

PENERAPAN TEKNOLOGI AGROINDUSTRI MODERN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER DAN SUMBER ENERGI TERBARUKAN UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI PADA LAHAN TIDUR DI BANTARAN SUNGAI CILEMAHABANG

Riyanto Adji^{1*}, Tjong Wan Sen²

Universitas Presiden

Jababeka Education Park, Jl. Ki Hajar Dewantara, RT.2/RW.4, Mekarmukti, Cikarang Utara, Bekasi Regency, West
Java 17530

riyanto.adji@president.ac.id^{1*}, wansen@president.ac.id²

*author correspondent

Informasi artikel:

Tanggal Masuk: 7 Juli 2022 Tanggal Revisi: 10 Agustus 2022 Tanggal diterima: 10 September 2022

Abstract

The problem that will be solved in this research is to increase the production of horticultural cultivation in the idle land of Cilemahabang riverside, Mekarmukti village, North Cikarang, Bekasi Regency. This cultivation activity is currently being carried out independently by local farmer groups, but fully supported by the Village Headman and the Bekasi District Government. The proposed solution is a combination of automation technology and irrigation systems, complemented by the application of modern agro-industry. In the hope of increasing the amount of production, minimizing land processing costs, reducing pollution, and being environmentally friendly. This is in line with the SDG's research roadmap, especially in the aspect of applying smart technology and sustainability (renewable energy). The method for developing automation prototypes and solar energy sources for water pumps uses an engineering methodology. With adaptation according to conditions of the field and species of the plant. The output of this research is a prototype design which is ready to be implemented.

Keywords: Modern Agro-industry, Microcontroller, Solar Panel, Increased Production, Idle Land

Abstrak

Masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah masalah meningkatkan hasil produksi budidaya hortikultura di lahan tidur bantaran sungai Cilemahabang Desa Mekarmukti Cikarang Utara Kabupaten Bekasi. Kegiatan budidaya ini sedang dilakukan secara mandiri oleh kelompok petani setempat dan mendapat dukungan langsung dari Kepala Desa dan Pemda Kabupaten Bekasi. Solusi yang diberikan bersifat multidisiplin yaitu penggabungan teknologi otomatisasi dari disiplin ilmu Teknik Informatika dan sistem irigasi dari ilmu ketekniksipilan. Juga didukung oleh penerapan metoda agroindustri yang modern. Solusi tidak hanya meningkatkan jumlah hasil produksi akan tetapi juga menekan biaya, mengurangi polusi, dan ramah lingkungan. Hal ini sejalan dengan peta jalan penelitian SDG's terutama pada aspek penerapan teknologi cerdas dan sustainability (renewable energy). Metoda pengembangan purwarupa otomatisasi dan sumber energi dari matahari untuk pompa air menggunakan metodologi rekayasa keteknikan yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan dan jenis tanaman. Luaran penelitian ini berupa rancangan purwarupa otomatisasi dan rancangan purwarupa jaringan irigasi yang siap untuk diimplementasikan.

Kata Kunci: Agroindustri Modern, Mikrokontroler, Panel Surya, Peningkatan Produksi, Lahan Tidur

PENDAHULUAN

Kawasan Industri Jababeka adalah salah satu kawasan yang berada di kota Jababeka Bekasi, kawasan ini terdiri dari kawasan industri, hunian, dan komersial, di Indonesia, Jababeka terkenal dengan kawasan industri paling sukses, karena banyak perusahaan multinasional yaitu sekitar 30 negara, ada juga perusahaan nasional terkemuka dan serta UMKM, dengan luas area seluas 1.700 ha, maka kawasan ini memberikan banyak peluang bagi pelaku bisnis baik nasional maupun internasional [1]. Hal menarik dari Kawasan Industri Jababeka untuk diteliti yaitu adanya beberapa lahan tidur yang tidak dimanfaatkan oleh pihak PT. Jababeka, kemudian dikelola oleh masyarakat sekitar menjadi lahan untuk budidaya hortikultura, seperti jenis frutikultur (semangka, labu), jenis olerikultura (tanaman kacang-kacangan, cabai, kangkung, bayam), jenis biofarmaka (kencur) dan budidaya jambu kristal [2]. Pemanfaatan lahan tidur dengan pola tanam diversifikasi komoditas dapat memperkaya sumber penghasilan petani, dan banyaknya lahan produktif yang tidak dikelola dengan baik, sehingga perlu ada perhatian khusus untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar lahan tidur yaitu dengan cara mendorong masyarakat untuk mengolah lahan tersebut [3]. Zaman semakin modern, dan dunia kerja di bidang industri semakin memberikan angin segar, karena sangat minim akan resiko akan kegagalan, berbeda dengan dunia kerja di bidang pertanian yang beresiko akan kegagalan panen, dan masih banyak hambatan lainnya seperti serangan hama, perubahan musim yang tidak menentu serta hasil panen yang tidak sesuai ekspektasi, sehingga generasi zaman sekarang lebih memilih bekerja sebagai pekerja pabrik atau perkantoran, hal ini berdampak pada makin berkurangnya tenaga produktif pada bidang pertanian.

Dalam dunia pertanian, tantangan di masa yang akan datang tidak hanya terbatas pada upaya peningkatan produksi tetapi pentingnya mempertimbangkan keberlanjutan lahan yang berkaitan dengan kelestarian lingkungan perlu menjadi perhatian khusus. Selain itu, upaya pemanfaatan lahan untuk mewujudkan pembangunan pertanian tidak hanya berpatok pada penggunaan lahan subur atau lahan yang mempunyai jaringan irigasi yang bagus, namun harus bisa diarahkan kepada pemanfaatan lahan marginal. Kegiatan pengelolaan lahan yang meliputi penyusunan rencana penggunaan tanah, konservasi tanah dan pemupukan akan di lapangan dimulai dengan pembukaan semak ataupun padang alang-alang atau rumput-rumput lainnya, dan kegiatan ini berlangsung selama tanah masih digunakan untuk kegiatan pertanian. Ketidaktahuan dan kekurangpedulian terhadap pentingnya masalah erosi, pelapukan dan pencucian hara mineral yang terjadi secara intensif pada iklim tropis basah menyebabkan semakin meluasnya tanah-tanah yang rusak, miskin akan hara dan tidak subur [4].

