

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pertanian

Kehidupan manusia tidak lepas dari yang namanya pertanian. Menurut Purba dkk. (2020) pertanian adalah kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati yang dilakukan manusia untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, atau sumber energi, serta untuk mengelola lingkungan hidupnya. Pada umumnya pertanian biasa dipahami orang sebagai budidaya tanaman atau bercocok tanam maupun pembesaran hewan ternak, meskipun cakupannya dapat juga berbentuk penggunaan manfaat mikroorganisme dan bioenzim dalam pengolahan produk turunan seperti halnya pembuatan tahu, tempe, keju, atau sekedar proses ekstraksi semata seperti penangkapan ikan atau pemanfaatan wilayah hutan.

Menurut Widiani (2019), terkait dengan pertanian, usaha tani (*farming*) adalah sekumpulan kegiatan yang dilakukan dalam budidaya (tumbuhan maupun hewan). Petani adalah sebutan bagi mereka yang menyelenggarakan usaha tani, seperti “petani tembakau” atau “petani ikan”. Khusus untuk pembudidaya hewan ternak (*livestock*) disebut sebagai peternak. Ilmuwan serta pihak-pihak lain yang terlibat dalam perbaikan metode pertanian dan aplikasinya juga dianggap terlibat dalam pertanian.

Pertanian adalah proses menghasilkan bahan pangan, ternak, serta produk-produk agroindustri dengan cara memanfaatkan sumber daya tumbuhan dan hewan. Pemanfaatan sumber daya ini terutama berarti budidaya. Namun demikian, dalam

sejumlah kasus yang sering dianggap bagian dari pertanian dapat berarti ekstraksi semata, seperti penangkapan ikan atau eksploitasi hutan (Purba dkk., 2020).

Usaha pertanian memiliki dua ciri penting, yaitu selalu melibatkan barang dalam volume besar dan proses produksi memiliki resiko yang relatif tinggi. Dua ciri khas ini muncul karena pertanian melibatkan makhluk hidup dalam satu atau beberapa tahapannya dan memerlukan ruang untuk kegiatan itu serta jangka waktu tertentu dalam proses produksi. Beberapa bentuk pertanian *modern* (misalnya budidaya alga, hidroponika) telah dapat mengurangi ciri-ciri ini tetapi Sebagian besar usaha pertanian dunia masih tetap demikian (Widiani, 2019).

2.1.1. Pertanian untuk Pembangunan

Menurut Indraningsih (2017) Paradigma pertanian untuk pembangunan (*agriculture for development*) dinyatakan bahwa pembangunan perekonomian nasional dirancang dan dilaksanakan berdasarkan tahapan pembangunan pertanian dan menjadikan sector pertanian sebagai motor penggerak pembangunan. Penempatan kedudukan (*positioning*) sektor pertanian dalam pembangunan nasional merupakan kunci utama keberhasilan mewujudkan Indonesia yang bermartabat, mandiri, maju, adil dan makmur.

Salah satu tolak ukur keberhasilan diseminasi inovasi pertanian adalah tingkat adopsi/penerapan inovasi. Syakir (2016) berpendapat bahwa banyak inovasi teknologi yang dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian belum diadopsi dengan baik dan pada skala luas. Hal ini mengindikasikan bahwa segmen rantai pasok inovasi pada subsistem penyampaian (*delivery subsystem*) dan subsistem penerima (*receiving subsystem*) merupakan *bottleneck* yang menyebabkan lambannya

penyampaian informasi dan rendahnya tingkat adopsi inovasi yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian. Menurut Irawan (2015), mengidentifikasi permasalahan diseminasi inovasi teknologi pertanian umumnya terkait dengan kesenjangan adopsi teknologi, kesenjangan hasil dan kendala sosial-ekonomi petani. Seperti halnya Sebagian besar petani lahan kering masam mengelola lahannya secara subsisten, produktivitasnya rendah, senjang hasil dan adopsi teknologi masih tinggi, dan keberlanjutannya tidak diperhatikan sehingga berdampak terhadap terjadinya proses degradasi lahan. Kesenjangan antara kondisi ideal diseminasi inovasi pertanian yang diharapkan dengan kondisi riil dalam implementasi diseminasi inovasi pertanian merupakan hal yang menarik untuk dicermati.

Menurut Hadiutomo (2012), Mekanisasi pertanian menjadi agenda pembangunan pertanian yang harus diperhatikan jika dikaitkan dengan program revitalisasi pertanian yang mengisyaratkan kepada tiga pilar utama, yaitu ketahanan pangan, pengembangan agribisnis, dan kesejahteraan petani. Pembangunan pertanian selalu dikaitkan dengan ketiga hal tersebut, karena merupakan sumber mata pencaharian yang sangat dominan bagi lebih dari 50% penduduk Indonesia.

