PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PURWARUPA INTERNET OF THINGS (IOT) PEMANTAUAN KELEMBABAN TANAH UNTUK SISTEM PENGAIRAN MULTISUMBER

Budi Berlinton Sitorus[1],
[1] Staff pengajar Program Studi Teknik Informatika
Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie
Jl. Yos Sudarso Kav. 87 Sunter Jakarta Utara 14350
http://www.kwikkiangie.ac.id
budi.sitorus@kwikkiangie.ac.id

ABSTRAK

Internet of Things merupakan konsep dan metode untuk kontrol jarak jauh, monitoring, pengiriman data, dan berbagai tugas lainnya. IoT terhubung dengan suatu jaringan sehingga dapat di akses dimana saja sehingga dapat mempermudah berbagai hal. IoT dapat dimanfaatkan di berbagai bidang, salah satunya adalah bidang agrikultur. Pada bidang ini IoT dapat digunakan untuk mengatur berbagai hal untuk menunjang pertamanan. Tidak jarang sebuah rumah memiliki sumber air tidak hanya satu, dan biasanya hanya satu sumber yang digunakan untuk melakukan penyiraman. Pemilik kebun atau tanah menyiram tanaman satu persatu hanya menggunakan satu sumber air dan proses penyiraman dapat tidak merata karena hanya berdasarkan pengamatan penyiram saja . Hal ini tidak efisien sehingga dapat menurunkan hasil.
Pada penelitian ini akan dibuat purwarupa peralatan yang digunakan untuk irigasi yang berasal dari multisumber air berbasis IOT. Alat ini akan dilengkapi beberapa sensor yaitu sensor tanah dan sensor air. Peralatan ini diharapkan dapat membantu pemilik kebun atau tanaman untuk melakukan penyiraman otomatis dan akurat berdasarkan kadar air pada tanah.

Keywords: IoT, Remote quadcopter, Arduino

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

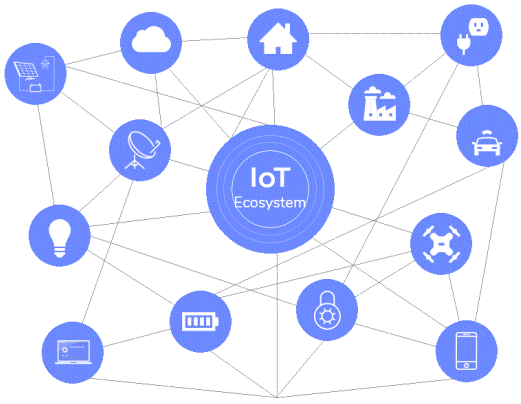
Dalam perkembangan teknologi informasi, aplikasi-aplikasi cerdas telah diperluas dari manusia menjadi banyak hal di sekeliling manusia-manusia tersebut. The Internet of Things atau sering disingkat IoT, bukanlah merupakan hal baru. IoT merupakan integrasi dari jaringan-jaringan sensor, Internet, komunikasi bergerak , komputasi awan, pemrosesan informasi cerdas dan hal lain termasuk teknologi jaringan dan informasi. IoT berfokus pada layanan informasi, integrasi sistem computer dengan persepsi, kognisi, , pengaruh dan control dari dunia fisik dengan koneksi-koneksi yang sangat banyak yang sifatnya isomeris antara jaringan terminal dan jaringan inti. Semuanya disatukan.

IoT menjadi semakin lebih terintegrasi dengan keseharian kehidupan namun tidak banyak orang yang menyadari hal tersebut, apa yang dapat dilakukan oleh IoT dan bagaimana keberadaannya yang ada dimana-mana. Berikut adalah beberapa fakta dan statistik terkait IoT :

- Tahun 2018, jumlah perangkat IoT yang saling terhubung akan melampaui perangkat bergerak.