Upaya peningkatan produksi pertanian selalu terkendala oleh terjadinya konversi lahan subur yang berputar sangat cepat, seperti lahan sawah yang beralih penggunaannya menjadi lahan non pertanian seperti industri, pemukiman, jalan dan lainlain setiap tahun. Konversi lahan di beberapa lokasi telah terjadi, dan pemanfaatan lahannya masih belum optimal, sehingga menghasilkan lahan tidur, dan salah satu lahan tidur yang ada di kawasan industri Jababeka adalah daerah ekowisata yang ada di desa Mekarmukti Kecamatan Cikarang Utara kabupaten Bekasi. Pada lahan tidur yang ada di desa Mekarmukti dikembangkan budidaya kacang-kacangan dan budidaya jambu Kristal, dan berdasarkan hasil diskusi dengan pemerintah desa dan penggiat lahan tidur kawasan industri Jababeka diperoleh informasi yaitu keinginan para penggiat dan petani lahan tidur (khususnya jambu Kristal) dalam meningkatkan hasil produksi budidaya hortikultura di lahan tidur tersebut. Permasalahan awal yang dianggap sebagai kendala dalam peningkatan produksi adalah masalah pengairan pada lahan budidaya jambu Kristal, karena selama ini untuk mengairi lahan tersebut belum ada jaringan irigasi yang baik, hal ini disebabkan karena posisi lahan tidur berada di bagian atas sungai, sehingga para penggiat dan petani berinisiatif menggunakan pompa untuk memindahkan air sungai ke dalam

lahan. Awalnya tidak ada masalah, namun semakin lama biaya operasional terasa semakin berat, hal inilah yang menyebabkan lesunya semangat penggiat dan petani budidaya jambu Kristal di lahan tidur tersebut.

Jika dilihat dari nilai ekonomi, pemanfaatan lahan tidur ini sangat bagus untuk meningkatkan pendapatan para petani budidaya hortikultura [5], oleh karena itu perlu adanya sentuhan teknologi dalam mempermudah meningkatkan hasil pertanian. Teknologi yang perlu diterapkan ada tiga jenis dari tiga disiplin ilmu, yaitu penyediaan jaringan irigasi menggunakan teknologi energi matahari dan teknologi budidaya jambu Kristal. Penerapan tiga jenis disiplin ilmu ini dianggap oleh peneliti menjadi solusi alternatif bagi permasalahan yang dihadapi petani lahan tidur kawasan industri jababeka di desa Mekarmukti.

Solusi pertama yaitu penyediaan sarana jaringan irigasi untuk lahan tidur yang digunakan menjadi lahan budidaya hortikultura dan jambu kristal, jaringan irigasi yang dibuat adalah dengan membangun dan menyiapkan tampungan air, namun bangunan ini bersifat semi permanen karena lahan tersebut bukan lahan petani melainkan lahan kawasan industri jababeka. Setelah penampung air tersedia, langkah berikutnya yaitu menyiapkan jaringan untuk menyalurkan air ke setiap pohon jambu kristal, cara pemindahan air dari tampungan ke masing-masing pohon jambu kristal menggunakan pipa air atau selang plastik [6]. Solusi kedua adalah menyediakan alat pengganti pompa air karena harus berbahan bakar minyak, solusi alternatif yang coba didesain adalah dengan memanfaatkan energy listrik tenaga matahari menggunakan solar cell sebagai penggerak dari pompa air [7]. Kedua solusi ini kemudian dipadukan untuk menyelesaikan masalah ketersediaan air untuk meningkatkan produktivitas jambu kistal. Solusi terakhir yang perlu dilakukan untuk meningkatkan produktivitas jambu kristal pada lahan tidur di kawasan industri jababeka yaitu perlakuan terhadap lahan tempat menanam jambu kristal, perlakuan ini perlu untuk menjaga kestabilan unsur hara tanah, sehingga tanah akan selalu subur, perlakuan yang dilakukan bisa berupa pemberian pupuk dan penyiangan [8].

Tujuan dan Manfaat Penelitian, serta Rumusan Masalah

Berdasarkan tiga solusi alternatif yang ditawarkan, peneliti meyakini dapat memberikan kontribusi bagi permasalahan yang dihadapi oleh petani hortikultura dan jambu kristal di lahan tidur kawasan industri jababeka yang berada di desa Mekarmukti, oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah rancangan model dengan menggunakan metode teknologi dan agroindustri yang *smart farming* juga *green energy* untuk meningkatkan produktivitas hortikultura dan jambu kristal.

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan hasil produksi jambu Kristal di lahan tidur kawasan industri jababeka, dan meningkatkan pendapatan penggiat dan petani selaku pelaku langsung budidaya jambu Kristal.

Untuk menjawab tujuan dan manfaat yang diharapkan, maka penulis membuat rumusan masalah dalam penelitian ini, rumusannya adalah: Apakah pemanfaatan metode teknologi *smart farming* yang *green energy* dapat menjadi solusi alternatif bagi peningkatan produktivitas hortikultura dan jambu kristal?