Salah satu masalah mendasar yang dihadapi dalam pembangunan pertanian di Indonesia adalah rendahnya penguasaan mekanisasi pertanian. Penguasaan mekanisasi pertanian mencakup tiga hal penting, yaitu penyerapan teknologi alat mesin pertanian tepat guna, penyesuaian teknologi alat mesin pertanian tepat guna, dan penciptaan/rekayasa teknologi alat mesin pertanian tepat guna. Dimana penyerapan teknologi alat mesin pada umumnya petani/pelaku usaha tidak memiliki data dan informasi yang memadai tentang jenis alat mesin pertanian tepat guna yang

mereka serap sesuai dengan kebutuhan. Penyesuaian teknologi alat mesin pertanian dimana rendahnya kemampuan dan keterampilan petani/pelaku usaha dan pengusaha alat mesin pertanian dalam melakukan penyesuaian teknologi alat mesin pertanian yang ada dengan kebutuhan produksinya. Penciptaan/rekayasa teknologi alat mesin pertanian dimana rendahnya kemampuan dan keterampilan bengkel atau pengrajin dalam hal penciptaan/rekayasa alat mesin pertanian dan penerapan yang cocok dengan kebutuhan petani/pengusaha di lapangan (Hadiutomo, 2012).

2.2. Alat Monitoring

Alat *monitoring* adalah alat yang diciptakan untuk memenuhi kebutuhan pengguna dalam hal mengawasi dan mendapatkan informasi terkait kondisi lingkungan dan/atau objek yang diawasi guna mengambil keputusan berdasarkan informasi yang tersedia secara cepat dan tepat. Dalam alat *monitoring* terdapat beberapa sensor yang digunakan untuk mengetahui nilai dari indikator/variabel yang diawasi secara *real-time*.

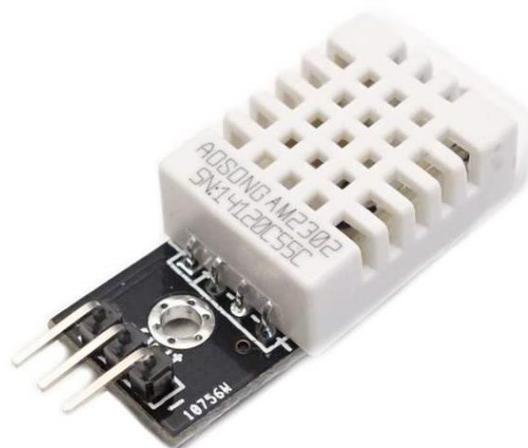
2.2.1. Sensor

Menurut Maulana dan Julianto (2017), sensor adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur atau mendeteksi kejadian alam seperti panas, asap, gas dan mengubahnya menjadi representasi nilai digital atau analog bergantung dari jenis sensor yang digunakan. Menurut Faroqi (2017), Sensor adalah alat untuk mendeteksi sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata,

pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya. Sensor merupakan bagian *transduser* yang berfungsi untuk melakukan sensing atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian *input* dari *transduser*, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konverter dan *transduser* untuk diubah menjadi energi listrik.

Berikut sensor yang digunakan dalam penelitian ini:

- Sensor DHT22

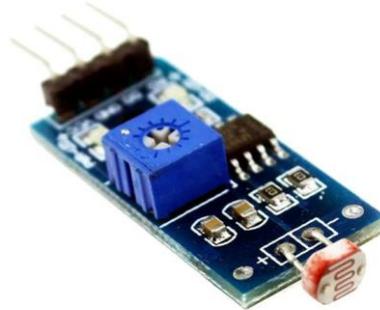


Gambar 2.1 Sensor DHT 22

Sumber : www.tokoteknologi.co.id

DHT22 adalah sensor digital kelembaban dan suhu relatif. Sensor DHT22 menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pada pin data. DHT22 diklaim memiliki kualitas pembacaan yang baik, dinilai dari respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang minimalis, serta dengan harga relatif murah jika dibandingkan dengan alat thermohygrometer (Puspasari et al., 2020).

- *Light Dependent Resistor (LDR)*



Gambar 2.2 Sensor LDR

Sumber : www.sariteknologi.com

Light Dependent Resistor atau yang biasa disebut LDR adalah jenis resistor yang nilainya berubah seiring intensitas cahaya yang diterima oleh komponen tersebut. Biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. *Light Dependent Resistor*, terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya, Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil, Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup. Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan ada lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang kecil pada saat cahaya terang dan bila dalam keadaan gelap nilai resistansinya akan bertambah (Wardana, 2012).

Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap tegangan keluaran sensor diselidiki untuk memperoleh persamaan yang menyatakan hubungan antara intensitas cahaya dengan tegangan keluaran rangkaian sensor LDR dengan cara mengukur tegangan keluaran rangkaian sensor LDR dalam keadaan tidak terbeban dan membandingkan hasil pembacaan intensitas cahaya matahari menggunakan alat standar dengan memvariasikan intensitas cahaya yang mengenai sensor. Tegangan keluaran diukur dengan multimeter digital sedangkan intensitas cahaya matahari diukur dengan light meter. Intensitas cahaya bertambah secara eksponensial terhadap peningkatan tegangan keluaran sensor akibat perubahan nilai resistansi sensor. Dapat diketahui bahwa koefisien korelasi dari penelitian yang dilakukan bernilai 0.992 yang artinya pengukuran tidak menyimpang jauh dari pendekatan grafik. Melalui pendekatan eksponensial dapat digunakan sensor intensitas cahaya untuk mengukur nilai radiasi matahari (Sari, 2015).