- Diprediksi setelah tahun 2020, lebih dari 75% mobil-mobil baru akan memiliki konektivitas IoT di dalamnya.
- IoT merupakan konsep terkoneksinya alat-alat yang ada di sekitar orang ke internet atau antara alat yang satu dengan yang lain yang datanya tersimpan di internet, mulai dari smartphone, mesin cuci, lemari es, jam tangan, televisi, lampu, atau bahkan sofa.
- Menurut lembaga peneliti Gartner, nilai belanja atau pengeluaran untuk layanan IoT dari tahun ke tahun terus meningkat. Tahun lalu, pengeluarannya berjumlah $192,9 miliar, naik dari $156,8 miliar pada tahun 2014, dan diprediksi akan naik hampir 150 persen menjadi $481,8 milyar di tahun 2020.
- Menurut IC Insights pendapatan perusahaan dari layanan IoT sebagian besar masih bersumber dari pembangunan smartcities, atau kota pintar.
- Berdasarkan data dari Cybersecurity Insights Report AT&T, sebanyak 85 persen dari 5.000 perusahaan di seluruh dunia sedang dalam proses atau berencana untuk memasang peralatan berbasis IoT, namun hanya 10 persen yang memiliki kepercayaan diri bahwa mereka dapat mengamankan peralatan tersebut dari serangan peretas.
- IoT bukannya tanpa hambatan. Salah satu hal yang menjadi pekerjaan rumah terbesar dalam layanan IoT adalah masalah keamanan dan privasi.
- Akhir tahun lalu, perusahaan mainan digital yang berbasis di Hong Kong, Vtech, mengakui bahwa penjahat siber telah mengakses informasi personal dari 6,4 juta anak di dunia. Peristiwa ini tentunya dapat menjadi proyeksi kecil dari potensi gaduhnya masalah keamanan dan privasi terkait IoT di masa depan.

Gambar 1. menunjukkan ilustrasi tentang IoT, dimana banyak perangkat yang saling terhubung, mulai dari smartphone, PC, laptop, mobil, rumah, dan lain-lain melalui Internet. Perangkat-perangkat tersebut saling komunikasi satu dengan yang lain melalui jaringan Internet yang tentu saja ruang lingkupnya adalah bukan lagi lokal, nasional, regional namun sudah melingkupi dunia. Mnurut Atzori tahun 2010 , teknologi identifikasi dan penelusuran, jaringan sensor actuator, kabel dan nirkabel, protocol komunikasi generasi terbaru, dan juga penyebaran obyek-obyek pintar menjadi sangat relevan dan kontribusi apapun untuk perkembangan untuk IoT akan menjadi aktivitas yang sinergik yang diterapkan dalam berbagai bidang seperti telekomunikasi, informatika, elektronik dan sains sosial.



Gambar 1. Ilustrasi Koneksi IoT

Jaringan social, jaringan mobil, layanan kesehatan, pemantauan video, dan bentuk-bentuk lain dari layanan IoT secara perlahan

mengubah kehidupan keseharian orang-orang. Berhadapan dengan data informasi IoT yang sangat berlimpah, teknologi pencarian IoT digunakan untuk dengan cepat dan akurat memenuhi kebutuhan pencarian waktu nyata sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Salah satu bidang yang juga berkembang hingga saat ini adalah bidang agrikultur. Agrikultur merupakan salah satu cabang ilmu biologi Untuk memanfaatkan sumber daya hayati secara maksimal. Kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati ini termasuk diantaranya budidaya tanaman atau bercocok tanam, pembesaran hewan ternak, mencakup pula di dalamnya berupa pemanfaatan mikroorganisme dan bio enzim untuk pengolahan produk lanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Kehidupan di dunia saat ini sudah sangat bernuansa digital. Hampir semua di sekeliling manusia disentuh oleh mekanisme digital. Peranan teknologi telah menyebabkan sector agrikultur menjadi lebih terlihat lagi dari hari ke hari. Teknologi ini memainkan peranan yang sangat penting dalam berbagai hal dalam bidang ini tidak hanya terbatas dalam hal diagnostik bibit namun juga dalam memuktahirkan cara-cara lama dalam bidang agrikultur. Hal ini dapat dilihat dengan adanya beragam metodologi dan teknologi yang digunakan dalam sistem agrikultur. Di sisi yang lain, lahan pertanian yang tersedia juga semakin berkurang, dengan adanya banyak pembangunan-pembangunan yang secara tidak langsung juga akan mempengaruhi hasil-hasil bidang ini. Dibutuhkan adanya solusi untuk hal tersebut, agar dapat mengembalikan pertumbuhan bidang ini sekalipun penyusutan lahan yang tersebut.

Salah satu faktor penting dalam bidang agrikultur adalah irigasi atau pengairan. Dalam tahun-tahun terakhir, teknologi rumah hijau dalam bidang agrikultur mengarah pada sistem otomasi , dimana segala sesuatunya yang terlibat dalam sistem tersebut mengarah pada penggunaan dan pengembangan IoT pada penerapan yang lebih luas.