Lahan Tidur

Lahan tidur adalah lahan produktif yang tidak dimanfaatkan, lahan tidur biasanya merupakan sisa hasil dari pengembangan suatu wilayah atau kawasan yang tidak digunakan karena luasnya yang kurang mencukupi untuk dijadikan sebuah tempat atau bangunan. Lahan tidur jika tidak dimanfaatkan akan menjadi masalah bagi lingkungan karena akan menjadi titik pembuangan sampah, atau tumbuhnya semak belukar liar yang akan memberi pemandangan kurang bagus dan juga mungkin menjadi tempat berkembang biaknya binatang melata seperti ular, oleh karena itu untuk menjaga ekosistem di lahan tidur, maka perlu dilakukan pemanfaatan lahan contohnya seperti menjadi tempat budidaya hortikultura, antara lain untuk budidaya sayur mayur, budidaya buah-buahan yang sifatnya kecil seperti jambu biji. Lahan tidur akan semakin produktif untuk lahan budidaya hortikultura jika terdapat potensi pendukung lainnya, seperti ketersediaan air, sumber daya manusia yang peduli dan siap untuk mengelola lahan tersebut [3].

Seperti lahan tidur milik kawasan industri Jababeka yang ada di desa Mekarmukti, di lahan tersebut sudah dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk budidaya kacang-kacangan dan budidaya jambu Kristal. Posisi lahan ini sangat bagus karena berada di bagian bahu sungai Cilemahabang sehingga untuk kebutuhan air irigasinya tidak terlalu susah. Manfaat yang dapat dirasakan dari pemanfaatan lahan tidur tersebut sudah dapat dirasakan oleh masyarakat penggiat dan petani lahan tidur tersebut, karena sayuran dan buah-buahan yang diproduksi sudah dapat dikonsumsi oleh mereka atau dijual ke orang lain. Pemanfaatan lahan tidur di desa Mekarmukti ini harus mendapat perhatian dari akademisi dan pemerintah desa, karena merupakan peluang untuk meningkatkan pendapatan warga sekitar sebagai penggiat dan pelaku langsung pemanfaatan lahan.

Jaringan Irigasi

Bagian yang sangat penting dalam dunia pertanian adalah jaringan irigasi yang sangat bagus, karena jaringan ini berfungsi sebagai alat pendistribusian air dari hulu (sumber air/sungai) menuju lahan pertanian. Menurut jenis strukturnya, jaringan irigasi dibagi menjadi empat yaitu jaringan primer, jaringan sekunder, jaringan tersier dan jaringan kuartier. Umumnya perencanaan jaringan irigasi mengikuti gaya gravitasi bumi, yaitu air mengalir dari daerah yang lebih tinggi (hulu) menuju daerah yang lebih rendah (hilir) dan dalam perencanaannya sangat perlu sekali banyak data mulai dari kontur tanah, saluran utama, bendungan, data curah hujan dan masih banyak data lain yang perlu dilengkapi [9].

Lahan tidur yang berada di kawasan industri jababeka tepatnya di desa Mekarmukti terletak di sebelah sungai Cilemahabang, namun posisi sungai berada lebih rendah daripada lahan tidur yang dimanfaatkan untuk budidaya hortikultura dan jambu kristal, sehingga untuk mengairi tanaman jambu kristal menggunakan alat bantu yaitu pompa air dan kemudian air langsung digelontorkan ke petak-petak pohon jambu yang sudah disediakan. Hal ini tentu sangat tidak efektif karena diwaktu-waktu tertentu petani budidaya hortikultura dan jambu kristal membutuhkan air untuk melembabkan tanah, maka perlu menghidupkan kembali mesin pompa air, dan tentu hal ini akan sangat berpengaruh pada biaya operasional dan waktu pengerjaan. Solusi alternatif yang bagus untuk lahan tersebut yaitu kita buatkan tempat penampungan air dengan posisi bak penampung pada elevasi lebih tinggi dari lahan tidur, kemudian air akan dialirkan menggunakan pipa paralon ke lahan hortikultura dan ke setiap titik tempat jambu kristal ditanam.

Pemanfaatan Energy Matahari Untuk Membantu Pengairan Irigasi Lahan

Setelah perencanaan jaringan irigasi terbentuk, langkah berikutnya yaitu mencoba mencari solusi bagi permasalahan bagaimana mengisi air pada bak penampung, metode yang sudah dipakai oleh penggiat dan petani setempat yaitu menggunakan pompa air berbahan bakar minyak, dan dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan metode yang sama yaitu menggunakan pompa air, namun berbahan bakar dari hasil energi matahari melalui solar cell [10], sehingga dapat digambarkan rencana jaringan irigasi yang dimaksud dengan memanfaatkan energy matahari adalah membuat kerangka/struktur penopang yang sifatnya semi permanen menggunakan rangka baja ringan, kemudian menyediakan bak penampung ukuran 500 liter, instalasi pompa air menggunakan energy matahari (*solar cell*), sensor *solar cell* akan di stel sesuai pergeseran posisi matahari sehingga energy yang diserap solar cell akan maksimal.

Menurut dinas tanaman pangan dan hortikultura Provinsi Jawa Barat bahwa dalam pengembangan budidaya jambu Kristal akan sangat bagus jika daerah budidayanya memiliki curah hujan rata-rata tahunan adalah sebesar 1000 – 2000 mm/tahun. Hal ini sangat kurang sesuai jika cek ulang data curah hujan di kabupaten Bekasi, karena berdasarkan data dari Perum Jasa Tirta II Bekasi diperoleh data curah hujan bulanan dari tahun 2013-2017 adalah sebagai berikut.

Table 1. Data Curah Hujan Bulanan kabupaten Bekasi

Bulan / Month	Curah Hujan / Rainfall (mm)				
	2013	2014	2015	2016	2017
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Januari	351,60	560,22	270,55	188,18	124,73
Pebruari	199,70	291,32	280,45	279,00	367,18
Maret	125,50	105,57	170,82	169,91	175,09
April	180,40	119,75	140,00	151,45	153,00
Mei	145,90	80,82	76,56	123,91	68,45
Juni	52,50	111,29	13,89	67,45	107,75
Juli	108,00	96,07	14,50	122,00	31,90
Agustus	22,50	16,32	10,00	150,64	8,40
September	8,30	4,25	25,50	176,36	38,50
Oktober	71,00	12,64	5,33	251,60	131,77
November	82,00	146,21	69,18	229,91	200,00
Desember	263,90	132,39	100,10	89,70	140,91
Jumlah	1.611,30	1.676,85	1.176,88	2.000,11	1.547,68

Berdasarkan data diatas, maka perlu ada tambahan air untuk tanaman jambu Kristal agar dapat melembabkan tanah, sehingga dapat meningkatkan produktivitas budidaya hortikultura dan jambu kristal.