2.3. Cuaca

Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang *Relative* sempit dan dalam jangka waktu yang singkat. Unsur-unsur yang mempengaruhi cuaca dan iklim adalah:

1. Suhu udara perubahan suhu udara di satu tempat dengan tempat lainnya bergantung pada ketinggian tempat dan letak astronomisnya (lintang). Perubahan suhu karena perbedaan ketinggian jauh lebih cepat daripada perubahan suhu karena perbedaan letak lintang. Biasanya, perubahan suhu

terjadi berkisar 0,6 derajat celcius tiap kenaikan 100m, alat ukur adalah *Thermometer*.

2. Kelembaban udara: kelembaban udara adalah kandungan uap air dalam udara. Uap air yang ada dalam udara berasal dari hasil penguapan air dipermukaan bumi, air tanah, atau air yang berasal dari penguapan tumbuh-tumbuhan, alat ukur adalah Higrometer (Yulianti dan Pustpita, 2016).

2.3.1 Suhu

Dalam kehidupan sehari-hari, masyarakat umumnya untuk mengukur suhu cenderung menggunakan indera peraba, tetapi dengan adanya perkembangan teknologi, maka diciptakanlah thermometer sebagai alat pengukur suhu yang akurat (valid). Pada abad 17 terdapat 30 jenis skala suhu yang membuat para ilmuwan kebingungan untuk menentukan alat ukur suhu mana yang dapat digunakan secara *universal* dan diakui secara ilmiah. Hal ini memberikan inspirasi pada Anders Celcius (1701-1744) sehingga pada tahun 1742 dia memperkenalkan skala yang digunakan sebagai pedoman pengukuran suhu. Skala ini diberi nama sesuai dengan namanya yaitu Skala Celcius. Apabila benda didinginkan secara terus-menerus maka suhunya akan semakin dingin dan partikelnya akan berhenti bergerak, kondisi ini disebut kondisi nol mutlak. Pada fenomena ini, skala Celcius tidak bisa menjawab permasalahan ini maka Lord Kelvin (1842-1907) menawarkan skala baru yang diberi nama Kelvin. Skala Kelvin dimulai dari 273K ketika air membeku dan 373K ketika air mendidih. Sehingga nol mutlak sama dengan 0K atau -273°C . Secara umum suhu didefinisikan sebagai besaran yang menyatakan derajat panas

dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah thermometer.

Suhu diukur menggunakan thermometer yang didasarkan pada bermacam jenis skala suhu. Seluruh dunia (kecuali Amerika Serikat) menggunakan skala Celsius untuk kebanyakan penggunaan pengukuran suhu. Dalam bidang ilmu pengetahuan, seluruh dunia mengukur suhu dalam kelvin pada skala suhu (mutlak) termodinamik dan juga dalam Celsius. Hanya di Amerika Serikat dan Jamaika saja, orang kebanyakan menggunakan skala Fahrenheit untuk tujuan-tujuan pengukuran suhu biasa (industri, prakiraan cuaca, dan kerajaan). Dan dalam bidang-bidang teknologi khususnya, di Amerika Serikat, skala Rankine digunakan terutamanya dalam disiplin-disiplin yang berkaitan dengan termodinamik seperti system pembakaran dan lain-lain. Skala Celsius adalah suatu skala suhu yang didesain supaya titik beku air berada pada 0 derajat dan titik didih pada 100 derajat di tekanan atmosferik standar. Skala ini mendapat namanya dari ahli astronomi Anders Celsius (1701–1744), yang pertama kali mengusulkannya pada tahun 1742 (Puspita, 2016).

Pengaruh suhu pada pertumbuhan buah apel sangatlah berpengaruh, agar dapat tumbuh secara optimal, tanaman apel membutuhkan suhu yang sesuai pada kisaran 16 – 27°C. Suhu tinggi akan mengakibatkan terjadinya penguapan pada tanaman sehingga menyebabkan tanaman mengalami kekeringan dan kerontokan daun. Apalagi tanaman apel mempunyai perakaran yang dangkal, sehingga membutuhkan ketersediaan air di permukaan tanah. Apabila permukaan tanah mengalami kekeringan, maka penyerapan air oleh akar akan terganggu sehingga

pertumbuhan tanaman apel akan terganggu pula, yang pada akhirnya berpengaruh pada produksi buah (Rahaju, 2014).

Suhu yang terlalu tinggi ($>30^{\circ}\text{C}$) akan menghambat terjadinya pembungaan dan aktivasi enzim, hal ini di karenakan tanaman apel memerlukan suhu maksimum yang tidak terlalu tinggi sekitar 27°C . Suhu ideal bagi tanaman apel agar dapat tumbuh secara optimal pada kisaran suhu antara 16°C - 27°C . Suhu tinggi akan mengakibatkan terjadinya penguapan pada tanaman sehingga menyebabkan tanaman mengalami kekeringan dan kerontokan daun. Apalagi tanaman apel mempunyai perakaran yang dangkal, sehingga membutuhkan ketersediaan air di permukaan tanah. Apabila permukaan tanah mengalami kekeringan, maka penyerapan air oleh akar akan terganggu sehingga pertumbuhan tanaman apel akan terganggu pula, yang pada akhirnya berpengaruh pada produksi buah. Pengkategorian suhu udara yang optimal bagi pertumbuhan buah apel adalah sebagai berikut:

Panas = $>27^{\circ}\text{C}$

Optimal = $16^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$

Dingin = $<16^{\circ}\text{C}$.

