

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara yang dianugerahi kekayaan sumber daya alam yang sangat melimpah. Keberagaman alam yang dimiliki, mulai dari Sabang hingga Merauke, memberikan peluang besar bagi masyarakatnya untuk memanfaatkan potensi tersebut. Oleh karena itu, tak mengherankan apabila banyak masyarakat di Indonesia yang memilih profesi sebagai petani untuk memaksimalkan pemanfaatan alam yang tersedia. Selain wilayah subur yang luas ada beberapa faktor yang mempengaruhi kenapa masyarakat Indonesia mayoritas berprofesi sebagai petani, yaitu di lewati garis khatulistiwa dengan posisi garis yang melintang 6°LU sampai 11°LS sehingga mendapat sinar matahari yang cukup, kelembapan udara yang ideal dan iklim yang tropis[1].

Selain faktor pencahayaan dan suhu yang ideal, air adalah salah satu kunci dari sebuah kehidupan. Irigasi adalah proses dimana seorang mengambil air dari sumber air dan dialirkan ke area persawahan dan membuang kelebihan air ke saluran pembuangan, pembagian air irigasi harus sesuai kebutuhan agar semua dapat melakukan proses pertanian[2]. Ada beberapa aspek yang mempengaruhi sistem irigasi yaitu aspek prasarana fisik, aspek produktivitas tanam, aspek sarana penunjang aspek organisasi personalia, aspek dokumentasi, aspek Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). Aspek-aspek tersebut juga dipengaruhi oleh beberapa komponen. Aspek dan komponen tersebut mempunyai nilai bobot tertentu yang telah diatur dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 12 Tahun 2015[3]. Ada beberapa jenis irigasi yaitu irigasi air permukaan, irigasi air bawah tanah dan irigasi pompa air[4]. Namun

yang terpenting dari proses irigasi adalah infrastruktur yang memadai, air akan tersebar rata jika jalan yang di lewati air memiliki permukaan yang datar dan memiliki luas yang ideal, maka saluran air juga harus di pertimbangkan dalam pembuatannya. Walaupun sumber nutrisi tanaman diperoleh dari tanah namun sebagai media nutrisi dapat diserap oleh tanaman yaitu air karena jika tanah kering akar tanaman tidak bisa untuk menyerap nutrisi pada tanah maupun external tanah (pupuk)[5].

Padi (*Oryza sativa*) adalah tanaman penghasil beras dan umumnya tumbuh pada daerah beriklim tropis atau subtropis dan kondisi alam di Indonesia sangat ideal untuk menanam tanaman padi tak heran Indonesia menjadi penyumbang pasokan beras yang besar. Pada musim 2022/2023 Indonesia menjadi produsen beras terbesar 4 dunia dibawah Bangladesh, India dan Tiongkok. Menurut USDA (United States Department of Agriculture) beras global memproduksi hingga 503,27 juta metrik ton pada musim 2022/2023, sedangkan indonesia memproduksi 34,6 juta metrik ton saat musim 2022/2023, Jawa Barat memproduksi paling banyak beras di indonesia dengan persentase (17%) , Jawa Timur (17%), Jawa Tengah (14%), Sulawesi Selatan (6%), dan Sumatra Utara (5%)[6]. Varietas unggul adalah jenis padi yang diperoleh dari persilangan varietas unggul padi lokal untuk menghasilkan varietas padi unggulan, hasil dari panen varietas unggul dapat dijadikan benih kembali. Varietas padi lokal atau varietas padi yang sering disebut dengan nama lokal seperti “varietas padi lokal”, adalah varietas padi yang secara alami beradaptasi pada suatu wilayah tertentu dan bertahan dalam jangka waktu yang lama. Varietas ini telah mengembangkan ciri-ciri khusus yang membedakannya dengan varietas padi lainnya. Keunikan ini mencakup ciri-ciri yang membuatnya kuat dan cocok untuk dibudidayakan pada kondisi lingkungan dan iklim tertentu di kawasan tersebut[7].

