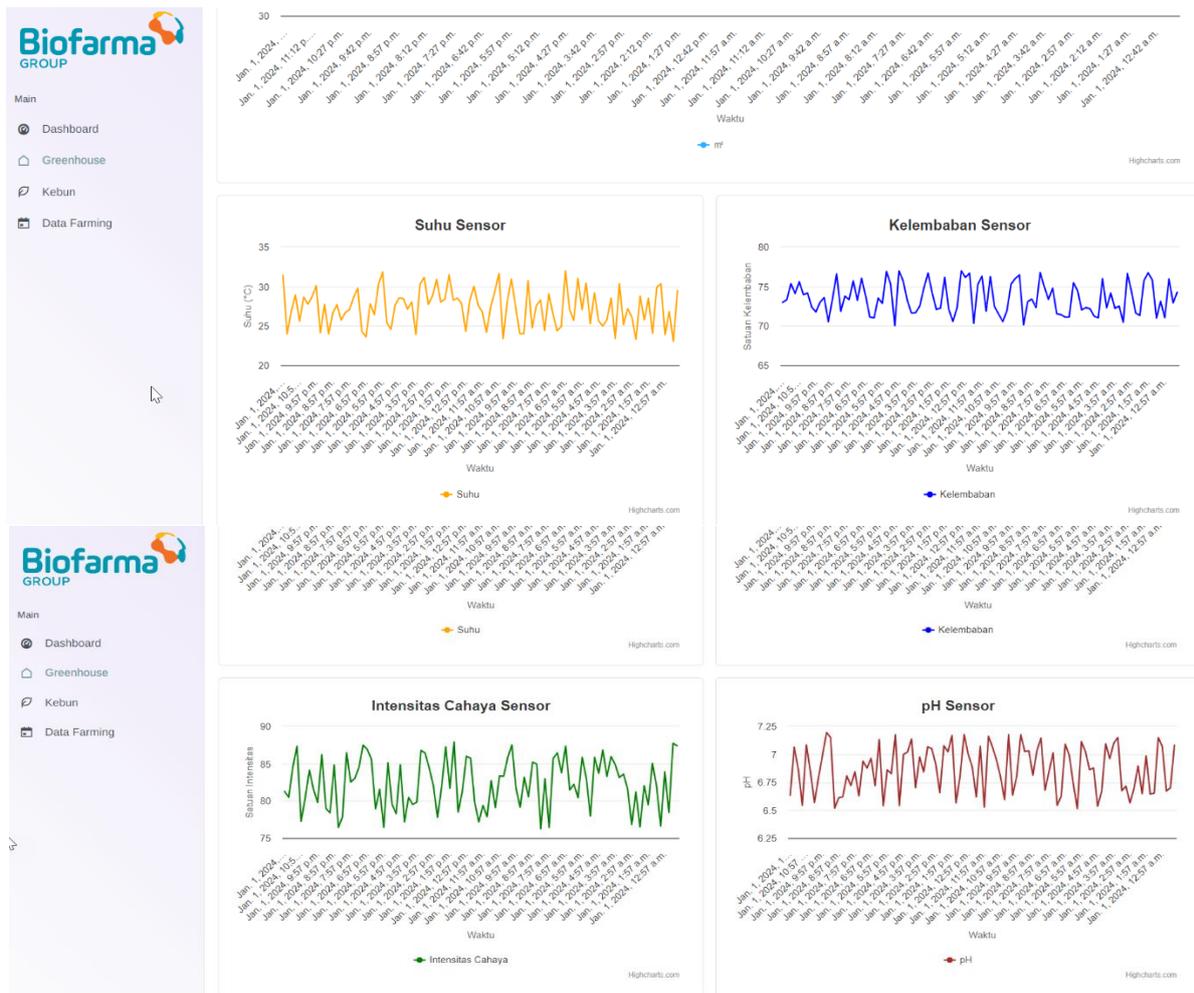
Pembuktian data dilakukan dengan metode penyimpanan dalam internal storage, dan dapat dilakukan generate data. Jika kelembaban kurang dari setting % batas bawah yang ditentukan maka kondisi tanah dalam keadaan kering dan jika lebih dari setting % batas atas yang ditentukan maka kondisi tanah dalam keadaan basah. Apabila kelembaban tanah kurang dari setting point % batas bawah, maka pompa air akan menyala. Apabila kelembaban tanah lebih dari setting point % batas atas, maka pompa air tidak akan menyala. Sensor waterflow akan membaca berapa kubikasi yang dikeluarkan dalam penyiraman sprinkler. Data akan muncul sesuai pengaturan waktu, setiap 15 menit. Selain itu, data tersimpan dalam perangkat keras (internal storage) dan pembacaan kubikasi penyiraman beserta variabel pendukung lainnya akan ditampilkan pada website.



Gambar 1. Proses kerja Smartfarming

Berikut dilampirkan data *time series* penggunaan air yang di generate dari mikrokontroler sehingga didapatkan perbandingan penggunaan air untuk kegiatan penyiraman.