2.3.2 Kelembaban Udara

Kelembaban udara menyatakan banyaknya uap air dalam udara. Jumlah uap air dalam udara ini sebetulnya hanya merupakan sebagian kecil saja dari seluruh atmosfer, yaitu bervariasi antara 0% sampai 5% dari jumlah masa udara. uap air ini merupakan komponen udara yang sangat penting ditinjau dari segi cuaca dan iklim (Friadi, 2019). Kelembaban udara adalah kandungan uap air dalam udara. Uap air

yang ada dalam udara berasal dari hasil penguapan air di permukaan bumi, air tanah, atau air yang berasal dari penguapan tumbuh-tumbuhan, alat ukur adalah Higrometer (Puspita, 2016).

Menurut Gunawan (2011) Kelembaban adalah kandungan total uap air di udara atau banyaknya kandungan uap air di atmosfer. Udara atmosfer adalah campuran dari udara kering dan uap air. Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak. Secara umum kelembaban (*Relative Humidity*) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah uap air yang ada di udara dan dinyatakan dalam persen dari jumlah uap air maksimum dalam kondisi jenuh (Puspita dan Yulianti, 2016).

Kelembaban udara dan suhu udara merupakan kondisi lingkungan yang dapat berpengaruh besar terhadap pertumbuhan tanaman. Kehidupan unsur - unsur biologi yang ada di dalam tanah seperti patogen, inang, dan juga berbagai macam mikroorganisme yang lain, sangat dipengaruhi oleh faktor kelembaban tanah. Apabila kelembaban tanah terlalu tinggi, maka peningkatan aktivitas zoospora yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp dapat mengganggu kesehatan tanaman. Kelembaban udara yaitu suatu kondisi yang disebabkan oleh air yang ada pada udara dengan bentuk uap air dapat mempengaruhi tingkat kebasahan udara. Udara hangat memiliki kandungan uap air lebih banyak, sedangkan pada kondisi udara dingin kandungan uap air lebih rendah. Jika udara yang mengandung banyak uap air didinginkan, maka suhu udara akan turun dan tidak dapat menahan uap air lebih banyak yang dapat menjadi uap air tersebut menjadi titik – titik air (Sutarman, 2017).

Menurut Anggara (2017), Kelembaban relatif yang terlalu rendah akan mendorong tanaman apel untuk berespirasi dan tanaman cenderung mengkerut dan kurus. Kelembaban relatif yang optimal untuk pertumbuhan pohon apel adalah sekitar 75-85 %. Kelembaban yang terlalu tinggi, akan menyebabkan serangan penyakit pada tanaman apel. Hal ini terjadi karena kelembaban tinggi sangat optimal untuk pertumbuhan jamur penyebab penyakit pada tanaman apel (Harahap, et al., 2013). Tingkat kelembaban (*Relative Humidity*) yang optimal bagi buah apel dapat dikelompokkan sebagai berikut:

Lembab = >85%

Optimal = 75%-85%

Kering = <75

2.3.3 Irradiasi Matahari

Posisi matahari dan kedudukan wilayah di permukaan bumi memberikan pengaruh nyata terhadap potensi radiasi matahari pada suatu wilayah. Potensi ini akan berubah tiap waktu, tergantung dari kondisi atmosfer, posisi (garis lintang), serta waktu (jumlah hari dalam tahun dan lama penyinaran matahari dalam satu hari) (Rifai et al., 2014). Informasi mengenai ketersediaan energi matahari merupakan hal yang penting dalam rangka mendukung usaha pemanfaatan energi matahari seperti sistem pemanfaatan energi matahari sebagai energi listrik alternatif (*photovoltaic/PV, solar concentrator, solar collector*), desain arsitektur atau kenyamanan termal bangunan, dan lain-lain (Suprobo A., 2020).

2.3.4 Curah Hujan

Curah hujan adalah adalah ketinggian air hujan yang terkumpul dalam penakar hujan pada tempat yang datar, tidak menyerap, tidak meresap dan tidak mengalir. Unsur hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air hujan setinggi satu milimeter atau tertampung air hujan sebanyak satu liter. Curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan tanaman apel adalah 1.000-2.600 mm/tahun dengan hari hujan 110-150 hari/tahun. Curah hujan merupakan salah satu variabel penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman apel manalagi. Curah hujan mempengaruhi ketersediaan air, air sendiri dibutuhkan tanaman untuk bermacam-macam keperluan. proses fotosintesis, mengubah zat hara menjadi makanan yang diperlukan, sangat memerlukan air disamping bantuan sinar matahari. Hujan yang turun terus menerus menyebabkan tanah menjadi basah sedangkan tanaman apel membutuhkan tanah yang kering untuk dapat tumbuh dengan baik. Selain itu, apabila curah hujan sangat tinggi, humus dan zat-zat makanan lainnya akan terhanyutkan oleh deras dan kuatnya aliran di permukaan tanah. Keadaan yang demikian menjadikan tanah mengalami kemerosotan kesuburan tanah karena semakin menipisnya bahan mineral dan zat makanan yang mengandung N₂. (Mayasari dan Djoko, 2015).