Pemanfaatan energy matahari (*solar cell*) ini akan sangat menguntungkan karena akan mudah dihidupkan ketika membutuhkan air dan bahan bakar yang digunakan sangat murah dan mudah sekali, sehingga target untuk menyiram tanaman jambu Kristal dua kali sehari dapat terpenuhi, dan penggunaan alat dan jaringan irigasi ini akan sangat membantu petani terutama pada musim kemarau.

Teknologi Budidaya Hortikultura dan Jambu Kristal

Produk hortikultura mempunyai potensi dan peluang untuk meningkatkan kesejahteraan petani di Indonesia, karena dengan keragaman Agroklimat sangat bagus untuk pengembangan berbagai jenis tanaman hortikultura seperti jenis buah-buahan, jenis sayur-sayuran, jenis biofarmaka, dan jenis tanaman hias [11]. Jambu kristal adalah jenis hortikultura yang masuk komoditas buah-buahan, dan tumbuh optimal di daerah tropis pada ketinggian 5-1200 mdpl, hidup pada jenis tanah yang bertekstur gembur dan subur, untuk kisaran suhu udara yaitu 25°-30°, dan harus memperoleh pancaran sinar matahari secara maksimal karena dapat berpengaruh pada produktivitas. Secara ekonomis memiliki potensi yang sangat potensial untuk dikembangkan dan dibudidayakan dan di Indonesia sudah banyak sentra penanaman jambu kristal seperti di pulau sumatera, pulau jawa dan pulau Kalimantan.

Jambu Kristal adalah jenis hortikultura yang masuk komoditas buah-buahan, dan tumbuh optimal di daerah Tropis pada ketinggian 5-1200 mdpl, hidup pada jenis tanah yang bertekstur gembur dan subur, untuk kisaran suhu udara yaitu 25°-30°, dan harus memperoleh pancaran sinar matahari secara maksimal karena dapat berpengaruh pada produktivitas. Secara ekonomis memiliki potensi yang sangat potensial untuk dikembangkan dan dibudidayakan dan di Indonesia sudah banyak sentra penanaman jambu Kristal seperti di pulau sumatera, pulau jawa dan pulau Kalimantan [12].

Teknologi budidaya jambu Kristal meliputi persiapan bibit, dimana untuk membuat bibit yang bagus, maka perlu dilakukan pembibitan melalui system bibit batang bawah yaitu melalui biji, jika sudah tumbuh dan bagus perkembangannya, maka kita dapat lakukan perbanyak jambu Kristal yang berasal dari bibit yang sudah kita pilih. Perbanyak jambu Kristal dapat berupa sambung pucuk, okulasi atau cangkok. Teknologi yang perlu dilakukan dalam perlakuan budidaya jambu Kristal adalah penyiangan atau menghilangkan gulma yang hidup disekitar pohon jambu, kemudian penyiraman yang bertujuan untuk menjaga media tanam/tanah tetap lembab, dan untuk penyiraman dilakukan dua kali dalam sehari. Perlakuan berikutnya dalam teknologi budidaya jambu Kristal adalah pemupukan, dalam pemupukan jenis pupuk yang diberikan bisa berupa pupuk untuk daun dan pupuk untuk kesuburan tanah. Langkah berikutnya dalam perlakuan budidaya jambu Kristal adalah pemangkasan, dimana ada beberapa jenis pemangkasan dengan tujuan berbeda-beda [8], seperti: **pertama**, Pemangkasan bentuk, jenis pemangkasan ini bertujuan untuk mengatur tinggi rendahnya tanaman dan membentuk tajuk. **kedua**, Pemangkasan pemeliharaan, jenis pemangkasan ini bertujuan untuk membuang tunas yang kurang bermanfaat karena terkena hama atau karena kering. **ketiga**, Pemangkasan produksi, yaitu pemangkasan cabang batang yang kurang produktif, sehingga dapat merangsang tumbuhnya bunga sebagai bakal buah jambu kristal.

METODE

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode pengembangan yang terdiri dari metode pengembangan purwarupa otomasi dan penginderaan jarak jauh, dan metode pengembangan jaringan irigasi

Metoda Pengembangan Purwarupa Otomasi dan Penginderaan Jarak Jauh

Metoda pengembangan purwarupa otomasi dengan sumber energi dari matahari untuk pompa air menggunakan metodologi rekayasa keteknikan yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan dan ketersediaan komponen terkini. Pada tahap ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut: **pertama**, Melakukan pengumpulan data

terkait kondisi di lapangan seperti luas lahan tidur yang akan dimanfaatkan, perbedaan ketinggian permukaan air sungai dengan lahan, jarak lahan dari rumah kelompok tani, jenis tanaman, pola kebutuhan air seperti kapan dan seberapa banyak air yang diperlukan, dan lain-lain. **kedua**, Menentukan spesifikasi dari purwarupa yang akan menjadi solusi seperti kekuatan pompa, kapasitas solar cell, jarak pandang kamera, kapasitas mikrokontroler, jenis dan jumlah sensor, dan lain-lain. **ketiga**, Mencari ketersediaan komponen yang ada di pasaran terutama dari perbandingan kemampuan dengan harga, dan **keempat**, Mengembangkan rancangan purwarupa dengan memperhatikan semua aspek terkait untuk mendapatkan hasil yang paling optimal.