Gambar 2. Grafik fluktuasi penggunaan *smartfarming*

Pada pembacaan data yang di *generate* diatas, ditampilkan beberapa indikator pembacaan sensor yang terhubung dengan mikrokontroller. Hasil diatas menunjukkan adanya pembacaan penggunaan air yang dapat terbaca melalui mekanisme *smart farming* yang terhubung dengan IoT. Total kubikasi air yang dihasilkan dari pembacaan akan divalusi kedalam nilai rupiah yang dikonversi dari m³ (meter kubik) PDAM atau PAMSIMAS. Pada bulan Januari 2024, dikarenakan masuk kedalam musim penghujan, maka setting pembacaan sensor kelembaban tanah disesuaikan. Apabila valuasi nilai rupiah membandingkan antara PDAM dengan PAMSIMAS, kebutuhan total kubikasi untuk penyiraman adalah sebagai berikut:

- Total kubikasi kebutuhan air selama sehari pada tanggal 01 bulan Januari tahun 2024 adalah 3,88 m³ dan apabila diasumsikan kebutuhan rerata sama, maka selama 30 hari kedepan total kebutuhan air untuk penanaman pisang dengan sprinkler adalah 116.4 m³.
- Valuasi nilai rupiah bila dibandingkan dengan harga PDAM kelompok I Kran Umum adalah Rp.3.400,00/m³.

- Valuasi nilai rupiah bila dibandingkan dengan harga PAMSIMAS kategori Kelompok Kerja Masyarakat adalah Rp.3.300,00/m³.
- Sehingga jumlah yang harus dibayar oleh Gapoktan untuk kegiatan penyiraman, apabila menggunakan sumber air PDAM adalah Rp.405.421/bulan.
- Jumlah yang harus dibayar oleh Gapoktan untuk kegiatan penyiraman, apabila menggunakan sumber air PAMSIMAS adalah Rp.387.091/bulan.



Gambar 3. Pemandangan lokasi *smartfarming*



Gambar 4. Sumber Air Limbah Domestik Olahan (Limbah Air Wudhu)

Oleh karena itu, dengan adanya Inovasi Pendekatan Teknologi Ramah Lingkungan dengan Sistem *Raspberry Pi* sebagai Mikrokontroler dalam Aplikasi Pertanian Sistem *Multiple Cropping* di Lahan Marginal, Kawasan Bendunga Jatigede, dapat menghemat biaya operasional penggunaan air dengan valuasi nilai rupiah sekitar Rp.4.645.092 sampai dengan Rp.4.865.052 selama satu tahun. Sumber air yang digunakan saat ini untuk kegiatan penyiraman menggunakan air limbah domestik yang sudah diolah sehingga dapat digunakan untuk kegiatan *smart farming*. Air ini tidak berbayar dan dapat digunakan secara aman dan efektif untuk keberlanjutan program *smart farming*.

KESIMPULAN

Pendekatan teknologi ramah lingkungan dengan sistem raspberry pi sebagai mikrokontroler dalam aplikasi pertanian sistem multiple cropping di lahan marginal memiliki nilai efisiensi yang tinggi. Hal ini menghemat biaya operasional penggunaan air dengan valuasi nilai rupiah sekitar Rp.4.645.092 sampai dengan Rp.4.865.052 selama satu tahun. Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dengan menggunakan mikrokontroler dengan sistem Raspberry Pi yang terhubung dengan device dan energi panel surya untuk kebutuhan penyiraman semi otomatis dapat menjadi rekomendasi untuk wilayah lahan yang marginal.

PUSTAKA

- Ardiansah, I., & Putri, S. H. (2016). Perbandingan Analisis SWOT antara Platform Arduino UNO dan Rraspberry Pi. Prosiding Seminar Nasional MIPA, 27-28.
- Arianti, V. (2016). Pola Pembahasan oleh Tetesan pada Beberapa Tekstur Tanah. 1-10.
- Doorenbos J, P. W. (1977). Crop Water Requirements. FAO Irrigation And Drainage Paper No. 24. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Kadir, A. (2016). Scratch for Arduino (SA4) Panduan untuk Mempelajari Elektronika dan Pemrograman. Yogyakarta: ANDI.
- Pressman, R. S. (2010). Software Engineering A Practioner's Approach. MC Graw-Hill (Vol. 33). New York. Retrieved from McGraw-Hill Vol. 33: <https://doi.org/10.1109/6.476732>
- Rahmat, A., Herry, M., & Mansyur, M. (2021). Kepuasan peserta program corporate social responsibility PT. Biofarma dalam membangun ketahanan pakan ternak. *PRofesi Humas Jurnal Ilmiah Ilmu Hubungan Masyarakat*, 6(1), 133. DOI: <https://doi.org/10.24198/prh.v6i1.30596>.
- Sirait, S., & Santoso, D. (2019). Penerapan Irigasi Sprinkler Otomatis Bertenaga Surya di Kelompok Tani Kecamatan Tarakan Utara Kota Tarakan. Tarakan: LPPM Universitas Borneo Tarakan.
- Suhartanto, R., Sobir, & Harti, H. (2014). Buku Ajar Teknologi Sehat Budidaya Pisang : Dari Benih Sampai Pasca Panen. Bogor: Pusat Kajian Hortikultura Tropika, LPPMIPB.
- Vermesan, D. O., & Friess, D. P. (2013). Internet of Things; Converging Technologies for Smart Enviroments and Integrated Ecosystems. Aalborg: RIver Publishers.