Untuk mendapatkan hasil panen yang maksimal pemberian air juga harus teratur karena padi memerlukan kelambapan tanah yang stabil agar beras yang dihasilkan dapat maksimal namun perubahan cuaca tidak menentu, air irigasi konvensional yang menjadi sumber mata air utama petani tidak bisa diandalkan 100 persen ketersediaan airnya, terkadang dari bendungan atau dam tidak terairi secara teratur, pada musim hujan air pada irigasi memiliki volume yang cenderung tinggi dan jika pada musim kemarau pembagian jadwal air juga tidak bisa dijadikan sumber mata air utama. Maka petani sekarang banyak menggunakan sistem pengairan air dalam tanah yang menggunakan media pompa walaupun tidak digunakan secara terus menerus dan biasanya digunakan saat musim kemarau yang dimana pada air irigasi konvensional tidak tersedia/tidak menentu adanya.

Tabel 1. 1 Data Perolehan panen Petani

No	Jenis Padi	Umur Padi	Waktu tanam	Musim	Total Panen Basah/kotak	Total Panen Kering /kotak
1	Ciherang	102 Hari	Juni- Agustus	kemarau	800 Kg	750 Kg
2	Ciherang	105 Hari	Agustus- November	Hujan	900 Kg	700 Kg

Data tabel 1.1 diperoleh dari hasil observasi wawancara dan pengamatan yang dilakukan peneliti di Desa karanglo-Lor, Kecamatan Sukorejo Kabupaten Ponorogo, pada musim penghujan di bulan Agustus-November tingkat hasil panen yang didapatkan adalah sebanyak 900kg pada saat kondisi beras basah/kotak, sedangkan pada kondisi beras kering bisa sampai 750-800 kg, sedangkan pada musim kemarau di bulan Juni-Agustus mengalami penurunan di panen saat beras basah di angka 800kg dan di kondisi kering diangka 700kg. Dari hasil pengamatan diatas dapat disimpulkan bahwa dampak yang terjadi jika petani menggunakan air

irigasi konvensional pada musim hujan adalah volume air yang cenderung besar, sehingga menyebabkan kelebihan air pada tanaman padi dampak yang terjadi tanah kehilangan nutrisinya karena air yang berlebih dapat menyebabkan pencucian nutrisi pada tanah, sehingga ketersediaan nutrisi pada tanah akan berkurang dan volume air yang tinggi dapat menyebabkan erosi tanah dimana struktur tanah akan rusak. Selanjutnya pada musim kemarau tanaman padi akan kekurangan air, karena banyaknya yang menggunakan air konvensional. Pada musim kemarau tak jarang air dari DAM yang telah di bagi tidak dapat merata kesemua lahan, lalu penggunaan air yang tidak efisien Air yang terbuang atau tidak merata distribusinya dapat menyebabkan ketidaksetaraan dalam pertumbuhan tanaman, dan rentan terhadap hama dan penyakit Tanaman padi yang mengalami kekeringan lebih beresiko terhadap serangan hama dan penyakit, karena kekebalan tanaman dapat terpengaruh oleh kondisi stres[8]. Kekurangan air pada padi menyebabkan berbagai masalah pertumbuhan, salah satu dampak yang paling umum terjadi adalah masalah benih berlubang atau kosong. Benih kosong pada padi terjadi ketika tanaman mengalami kekurangan kelembaban selama musim tanam. Hal ini mempengaruhi perkembangan tanaman padi dan dapat mengakibatkan beberapa benih padi tidak berkembang sempurna atau tidak memuat isinya dengan baik. Seperti yang telah dilakukan pengamatan pada tabel 1.2 pada fase padi susu pada umur 75 hari dengan jumlah total padi 125 biji tidak ditemukan padi kosong atau kopong, namun setelah 7 hari masuk kedalam fase padi kuning diumur 82 hari dari 125 biji padi terdapat 4 biji padi yang kosong atau kopong, dan 12 hari setelahnya di umur 95 hari pada saat kondisi biji padi sudah penuh tetap ditemukan 4 biji padi yang kosong dan setelah masuk masa panen di 102 hari jumlah biji padi yang kosong berkurang menjadi 3 biji, hal ini dipengaruhi karena biji padi yang kosong sudah tidak terpasok nutrisi dari tumbuhan padi yang menyebabkan tumpuan penopang biji padi kepada batang padi akan rapuh dan jika terkena air maka akan jatuh.