Untuk menjamin biaya yang diperlukan tetap minimum, aspek nilai ekonomis rancangan dikaji dengan menggunakan *metoda cost over benefit ratio*. Pada tahap ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: **pertama**, Membuat daftar kemampuan komponen yang tersedia di pasaran dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. **kedua**, Menghitung total biaya yang diperlukan untuk setiap alternatif rancangan, dan **ketiga**, Menetapkan kombinasi yang memaksimalkan kapasitas rancangan dan meminimalkan biaya.

Metoda Pengembangan Jaringan Irigasi Sederhana

Untuk mendukung dari metoda pengembangan purwarupa otomatisasi dengan sumber energi dari matahari untuk pompa air, maka metodologi rekayasa keteknikansipilan yang dilakukan dengan menyesuaikan kondisi di lapangan yaitu dengan cara: **pertama**, Melakukan pengumpulan data yang meliputi hasil pengukuran tinggi elevasi tanah dan ketinggian elevasi air sungai, luas lahan, jenis dan karakter tanah lahan tidur yang menjadi tempat budidaya jambu kristal karena mempengaruhi jumlah kebutuhan air irigasi. **kedua**, Melakukan perancangan bangunan penampungan air menggunakan rangka baja dan bak penampung dari tangki plastik, bahan ini dipilih karena status tanah yang merupakan lahan tidur milik kawasan industri Jababeka, sehingga tidak diperbolehkan membangun bangunan permanen di lahan tersebut, oleh karena itu alternatif untuk bangunan semi permanen. **ketiga**, Menentukan spesifikasi purwarupa yang akan direncanakan seperti bahan dan jenis baja yang akan digunakan, tinggi bangunan rangka baja ditentukan oleh kedalaman air, tinggi elevasi tanah, kapasitas pompa dan kapasitas solar cell. **keempat**, Melakukan pengembangan rancangan purwarupa dengan memperhatikan aspek-aspek terkait agar diperoleh hasil yang optimal, **kelima**, Melakukan pengecekan ketersediaan bahan/komponen disekitar lokasi dengan memperhatikan harga, dan **keenam**, Menyusun perencanaan bangunan lengkap dengan detail rencana dan Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan.

Perhitungan Kebutuhan Air Konsumtif

Menurut soewarno (2000), menyebutkan bahwa kebutuhan air konsumtif merupakan ketebalan air irigasi yang diperlukan untuk evapotranspirasi suatu jenis tanaman pertanian [9]. Untuk mengetahui berapa kebutuhan konsumtif dari tanaman hortikultura dan jambu kristal, maka data yang perlu kita miliki adalah **pertama** jenis tanah, karena jenis tanah mempengaruhi penguapan dan penyerapan air serta ketersediaan air pada tanah tersebut, **kedua**, jenis tanaman yang dibudidayakan, karena mempengaruhi kedalaman akar, **ketiga**, diameter tajuk, yaitu diameter dari luasan cakupan dari pohon/tanaman yang dibudidayakan, **keempat**, frekuensi pemberian air, dan **kelima** adalah jumlah air yang tersedia. Secara umum cara menghitungnya menggunakan rumus berikut

$$CWR = K_c \times E_{t0}$$

dimana, CWR = Kebutuhan air konsumtif (mm/0,5 bln)

K_c = Koefisien tanaman
 E_{to} = Evapotranspirasi (mm/0,5 bln)

Untuk nilai evapotranspirasi ditentukan dengan formula yang digunakan dalam metode Blaney-Criddle, dan formulanya:

$$E_{to} = p \times (0,46 \times t + 8,13)$$

Dimana, p = perbandingan rata-rata lamanya waktu siang hari dalam bulan tertentu

T = Temperatur harian rata-rata (C°)

Tabel 2. Nilai Faktor p Pada Metode Blaney-Criddle

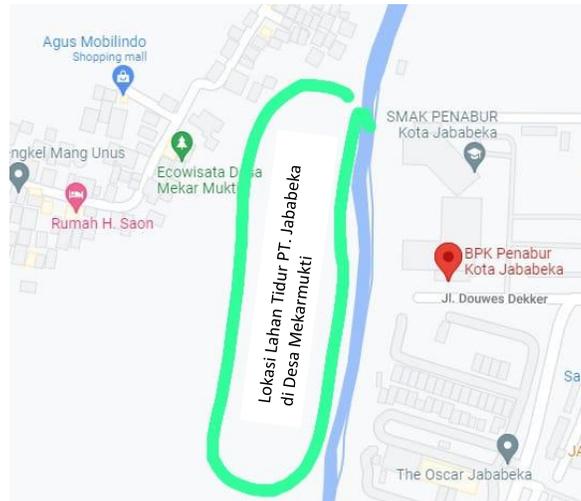
Lintang Utara	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
Selatan	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
60	0,15	0,2	0,27	0,32	0,38	0,41	0,4	0,34	0,28	0,22	0,17	0,13
50	0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,36	0,35	0,32	0,28	0,24	0,2	0,18
40	0,22	0,24	0,27	0,3	0,32	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
30	0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,31	0,3	0,28	0,26	0,24	0,23
20	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3	0,3	0,29	0,28	0,26	0,25	0,25
10	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26
0	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27

Sumber: Soewarno, 2000

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah-Langkah Yang Dilakukan

Untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat petani lahan tidur di bantaran sungai Cilemahabang, maka peneliti melakukan tiga langkah koordinasi, **langkah pertama**, pengecekan lokasi budidaya hortikultura dan jambu kristal yang dimanfaatkan warga, dan berlokasi di samping bantaran sungai Cilemahabang Desa Mekarmukti.