Menurut Rahaju (2014), adaptasi petani terhadap curah hujan yang tinggi adalah dengan menyemprot pestisida dengan interval waktu yang lebih pendek. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh bahwa penyemprotan pestisida dilakukan lebih sering untuk mencegah dan mengurangi kerontokan bunga yang berlebihan,

serta menjaga agar tanaman tidak terserang hama maupun penyakit akibat kelembaban tinggi karena curah hujan yang tinggi pula. Salah satu upaya responden dalam beradaptasi terhadap perubahan kelembaban adalah dengan melakukan pemangkasan cabang lebih banyak. Pada budidaya apel, pemangkasan produksi rutin dilakukan untuk menstimulasi pembentukan bunga. Pemangkasan produksi sangat menentukan jumlah bunga yang akan muncul. Selain itu dilakukan pula pemangkasan cabang, yaitu pemangkasan terhadap cabang-cabang yang kering atau terserang penyakit yang tidak dapat berproduksi lagi. Namun pada kondisi perubahan iklim dengan curah hujan tinggi, yang memicu peningkatan kelembaban dan terjadinya kabut, pemangkasan cabang dilakukan lebih intensif. Meskipun cabang-cabang tersebut masih produktif, tetapi jika dirasa kanopi pohon masih terlalu rimbun, maka cabang-cabang tersebut akan dipangkas. Tujuannya adalah untuk mengurangi kelembaban agar dapat meminimalisir timbulnya serangan penyakit (Rahaju, 2014).

2.3.5 Potensi Curah Hujan

Menurut Mawonike (2017), temperatur udara dan kelembaban relatif (RH) secara statistik memiliki dampak yang signifikan terhadap curah hujan yang terjadi. Menurut penelitian, temperatur berkontribusi sekitar 50% dari potensi hujan dan kelembaban berkontribusi sekitar 80% untuk potensi curah hujan. Menurut Azkia (2019), setiap kelembaban relatif (RH) naik 1%, maka curah hujan akan naik sebesar 62,29mm. Artinya, semakin tinggi nilai kelembaban, maka semakin tinggi juga potensi curah hujannya. Dalam banyak kasus, kelembaban diatas 85% memiliki potensi curah hujan yang tinggi, dan jika suhu lebih rendah 5 derajat dari

suhu normal maka memiliki potensi hujan yang tinggi. Dari dua kemungkinan tersebut, dapat memperkirakan potensi hujan dengan tingkat akurasi 70,4%.

2.4 Mikrokontroler

Menurut Sokop (2016), mikrokontroler (bahasa Inggris: *microcontroller*) merupakan sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya telah terdapat komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, bahkan ada beberapa jenis mikrokontroler yang memiliki fasilitas ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja.

Menurut Berlianti dan Fibriyanti (2020), mikrokontroler merupakan suatu sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. Dengan kata lain, *Microcontroller* adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja *microcontroller* sebenarnya membaca dan menulis data (Arlenny, 2018). Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote control*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan (Ratnadewi, 2018). Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan

mikroprosesor memori, dan alat *input output* yang terpisah, kehadiran *microcontroller* membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis.

Menurut Dharmawan (2017), mikrokontroler merupakan *chip* mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*). Mikrokontroler biasanya digunakan dalam sistem yang kecil, murah, dan tidak membutuhkan perhitungan yang sangat kompleks seperti dalam aplikasi di PC. Mikrokontroler banyak ditemukan dalam peralatan seperti *microwave*, oven, *keyboard*, CD *player*, VCR, *remote control*, robot, dll. Mikrokontroler berisikan bagian-bagian utama yaitu CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Memory Access*), ROM (*Read-Only Memory*), dan port I/O (*Input /Output*). Selain bagian-bagian utama tersebut, terdapat beberapa perangkat keras yang dapat digunakan untuk banyak keperluan seperti melakukan pencacahan, melakukan komunikasi serial, melakukan interupsi, dll. Mikrokontroler tertentu bahkan menyertakan ADC (*Analog-To-Digital Converter*), USB *controller*, CAN (*Controller Area Network*), dll.

Mikrokontroler bekerja berdasarkan program (perangkat lunak) yang ditanamkan didalamnya, dan program tersebut dibuat sesuai dengan aplikasi yang diinginkan. Aplikasi mikrokontroler normalnya terkait pembacaan data dari luar dan atau pengontrolan peralatan diluarnya. Contoh aplikasi yang sangat sederhana adalah melakukan pengendalian untuk menyalakan dan mematikan LED yang terhubung ke kaki mikrokontroler (Dharmawan, 2017).

Mikrokontroler memiliki jalur-jalur masukan (*port* masukan) serta jalur-jalur keluaran (*port* keluaran) yang memungkinkan mikrokontroler tersebut untuk bisa digunakan dalam aplikasi pembacaan data, pengontrolan serta penyajian informasi. Port masukan digunakan untuk memasukkan informasi atau data dari luar ke mikrokontroler. Contoh informasi yang dimasukkan ke mikrokontroler ini saklar yang dihubungkan ke kaki mikrokontroler, apakah sedang terbuka atau tertutup. Jalur masukan umumnya berupa jalur digital, dimana jalur ini digunakan oleh mikrokontroler untuk membaca keadaan digital (apakah logika 0 atau 1) yang diberikan oleh perangkat di luar mikrokontroler. Mikrokontroler tertentu berisikan ADC dengan sebagian dari jalur-jalur I/O-nya yang digunakan sebagai masukan analog. Jalur-jalur ini selanjutnya bisa digunakan untuk keperluan seperti pembacaan tegangan dari sensor suhu analog. Port keluaran digunakan untuk mengeluarkan data atau informasi dari mikrokontroler. Adanya port keluaran ini memungkinkan mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat seperti LED, motor, relay dan menyajikan informasi melalui perangkat seperti *seven-segment* dan LCD.