Tabel 1. 2 Hasil Pengamatan Biji Padi

Sawah	Jenis padi	Umur padi	Fase	Jumlah biji (total)	Jumlah biji (kopong)
1	Ciherang	75 Hari	Susu	125 biji	0
1	Ciherang	82 Hari	Kuning	122 biji	4
2	Ciherang	95 Hari	Penuh	112 Biji	4
2	Ciherang	102 Hari	Panen/Mati	109 Biji	3

Penerapan teknologi dapat menjadi solusi dari permasalahan pembagian air irigasi dengan bantuan IOT atau *Internet Of Think*. IOT adalah konsep dimana sebuah alat dapat mentransfer data secara langsung tanpa terhubung ke manusia tetapi internet sebagai medianya[9]. Perangkat yang digunakan untuk menerima perintah manusia adalah mikrokontroler, mikrokontroler adalah dimana didalamnya terdapat sebuah chip dan dapat menerima perintah manusia sebagai *input* dan *output* pengendalian perangkat untuk menghubungkan alat pada kontroler terdapat port atau pin yang terdapat pada mikrokontroler[10]. Ada banyak sekali macam mikrokontroler salah satunya ESP-8266, mikrokontroler ini merupakan sistem kendali yang dibuat dan dibuat untuk memudahkan penggunaan alat elektronik dari berbagai bidang, mikrokontroler ESP-8266 sangat populer di dunia karena sangat mudah penggunaannya dan harga yang ekonomis[11]. Untuk dapat mengirimkan perintah manusia ke dalam mikrokontroler dapat menggunakan aplikasi Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), aplikasi tersebut adalah perangkat lunak bawaan *Arduino* yang dapat mengendalikan mikrokontroler yang bersifat open source agar memudahkan *user*. Aplikasi ini dapat digunakan sebagai penulisan kode untuk perintah, mengkompilasi kode dan mengirimkan data ke board Arduino. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C/C++ dengan fitur yang lengkap sehingga pengguna baru mudah untuk meninjau[12].

Dengan penerapan konsep teknologi berbasis IOT diharapkan dapat memberikan solusi dari permasalahan air irigasi pada tanaman padi menggunakan pengaplikasian mikrokontroler, sensor soil moisture, ultrasonic, motor servo, water pump dan wireless module NRF24L01. Untuk pengaplikasiannya pada lahan persawahan diberikan 3 mikrokontroler yang berkomunikasi satu antar lainya 2 sebagai transmitter mengirimkan kondisi kelembapan tanah dan menerima kondisi lalu memberikan output sedangkan receiver berguna untuk mengirim data ke database agar data dapat di lihat secara realtime, penggunaan sensor NRF24L01 bertujuan agar tidak memerlukan kabel untuk pembacaan sensor dan jaringan wifi sehingga tidak diperlukan koneksi untuk mengirimkan data pada sensor untuk pengelolaan output. Jarak yang dapat dijangkau NRF24L01 untuk komunikasi antar mikrokontroler sebesar 1 km dengan tanpa hambatan untuk pengaplikasiannya dapat dipasang di atas lebih tinggi dari tanaman padi agar koneksi antar mikrokontroler dapat maksimal.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara penerapan konsep teknologi IOT dalam membantu irigasi tanaman Padi?
2. Bagaimana konsep dan potensi penerapan teknologi berbasis IOT untuk meningkatkan stabilitas sistem irigasi pada pertanian tanaman padi?
3. Apakah sistem yang ditawarkan dapat mengatasi permasalahan dalam irigasi air pada tanaman padi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui bagaimana kondisi area persawahan tanaman padi secara realtime.