Gambar 1. Lokasi Lahan Tidur Desa Mekarmukti (sumber: google)

Langkah kedua, berkoordinasi dengan Pemerintah Desa Mekarmukti dan petani lahan tidur, dan hasil pertemuan diskusi awal yaitu keinginan petani dalam meningkatkan produksi jambu kristal di lahan tidur milik PT. Jababeka. Berdasarkan hasil diskusi dengan pemerintah desa dan petani lahan tidur PT. Jababeka diperoleh informasi yaitu **pertama**, pemanfaatan lahan agar menjadi lebih produktif untuk bercocok tanam supaya mendapatkan pendapatan tambahan. **kedua**, keinginan petani di lahan tidur untuk meningkatkan hasil produksi budidaya hortikultura dan jambu kristal, **ketiga**, masalah utama yang dihadapi petani adalah kurangnya ketersediaan air irigasi, karena tidak memiliki jaringan irigasi yang baik dari bagian hulu. **keempat**, topografi sungai Cilemahabang berada di bawah lahan tidur, sehingga air irigasi akan sulit dialirkan ke lahan tidur.



Gambar 2. Koordinasi dan Diskusi Dengan Pemerintah Desa Mekarmukti dan Petani lahan tidur

Koordinasi lanjutan dengan aparat desa yang bertugas langsung menangani pemanfaatan lahan tidur untuk budidaya hortikultura dan jambu Kristal, koordinasi dilakukan di Balai Desa Mekarmukti.



Gambar 3. Koordinasi dan Diskusi Dengan Aparat Desa Mekarmukti

Untuk melihat langsung lokasi budidaya hortikultura dan jambu kristal, maka dilakukan survey lapangan, dan komunikasi dengan petani langsung. Langkah ini dilakukan untuk mendapatkan data lebih lengkap mengenai kondisi dan permasalahan di lapangan.



Gambar 4. Survey Kondisi Lapangan dan Diskusi Dengan Petani Lahan Tidur

Hasil survey langsung di lapangan diperoleh data yang menunjukkan kondisi sebenarnya, data tersebut dapat dilihat pada table 1 berikut

Table 1. Hasil Survey Lapangan Kondisi Lahan Tidur

No	Temuan	Luas Lahan	Kondisi
1	Budidaya Hortikultura	1.015 m ²	Kering kurang air
2	Budidaya Jambu Kristal	5.150 m ²	Kering kurang air
3	Lahan Tidak Terpakai	>10.000 m ²	Basah, ditumbuhi semak belukar, tempat budidaya padi

Sumber data: diolah



Gambar 5. Jenis Hortikultura dan Jambu Kristal Yang Dibudidayakan

Ketika survey lapangan, dilakukan wawancara langsung dengan petani dan diperoleh keterangan bahwa berbagai usaha untuk meningkatkan produktivitas budidaya hortikultura dan jambu kristal, telah dilakukan dan salah satu cara untuk mengairi lahan tidur tersebut petani berinisiatif menggunakan pompa air berbahan bakar BBM. Solusi mengairi lahan tidur dengan pompa merupakan cara yang tepat, namun muncul masalah baru yaitu **pertama**, lokasi lahan tidur merupakan daerah yang memiliki suhu rata-rata 32 °C, hal ini yang menyebabkan cepatnya penguapan dari tanah, sehingga berdampak pada tanah cepat menjadi kering. Dengan kondisi cepat kering ini, maka perlu

dilakukan penyiraman secara berkala, dan hasil wawancara dengan petani di lahan tidur tersebut, menyebutkan bahwa untuk menjaga tanah agar tetap basah maka dilakukan pengambilan air sungai Cilemahabang dengan pompa sebanyak dua kali dalam sehari dengan biaya setiap kali pengambilan air sebesar Rp. 20.000, **kedua**, dengan adanya biaya pengambilan air yang harus dikeluarkan setiap hari sebanyak Rp. 40.000, maka hal ini menjadi masalah karena biaya operasional yang harus dikeluarkan setiap hari sedangkan lahan tidur harus dalam kondisi basah setiap hari, sehingga tanaman yang di budidayakan akan tumbuh dengan baik dan menghasilkan. Melihat kenyataan ini, maka peneliti ingin memberikan solusi alternatif dengan menggunakan teknologi yang merupakan perpaduan dari tiga disiplin ilmu, yaitu penyediaan jaringan irigasi menggunakan teknologi energi matahari [13], penyiraman otomatis [14], dan teknologi budidaya hortikultura dan jambu kristal [12].

Hasil Survey Jaringan Irigasi

Bagian yang sangat penting dalam dunia pertanian adalah ketersediaan jaringan irigasi yang memadai, karena jaringan ini berfungsi sebagai alat pendistribusian air irigasi dari hulu (sumber air/sungai) menuju lahan pertanian. Umumnya perencanaan jaringan irigasi mengikuti gaya gravitasi bumi, yaitu air mengalir dari daerah yang lebih tinggi (hulu) menuju daerah yang lebih rendah (hilir) dan dalam perencanaannya sangat perlu sekali banyak data mulai dari kontur tanah, saluran utama, bendungan, data curah hujan dan masih banyak data lain yang perlu dilengkapi [9].

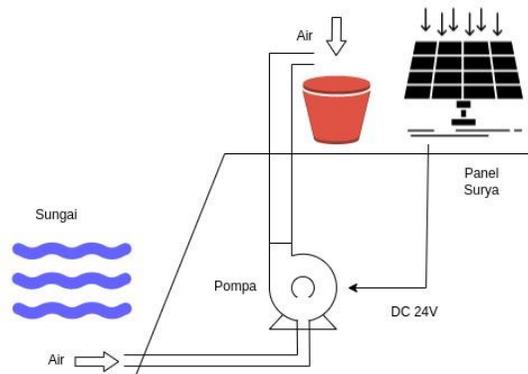


Gambar 6. Kondisi Saluran Irigasi di Lahan Tidur PT. Jababeka (kiri), Kondisi Sungai Cilemahabang (kanan)