Agrikultur yang presisi merupakan sebuah konsep yan melibatkan jumlah takaran yang benar dari sumber-sumber daya yang ada untuk suatu kurun waktu tertentu secara tidak berlebihan dan sesuai dengan kebutuhan dari tanaman. Sumber-sumber daya yang ada seperti air, cahaya, pestisida, dan lain-lain. Untuk menerapkan agrikultur yang presisi maka penggunaaan IoT adalah merupakan salah satu solusi. Ide dasarnya adalah untuk memantau semua parameter yang dibutuhkan dalah agrikultur dan mengambil keputusan yang tepat untuk mengendalikan actuator. Paramater yang dimaksud seperti kelembaban tanah, temperature dan kelembaban sekita tanaman, dan intensitas cahaya. Semua parameter tersebut akan didasarkan pada sensor-sensor yang digunakan .

1.3 Tujuan penelitian

Dari latar belakang dan rumusan masalah yang ada di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun perangkat yang menerapkan IoT yang dapat mengambil keputusan yang tepat untuk melakukan agrikultur presisi dalam hal ini penggunaan multisumber air untuk pengairan tanah.

1.4 Manfaat penelitian

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah perangkat IoT yang menggunakan

mikrokontroler Arduino UNO untuk bidang agrikultur. Adapun fungsi dari perangkat ini adaah untuk menyalurkan pengairan pada tanah atau tanaman yang menggunakan bukan hanya satu sumber air namun lebih dari satu sehinngga perangkat dapat memilih sumber air mana yang akan digunakan serta perangkat juga dapat melakukan penghentian pengairan jika parameter yang dibutuhkan sudah cukup untuk tanah maupun tanaman berdasarkan sensor yang tersedia.

2. Kajian Pustaka

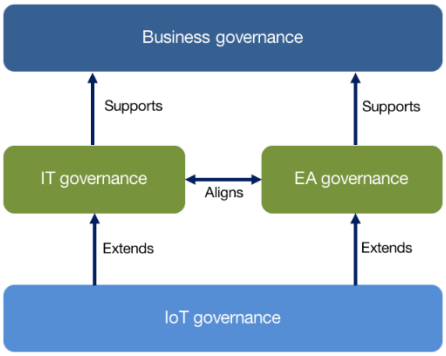
Internet of Things atau lebih dikenal dengan IoT merupakan jalur menuju dunia pintar dengan koneksi antara berbagai perngkat komputer dan berbagai jaringan untuk menyedia kemudahan akses dan aktifitas pemantauan untuk kondisi sekeliling. Menurut Chaouchi dan Bourgeau, Dalam IoT, lingkungan dan obyek obyek yang ada di dalamnya di kenal dengan istilah things, obyek atau mesin dilengkapi dengan teknologi komunikasi dan computer yang digabungkan dengan kerangka kerja komunikasi , dipertemukan dengan berbagai layanan berbasis orang ke orang, orang ke mesin dan mesin ke mesin. (Chaouchi & Bourgeau, 2018).

Contoh dari pemnafaatan dari IoT adalah otomasi rumah, dimana semua aktifitas yang ada di dalam rumah dapat dikontrol secara remot seperti biasanya. Untuk menyalakan lampu biasanya orang akan menuju ke saklar lampu tersebut, menyalakan lampu tersebut, namun dengan menggunakan IoT, maka hal tersebut dapat dilakukan melalui smartphone yang terhubung dengan internet.

Menurut Gantait , solusi IoT merupakan hal yang kompleks. Integrasi semua perangkat yang terkoneksi dan layanan IT memiliki tantangan utama dalam jaringan, komunikasi , volume data, analisis waktu riil dan keamanan. Solusi IoT melibatkan teknologi-teknologi yang berbeda dan memerlukan siklus pengembangan yang kompleks termasuk pengujian yang signifikan dan pemantauan yang berkesinambungan. Untuk mengatasi hal tersebut organisasi IT harus memperhatikan hal-hal berikut :

- Mengembangkan strategi teknis yang komprehensid untuk mengatasi kompleksitas
- Mendefinisikan arsitektur acuan untuk solusi IoT
- Mengembangkan ketrampilan yang dibutuhkan untuk merancang, mengembangkan dan menyebarkan solusi
- Mendefinisikan kebijakan dan proses-proses pengelolaan IoT

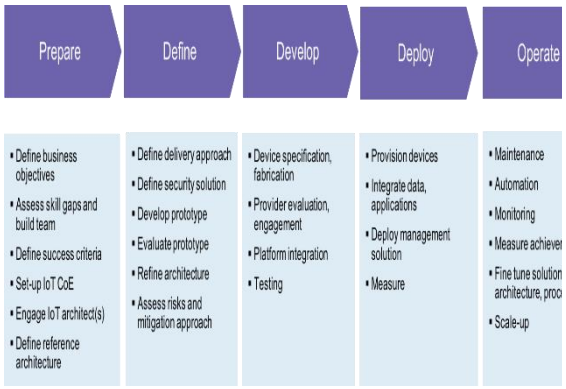
Pengaturan solusi IoT dapat dipandang sebagai pengaturan bisnis aplikasi, pengaturan IT dan arsitektur IoT dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Model pengaturan solusi IoT