2. Mengembangkan konsep dan merancang sistem irigasi berbasis IoT untuk mengoptimalkan penggunaan air dan memaksimalkan hasil pertanian padi.
3. Mengevaluasi kinerja sistem irigasi berbasis IoT melalui uji coba lapangan untuk menilai efisiensi, akurasi, dan kehandalan dalam mendistribusikan air irigasi.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini akan berfokus pada aplikasi teknologi berbasis IoT untuk pengendalian irigasi pada lahan pertanian padi.
2. Kendala atau tantangan yang mungkin dihadapi dalam implementasi teknologi IoT akan diidentifikasi, namun solusi rinci untuk setiap tantangan tidak akan menjadi bagian dari penelitian ini.
3. Penelitian ini tidak akan mempertimbangkan aspek penggunaan energi dan dampak lingkungan dari penerapan sistem irigasi berbasis IoT.
4. Penelitian yang dilakukan hanya berfokus kepada jenis padi dengan Varietas unggul dengan merek Ciherang.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritik
 - a. Pengembangan Ilmu Pengetahuan
penelitian ini memberikan titik awal yang potensial untuk pengembangan ilmu pertanian yang berfokus pada sistem irigasi otomatis. Dengan penerapan konsep ini, penelitian dapat menjadi landasan untuk memperkaya pengetahuan tentang penerapan teknologi otomatis dalam pengelolaan air untuk pertumbuhan padi. Aspek teoritis dari penelitian ini dapat membuka pemahaman yang lebih mendalam tentang pengaruh dan interaksi antara irigasi otomatis dan faktor pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu,

penelitian ini mempunyai potensi tidak hanya untuk memajukan inovasi teknologi tetapi juga untuk memberikan landasan teoritis yang diperlukan untuk pemahaman komprehensif tentang peran sistem irigasi otomatis dalam pertanian modern.

b. Pengembangan Konsep Teoritik

Penelitian ini memberikan landasan teori baru untuk memahami penerapan irigasi otomatis. Dengan memberikan kerangka berfikir yang kuat, penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan mengenai sistem antara irigasi otomatis dan pertumbuhan tanaman, namun juga membuka peluang yang sangat menarik untuk penelitian lebih lanjut. Wawasan dan konsep yang diperoleh dari penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang kuat untuk penelitian lebih lanjut yang meningkatkan pemahaman tentang peran penting irigasi otomatis dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memberikan variasi saat ini, namun juga memberikan landasan penting untuk penyelidikan rinci dan inovasi di masa depan terkait budidaya padi menggunakan pendekatan irigasi otomatis.

c. Kontribusi Pada Teori Pertanian

Penelitian penerapan irigasi otomatis pada pertanian dengan mempelajari dampak-dampak tersebut, penelitian ini akan memberikan peran yang besar terhadap pengembangan teori pertanian berkelanjutan. Hasil penelitian akan membantu upaya teori-teori yang mendukung prinsip keberlanjutan dalam konteks pertanian.

Dengan memberikan landasan yang kuat, kajian ini ipembentukan paradigma teoritis baru yang mendukung pertanian yang efisien, efektif dan ramah lingkungan serta memberikan landasan teoritis yang penting bagi masa depan pertanian berkelanjutan yang berpotensi menjadi manusia.