Lahan tidur yang berada di kawasan industri jababeka di desa Mekarmukti terletak di sebelah sungai Cilemahabang, namun posisi sungai berada lebih rendah daripada lahan, setelah dilakukan pengukuran dilapangan ketinggian muka air dengan lahan tidur pada saluran irigasi (yang merupakan saluran pembuangan warga ke sungai Cilemahabang) adalah setinggi 1 m, dan volume air sangat sedikit, karena hanya merupakan saluran pembuangan bukan saluran irigasi. Untuk hasil pengukuran ketinggian muka air sungai Cilemahabang dengan lahan tidur adalah setinggi 4 m, sehingga untuk mengairi menggunakan alat bantu yaitu pompa air berbahan bakar BBM. Hal ini tentu sangat tidak efektif karena diwaktu-waktu tertentu lahan membutuhkan air untuk melembabkan tanah, maka perlu menghidupkan kembali mesin pompa air, dan tentu hal ini akan sangat berpengaruh pada biaya operasional dan waktu pengerjaan, dan pengambilan atau penyedotan air harus dari sungai Cilemahabang.

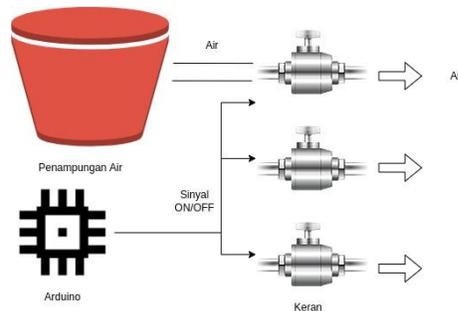
Rencana Solusi

Berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan, maka rencana solusi yang akan diberikan yaitu berupa perencanaan purwarupa untuk pemindahan air sungai Cilemahabang ke bak penampung, yang kemudian akan di distribusikan ke lahan hortikultura dan lahan jambu kristal. Hal baru yang ada dalam purwarupa ini adalah pompa tidak menggunakan bahan bakar minyak melainkan menggunakan tenaga matahari melalui panel surya.



Gambar 7. Rencana Purwarupa Penyedia Air Irigasi Menggunakan Panel Surya

Untuk sistem pemindahan air akan dilakukan secara otomatis, dengan detail perencanaan seperti berikut.



Gambar 8. Perencanaan Otomasi Pemindahan Air Irigasi

Untuk jenis pompa yang digunakan dengan spesifikasi Rated Voltage: DC24V, Power: 22 watt, Flow Rate: 800L/H, Water Lift: 5 m, Material: plastik. Sedangkan untuk spesifikasi Panel Surya (Solar Cell) adalah Solarland 200wp 24 volt Polikristalin



Gambar 9. Jenis Pompa yang Dipilih (kiri), Jenis Solar Cell yang Dipilih (kanan)

Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Untuk mengetahui kebutuhan air irigasi untuk budidaya hortikultura dan jambu kristal pada lahan tidur pada bantaran sungai Cilemahabang, maka peneliti menggunakan rasio waktu penyiraman tanaman, dan untuk budidaya tanaman hortikultura yang umum rasio penyiraman adalah satu kali dalam satu hari (24 jam), sedangkan untuk budidaya jambu kristal rasio penyiramannya adalah dua kali dalam satu hari, sehingga dibutuhkan interval penyiraman adalah 12 jam, sehingga perhitungan kebutuhan air irigasinya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. hasil Perhitungan Kebutuhan Air irigasi di Lahan Tidur

No	Uraian	Keterangan	
1	Data tanah		
	jenis tanah	Lempung	
	sifat tanah	pori-pori tanah kecil (banyak menyerap air tidak mudah mengalirkannya)	
	ketersediaan air	130 mm/m	
	jenis tanaman	hortikultura dan jambu kristal	
2	Kedalaman akar		
	hortikultura	0,30 m	
	jambu kristal	0,65 m	
3	Kebutuhan air		
	hortikultura	39 mm	
	jambu kristal	84,5 mm	
4	Diameter tajuk		
	hortikultura	0,5 m	= 0,098214286 m ²
	jambu kristal	1 m	= 0,392857143 m ²
5	Volume air yang dibutuhkan		
	hortikultura	0,049107143 m ³	= 49.107 ml
	jambu kristal	0,392857143 m ³	= 392.857 ml
6	Frekuensi penyiraman		
	hortikultura	1 kali	= 49.107 ml
	jambu kristal	2 kali (pagi sore)	= 196.428,5 ml

Sumber data diolah, 2022

Berdasarkan perhitungan diatas, maka kita dapat memprediksi bahwa air sungai Cilemahabang yang diambil pompa dengan menggunakan tenaga listrik solar cell, yaitu dengan perhitungan seperti pada tabel 3 berikut

No	Uraian	Hortikultura	Jambu Kristal
1	Kemampuan Pompa Bekerja per Jam	800 l	800 l
2	luas area		

	panjang	100	100
	lebar	10	10
	kedalaman akar	0,3	0,65
	Total Luas Area	300	650
3	volume air yang dibutuhkan	6109,090909	1654,545455
4	Prediksi Durasi Pengambilan Air Sungai Setiap Hari	0,130952381	0,483516484
		1,30952381	4,835164835