2.5 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah sesuatu yang amat rumit dan tidak menyenangkan. Namun, sekali seseorang mulai mengenalnya, ia pasti akan sangat tertarik dan akan menjadi pendatang baru untuk ikut serta mempelajari logika fuzzy. Logika fuzzy dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy *modern* dan metadis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, padahal sebenarnya konsep

tentang logika fuzzy itu sendiri sudah ada pada diri kita sejak lama. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*. Sebagai contoh: 1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari. 2. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayan yang diberikan 3. Anda mengatakan pada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini. 4. Penumpang taksi berkata pada sopir taksi seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir taksi akan mengatur pijakan gas taksinya. Menurut Agus Naba, logika fuzzy adalah: “Sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variabel*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata digunakan dalam *Fuzzy Logic* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia”. Mengenai logika fuzzy pada dasarnya tidak semua keputusan dijelaskan dengan 0 atau 1, namun ada kondisi diantara keduanya, daerah diantara keduanya inilah yang disebut dengan fuzzy atau tersamar. Secara umum ada beberapa konsep sistem logika fuzzy, sebagai berikut dibawah ini: Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu. Himpunan fuzzy yang merupakan suatu himpunan yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas. Fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1 Variabel linguistic yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam Bahasa alamiah dan bukan angka. Operasi dasar himpunan fuzzy

merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan fuzzy, Aturan (*Rule if-then*) fuzzy merupakan suatu pernyataan *if-then*, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan. Dalam proses pemanfaatan logika fuzzy, ada beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah cara mengolah *input* menjadi *output* melalui sistem inferensi fuzzy. Metode inferensi fuzzy atau cara merumuskan pemetaan, dari masukan yang diberikan kepada sebuah keluaran. Proses ini melibatkan fungsi keanggotaan, operasi logika, serta aturan *IF-THEN*. Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah sistem yang disebut dengan FIS (*Fuzzy Inferensi System*). Dalam logika fuzzy tersedia beberapa jenis FIS diantaranya adalah Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto (Yulianti, 2016).

2.5.1 Himpunan Fuzzy

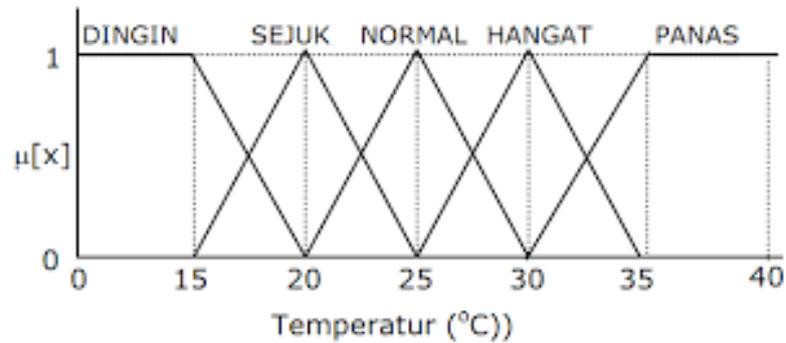
Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

1. Variabel fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

2. Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Sebagai contoh, variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu: DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS.



Gambar 2.3 Himpunan fuzzy pada variabel temperatur

Sumber : Yulianti (2016)

3 Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri kekanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

4 *Domain*

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, *Domain* merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri kekanan. Nilai *Domain* dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Perolehan Data beserta rentang nilai. Sebagian data diatas dipergunakan sebagai variabel masukan.

Pembentukan Fungsi Keanggotan Penelitian diawali dengan cara:

- a) Pengelompokan masing-masing variabel dengan masing-masing himpunan memiliki rentang nilai tertentu.

- b) Nilai keanggotaan (α -predikat) dilakukan dengan mengambil nilai minimum karena menggunakan operator AND
- c) Kurva untuk daerah tepi berbentuk bahu, sedangkan bagian tengah berbentuk segitiga. Untuk menentukan prakiraan cuaca umum, diperlukan kombinasi kriteria dari 3 variabel seperti pada gambar. Untuk mendapatkan keluaran, caranya dengan menghitung rata-rata terbobot berdasarkan rumus

Aplikasi Fungsi Implikasi, Komposisi dan Penegasan (Defuzzyfikasi) Setelah menerima *input* fungsi keanggotaan dari masing-masing himpunan, Langkah selanjutnya adalah mengkombinasikan himpunan-himpunan tersebut menjadi 27 aturan (R). Dengan menggunakan operator AND dalam kombinasi ini, maka penentuan predikat dilakukan dengan mencari nilai terkecil dari setiap kombinasi. Agar lebih mudah memahami proses implikasi, komposisi, dan defuzzy, kita asumsikan bahwa:

- a) Untuk fungsi keanggotaan Tekanan Udara, himpunan lemah diberi bobot 1, kuat diberi bobot 2, dan sangat kuat diberi bobot 3.
- b) Untuk fungsi keanggotaan Suhu udara: himpunan kecil di beri bobot 1, besar diberi bobot 2, dan sangat besar diberi bobot 3.
- c) Untuk fungsi keanggotaan Kelembaban udara: himpunan sedikit diberi bobot 1, sedang diberi bobot 2, dan banyak diberi bobot 3.