2. Manfaat Praktis

a. Peningkatan Efisiensi Pengairan

Penelitian ini memiliki manfaat untuk berkontribusi langsung terhadap peningkatan efisiensi pertanian melalui penggunaan irigasi otomatis. Dengan menggunakan inovasi teknologi ini, petani dapat secara efektif mengoptimalkan konsumsi air dan menyediakan akses tepat waktu bagi tanaman terhadap air yang tanaman butuhkan. Dampaknya secara langsung terlihat dalam peningkatan hasil panen, penyelesaian tantangan pengelolaan air yang dapat berdampak pada produktivitas pertanian. Penelitian ini memberikan solusi praktis untuk mendukung upaya petani mencapai hasil panen yang lebih baik dan berkelanjutan dengan meningkatkan efisiensi operasional.

b. Penghematan Sumber Daya

Dari segi praktis, implementasi sistem irigasi otomatis dalam penelitian ini memberikan manfaat dalam pengoptimalisasikan sumber daya, terutama air dan energi. Dengan memanfaatkan teknologi ini, penelitian ini dapat mengatur dan mengoptimalkan penggunaan air untuk tanaman padi. Pengelolaan yang cerdas ini tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal, tetapi juga mengurangi pemborosan sumber air yang sering terjadi pada metode irigasi konvensional. Selain itu, penggunaan irigasi otomatis dapat

membantu mengurangi konsumsi energi yang biasanya digunakan dalam proses irigasi manual. Dengan demikian, secara praktis, penelitian ini memberikan kontribusi langsung dalam penghematan sumber daya, menghasilkan dampak positif dalam produksi pertanian.

c. Peningkatan Kesejahteraan Petani

Dengan penerapan irigasi otomatis yang dirancang dalam penelitian ini, para petani diharapkan dapat merasakan manfaatnya dan memberikan dampak positif bagi kesejahteraan petani. Sistem ini memudahkan tugas sistim irigasi petani dan memberikan solusi dengan menggantikan proses manual yang sering kali tidak efisien. Otomatisasi memungkinkan petani untuk lebih fokus pada aspek pertanian lain yang memerlukan perhatian lebih, dan sistem irigasi otomatis memastikan tanaman selalu mendapat air yang lebih optimal. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menyajikan solusi teknis tetapi juga memberikan dampak sosial ekonomi yang nyata terhadap kehidupan sehari-hari petani.

d. Model Bagi Petani Modern

Penelitian ini berpeluang menjadi model pertanian modern yang lebih cerdas dan efisien. Penelitian ini membuka jalan bagi penerapan teknologi pintar dalam pengelolaan sumber daya pertanian dengan menerapkan sistem irigasi otomatis. Sistem ini tidak hanya memberikan solusi inovatif tetapi juga menciptakan solusi praktis bagi petani. Dengan menggunakan teknologi ini sebagai acuan, petani dapat memahami prinsip dan praktik terbaik untuk meningkatkan hasil panen. Model ini tidak hanya mengarah pada

peningkatan produktivitas, namun juga mengajarkan pendekatan yang efisien terhadap pengelolaan sumber daya. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi landasan tidak hanya untuk penerapan teknologi tetapi juga untuk pertanian yang lebih cerdas, yang menyediakan alat yang dibutuhkan petani untuk meningkatkan hasil panen secara signifikan.

e. Implementasi Teknologi Berkelanjutan

Penelitian ini dapat berperan penting dalam mendukung pengenalan teknologi berkelanjutan di sektor pertanian. Penelitian ini memberikan contoh nyata bagaimana teknologi dapat diintegrasikan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pertanian dengan menghadirkan solusi irigasi otomatis. Solusi yang diusulkan tidak hanya berfokus pada inovasi, namun juga mempertimbangkan aspek keterjangkauan dan kemudahan implementasi bagi petani. Penelitian ini berpotensi menjadi pendorong penting perubahan menuju pertanian berkelanjutan dengan memberikan solusi yang dapat diterapkan secara luas. Model implementasi yang dihasilkan dari penelitian ini dapat diadopsi oleh para petani di berbagai tingkatan, mulai dari yang memiliki lahan kecil hingga yang memiliki lahan luas, sehingga dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap sektor pertanian secara keseluruhan. Penelitian ini tidak hanya akan menghasilkan solusi teknis, namun juga berkontribusi pada transformasi komprehensif menuju pertanian yang lebih berkelanjutan dan berketahanan.