Sumber diolah, 2022

Berdasarkan perhitungan diatas, maka solusi menggunakan solar cell dalam menggantikan BBM untuk pengambilan air sungai Cilemahabang dapat dikatakan cukup sesuai karena berdasarkan spesifikasi dari jenis pompa yang dipilih yaitu jenis DC24V, dengan kemampuan menyedot air setiap jamnya adalah 800 L, maka untuk lahan hortikultura seluas 1000 m² dapat dilakukan pengambilan air sungai Cilemahabang sebanyak satu kali, dan sedangkan untuk lahan jambu kristal seluas 1.000 m² harus dilakukan pengambilan air sungai Cilemahabang sebanyak lima kali, dan ini akan sangat mudah dilakukan karena tenaga penggerak dari pompa adalah tenaga matahari sehingga dapat meminimalisir pengeluaran biaya dan polusi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil survey lapangan, hasil diskusi dengan pihak pemerintah desa dan petani serta analisa, maka peneliti menyimpulkan bahwa untuk meningkatkan produktivitas budidaya hortikultura dan jambu kristal pada lahan tidur di bantaran sungai Cilemahabang adalah pentingnya pemenuhan air irigasi untuk budidaya tanaman hortikultura dan jambu kristal, terlebih jenis tanah pada lahan tidur tersebut adalah lempung yang memiliki sifat pori-pori tanah kecil, sehingga banyak menyerap air tapi tidak mudah mengalirkannya dan ketika cuaca panas tanah menjadi keras, dan mengalami kehilangan air yang sangat besar. Untuk menjawab permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penyiraman yang intensif setiap hari, namun jika lokasi sumber air berada dibawah lahan tentu akan emnambah biaya operasional karena harus menggunakan pompa berbahan bakar BBM, solusi yang coba ditawarkan adalah pengambilan air sungai dibuatlah rencana dengan pompa dengan penggerak adalah energi matahari, dan dengan jenis pompa DC24V dengan kemampuan menyedot air sebanyak 800 L per jam, maka solusi ini dianggap tepat karena kebutuhan air untuk 1000 m² lahan hortikultura dan 1000 m² lahan jambu kristal membutuhkan air sebanyak 7763 dengan jumlah pengambilan air sungai sebanyak 11 kali dalam sehari.

Cara penggunaan energi matahari dalam dunia pertanian dianggap relevan karena selain murah biaya, juga jauh dari polusi dan bisa berkelanjutan sesuai luas lahan dan kebutuhan petani, karena dengan sistem pengisian air irigasi secara otomatis memudahkan petani dalam mengairi lahan budidaya hortikultura dan jambu kristal tanpa harus tergantung pada ketersediaan pompa konvensional dan bahan bakar serta tenaga kerja.

Penting penerapan teknologi terbarukan untuk dunia pertanian ini memang sangat bagus, namun yang menjadi kendala adalah biaya awal untuk pembelian panel solarcell, kedua adalah kedisiplinan petani dalam memelihara peralatan, serta semangat petani dalam mengolah dan mengelola lahan tersebut, terlebih lahan tersebut bukan milik pribadi, sehingga semangatnya tidak akan sebesar dalam mengelola lahan milik sendiri, besar harapan peneliti, hasil penelitian ini dapat dilanjutkan untuk direalisasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] jababekaindustrial.com. Kawasan Industri Terlengkap di Indonesia Tentang Kawasan Industri Jababeka. *jababekaindustrial.com/id/*, <https://jababekaindustrial.com/id/> (2022).
- [2] Hanifah. Jenis Tanaman Holtikultura. *99.co/blog*, <https://www.99.co/blog/indonesia/jenis-tanaman-holtikultura/> (2021).
- [3] Rumagit GAJ, Memah MY. PEMANFAATAN LAHAN TIDUR UNTUK MENINGKATKAN USAHA PERTANIAN DI KELURAHAN WALIAN SATU KOTA TOMOHON. *Agri-SosioEkonomi Unsrat* 2018; 14: 131–138.
- [4] Putra GS, Hartono A, Anwar S, et al. Hubungan Kation-Anion dalam Pergerakan dan Pencucian Hara pada Tanah Typic Hapludult di Taman Nasional Bukit Duabelas. *J Nat Resour Environ Manag* 2019; 9: 960–969.
- [5] Setyawan D, Sulistyowati, Astuti P. Pemberdayaan Petani Dengan Pemanfaatan Lahan Tidur Untuk Pertanian Biofarma di Kecamatan Dawe kabupaten Kudus. *Jur Ilmu Pemerintahan, Fak Ilmu Sos dan Ilmu Polit Univ Diponegoro* 2013; 1-9.
- [6] Murdiana, Fadli. Peran Irigasi Dalam Peningkatan Produksi Padi Sawah di Kecamatan Meurah Mulia kabupaten Aceh Utara. *AGRIFO* 2016; 1: 30–42.
- [7] Riyanto D, Winardi Y, Muhsin M. Pengembangan Pompa Irigasi Pertanian Menggunakan Energi Listrik Tenaga Surya di Desa Duri, Slahung, Ponorogo. *Agrokreatif (Jurnal Ilm Pengabd Kpd Masyarakat)* 2021; 7: 162–167.
- [8] Putri KS. Budidaya Jambu Kristal. In: *Budidaya Jambu Kristal. Bandung: Dinas tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Barat*. Bandung: Dinas tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Barat., pp. 1–13.
- [9] Kementerian PUPR. Standar Perencanaan Irigasi. In: *Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan jaringan Irigasi*. Indonesia, pp. 1–253.
- [10] Huwaida K N, Prapanca, Yapto M, et al. PEMANFAATAN SOLAR CELL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK HYDROPONIC DRIP SYSTEM. *ELECTRICES* 2020; 2: 49–56.
- [11] Pitaloka D. Hortikultura: Potensi, Pengembangan Dan Tantangan. *J Teknol Terap G-Tech* 2020; 1: 1–4.
- [12] MAHENDRA IGJ, RAI IN, WIRAATMAJA IW. Upaya Meningkatkan Produksi dan Kualitas Buah Jambu Biji Kristal (*Psidium Guajava L. cv. Kristal*) Melalui Pemupukan. *Agrotrop* 2017; ISSN: 2088: 60–68.
- [13] Rong Y, Hu Y, Mei A, et al. Challenges For Commercializing Perovskite Solar Cells. *Science (80-)* 2018; 361 (6408): 1–7.
- [14] Sihombing P, Karina NA, Tarigan JT, et al. Automated Hydroponics Nutrition Plants Systems Using Arduino Uno Microcontroller Based on Android. *J Phys Conf Ser* 2018; Vol. 978,: 12–14.