2.5.2. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode

yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: *max*, *additive*, dan *probabilistic OR* (probor).

1. Metode Max (*Maximum*)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$sf[X_i] \max(sf[X_i], kf[X_i]) \dots \dots \dots 2.1$$

dengan:

$sf[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$kf[X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

2. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua *output* daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$sf[X_i] \min(1, sf[X_i] + kf[X_i]) \dots \dots \dots 2.2$$

dengan

$sf[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$kf[X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

3. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua *output* daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$sf[X_i] (sf[X_i] + kf[X_i]) - (sf[X_i] * kf[X_i]) \dots \dots \dots 2.3$$

dengan

$sf[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$kf[X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

2.5.3. Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses yang dilakukan untuk mengubah variabel nyata menjadi variabel fuzzy, ini ditujukan agar masukan kontroler fuzzy bisa dipetakan menuju jenis yang sesuai dengan himpunan fuzzy. Pemetaan dilakukan dengan bantuan model dari fungsi keanggotaan agar dapat diketahui besar masukan tersebut (derajat keanggotaan). Setelah variabel tersebut ditentukan himpunan fuzzynya, kemudian menentukan *Domain* batas dari masing-masing himpunan fuzzy tersebut. *Domain* batas ditentukan berdasarkan data-data yang telah ada. Data-data tersebut dianalisa sehingga dihasilkan nilai batas dari setiap himpunan fuzzy pada setiap variabel tersebut. Adapun estimasi *Domain* batas tersebut yaitu dengan menentukan batas bawah, rata-rata, dan batas atas. Dari batas-batas tersebut maka tiap-tiap himpunan memiliki nilai, misal pada variabel kelembaban memiliki himpunan fuzzy Bernama kering, lembab, dan sangat lembab.

Defuzzifikasi merupakan sebuah bilangan tunggal, yaitu harga variabel masukan dan keluarannya adalah derajat keanggotaan dalam suatu fuzzy set dalam *antecedent*, maka masukan dan keluaran defuzzifikasi adalah sebuah set (dalam hal ini fuzzy set hasil agregasi) dan keluarannya adalah sebuah tunggal untuk diisikan ke sebuah variabel keluaran FIS. Ada beberapa jenis versi bilangan tunggal yang dimaksud tersebut. Mungkin yang paling populer adalah *center of area* atau

centroid dibawah kurva dari fuzzy set hasil agregasi. Transformasi yang menyatakan kembali keluaran dari dominan fuzzy dalam dominan *crisp*. Keluaran fuzzy diperoleh melalui eksekusi dari beberapa fungsi keanggotaan fuzzy. Terdapat tujuan metode yang dapat digunakan pada proses *defuzzifi height method (Max-Membership principle)*, dengan mengambil nilai fungsi keanggotaan terbesar dari keluaran fuzzy yang ada untuk dijadikan nilai keluaran dari seluruh fungsi keanggotaan keluaran fuzzy yang ada untuk dijadikan nilai defuzzifikasi, *centroid (center of gravity) method*, mengambil nilai tengah dari seluruh fungsi keanggotaan keluaran fuzzy yang ada untuk dijadikan nilai defuzzifikasi, *weighted average method*, hanya dapat digunakan untuk keluaran fungsi keanggotaan dari beberapa proses fuzzy mempunyai bentuk yang sama, *mean-max membership*, mempunyai prinsip kerja yang sama dengan metode maksimum tetapi lokasi dan fungsi keanggotaan maksimum tidak harus unik, *center of sums*, mempunyai prinsip kerja yang hampir sama dengan *weighted average method* tetapi nilai yang dihasilkan merupakan area respektif dari fungsi keanggotaan yang ada.

2.5.4. Aturan IF-THEN

Dari data penjelasan parameter-paramater fungsi keanggotaan sebagaimana diatas, kemudian dapat dibuat aturan *IF-THEN*. Basis aturan dibentuk dalam 2 bagian yaitu bagian parameter blok yang digunakan menyimpan nilai-nilai parameter dari satu aturan dan bagian lainnya adalah *Rulers block* yang digunakan untuk menyimpan aturan itu sendiri. Jumlah aturan *IF-THEN* yang dihasilkan merupakan perkalian sikma kemungkinan gejala-gejalanya (premis), yang kemudian dikurangi jumlah aturan yang dapat direduksi.

2.5.5. Logika Fuzzy menurut Sugeno

Menurut Fanoel Thamrin (2012) dalam membangun sebuah sistem fuzzy dikenal beberapa metode penalaran, antara lain: metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno. Pada perancangan peramalan cuaca akan digunakan metode Takagi Sugeno. Fuzzy metode Sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF-THEN*, dimana *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *Singleton* yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain. Untuk Orde 0 dengan rumus:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z=k,$$

Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke I sebagai antaseden (alasan), \circ adalah operator fuzzy (AND atau OR) dan k merupakan konstanta tegas sebagai konsekuen (kesimpulan). Sedangkan rumus Orde 1 adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n)$$

Pada metode Takagi Sugeno, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* harus dipersentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*firestrength*). Hasil akhirnya diperoleh menggunakan rata-rata terbobot. Misal ada 2 variabel *input*, var-1 { x } dan var-2 (y) serta 1 variabel *output* var-3 (z), dimana var-1 terbagi atas 2 himpunan yaitu A_1 dan A_2 dan var-2 terbagi atas himpunan B_1 dan B_2 . Sedangkan var-3 juga terbagi atas

2 himpunan yaitu C1 dan C2. Ada 2 aturan yang digunakan yaitu: [R1] IF (x is A1) and (y is B2) THEN (z is c1) [R2] IF (x is A2) and (y is B1) THEN (z is C2).

2.6. *Internet of Things*

IoT merupakan segala aktifitas yang pelakunya saling berinteraksi dan dilakukan dengan memanfaatkan internet (Sulistyanto dan Nugraha, 2015). Dalam penggunaannya *Internet of Thing* banyak ditemui dalam berbagai aktifitas, contohnya seperti banyaknya transportasi *online*, *e-commerce*, pemesanan tiket secara *online*, *live streaming*, *e-learning* dan lain-lain bahkan sampai alat-alat untuk membantu dibidang tertentu seperti *remote temperature sensor*, *GPS tracking*, and sebagainya yang menggunakan internet atau jaringan sebagai media untuk melakukannya.

Dengan banyaknya manfaat dari *Internet of Things* maka membuat segala sesuatu nya lebih mudah, dalam bidang pendidikan IoT sangat diperlukan untuk melakukan segala aktifitas dengan menggunakan sistem dan tertata serta sistem pengarsipan yang tepat (Sulaiman dan Widarma, 2018).

Menurut Maulana dan Julianto (2017), *Internet of Things*, atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. Pada dasarnya, *Internet of*

Things mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi *virtual* dalam struktur berbasis Internet. Istilah *Internet of Things* awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui *Auto-ID Center* di MIT.

Menurut (Arafat, 2016) *Internet of Things* atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju babak berikutnya, di mana bukan hanya *smartphone* atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. Namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet. Sebagai contohnya dapat berupa : mesin produksi, mobil, peralatan elektronik, peralatan yang dapat dikenakan manusia (*wearables*), dan termasuk benda nyata apa saja yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor dan atau aktuator yang tertanam.

2.7. Blynk

Blynk adalah platform baru yang memungkinkan Anda untuk dengan cepat membangun interface untuk mengendalikan dan memantau proyek *hardware* dari iOS dan perangkat Android. Setelah men-*download* aplikasi Blynk, kita dapat membuat *dashboard* proyek dan mengatur tombol, *slider*, grafik, dan *widget* lainnya ke layar. Menggunakan *widget*, Anda dapat mengaktifkan pin dan mematikan atau menampilkan data dari sensor. Blynk sangat cocok untuk antarmuka dengan proyek-proyek sederhana seperti pemantauan suhu atau

menyalakan lampu dan mematikan dari jarak jauh. Blynk adalah *Internet of Things* (IOT) yang dirancang untuk membuat *remote control* dan data sensor membaca dari perangkat arduino ataupun esp8266 dengan cepat dan mudah. Blynk bukan hanya sebagai "*cloud IOT*", tetapi blynk merupakan solusi *end-to-end* yang menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi. Salah satu masalah yang dapat menimbulkan masalah bagi yang belum tahu adalah *coding* dan jaringan. Blynk bertujuan untuk menghapus kebutuhan untuk coding yang sangat panjang, dan membuatnya mudah untuk mengakses perangkat kita dari mana saja melalui *smartphone*. Blynk adalah aplikasi gratis untuk digunakan para penggemar dan *developer* aplikasi, meskipun juga tersedia untuk digunakan secara komersial (Arafat, 2016).

Menurut Berlianti dan Fibriyanti (2020), blynk adalah *platform* untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali *module* Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan module sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode *drag and drop widget* (Berlianti, 2020).

2.8. Produk Awal

Produk awal yang menjadi dasar perancangan alat dalam penelitian ini merupakan produk alat pengukuran manual yang sudah digunakan sejak lama untuk kepentingan profesional dengan tingkat akurasi yang dapat dipercaya. Tujuan pembuatan alat dalam penelitian adalah untuk mengintegrasikan berbagai macam

fungsi dari alat manual terdahulu dan memproses luaran tiap alat guna menampilkan informasi yang ada dengan lebih cepat sehingga dapat membantu pengambilan keputusan dengan lebih cepat dan tepat. Berikut produk – produk terdahulu:

1. *Thermometer*
2. *Humidity Meter*
3. *Irradiance Meter*

Pengoperasian produk-produk tersebut masih dilakukan secara manual dan harus melakukan pengoperasian pada lokasi jika ingin mengetahui kondisi parameter yang butuh untuk diukur. Jika ingin mengambil suatu keputusan maka petani harus menuju lahan guna mengukur secara manual yang mana hal tersebut kurang efisien karena memakan waktu dan membutuhkan berbagai macam alat. Dari hal tersebut muncul-lah inspirasi untuk membuat alat yang mampu membaca parameter-parameter yang dibutuhkan petani untuk mengawasi kondisi lingkungan lahan secara *realtime* dan dapat dibaca kapan saja dan dimana saja.