Keterlibatan IoT yang sukses membutuhkan pendefinisian strategi teknis yang melibatkan pengembangan arsitektur referensi, pengambilan keputuhan platform teknologi, dan pengembangan proses-proses yang dibutuhkan untuk merancang, mengembangkan dan mengoperasikan solusi IoT. Jika tidak ada strategi teknis

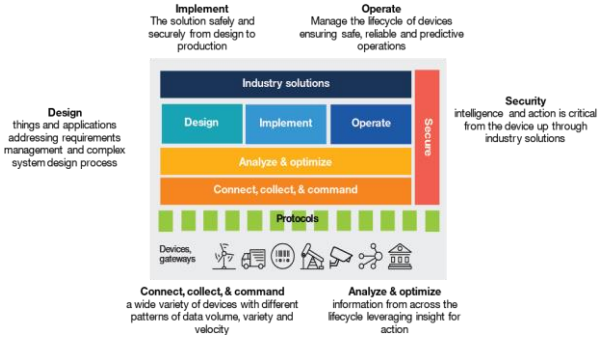
IoT yang didefinisikan maka tim-tim yang ada harus mendefinisikan pendekatan masing-masing yang dapat menyebabkan biaya yang lebih besar atau bahkan peluang kegagalan yang juga besar. Gambar 3 menunjukkan strategi teknis yang melibatkan aktivitas-aktivitas dan juga peran, tanggung jawab serta pmekanisme penyampaian yang jelas .



Gambar 3 Fase-fase, peran, dan penyampaian strategi teknis IoT

Untuk memastikan konsistensi terhadap semua proyek IoT yang terkait, solusi IoT harus mengadopsi kerangka kerja yang dapat diulang, dan mengembangkan referensi arsitektur yang akan dapat digunakan sebagai panduan dalam implementasi IoT secara individu. Setiap proyek tidak mendefinisikan cara masing-masing namun mengacu pada referensi arsitektur tersebut.

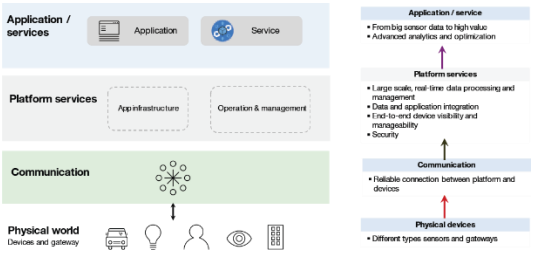
Sebuah referensi arsitektur IoT menyediakan sekumpulan pola-pola arsitektur, sandar-standar dan panduan praktis untuk digunakan dalam pengembangan solusi IoT. Penggunaan arsitektur yang telah disetujui awakan mengurangi resiko dan biaya, dengan cara mengurangi jumlah dan rancangan aktivitas-aktivitas dalam proyek.



Gambar 4. Ekosistem IoT

Gambar 4 menunjukkan sebuah ekosistem IoT. Ekosistem ini memerlukan koneksi ke semua tipe rai perangkat-perangkat yang ada dan mengumpulkan serta menyimpan data dengan aman. Solusi IoT yang lengkap termasuk semua komponen-komponen dari ekosistem termasuk perangkat-perangkat, jaringan, piranti lunak, layanan-layanan dan keamanan dari solusi secara keseluruhan. Referensi arsitektur IoT harus mempertimbangkan semua aspek dari ekosistem IoT seperti terlihat pada gambar 3. Data dibangkitkan dari perangkat-perangkat, dan sinyal-sinyal internal digunakan oleh para pengguna atau operasi-operais otomasi. Data waktu riil dan analisis waktu nyata tersebut memampukan aksi-aksi berbasis waktu. . Jenis dari industry dan kondisi alamiah data akan mengendalikan keluaran dan pemilihan dari arsitektur referensi. Bagaimanapun juga, pengumpulan dan penyimpanan data dari perangkat-perangkat hanya merupakan Langkah awal. Nilai dari solusi-solusi IoT dapat ditingkatkan dengan menambahkan lebih lagi analisis dan kemampuan-kemampuan optimasi. Referensi arsitektur ini harus dapat mengatasi kemampuan-kemampuan yang lebih lanjut. Semua lapisan dari solusi IoT harus dilindungi dari celah-celah dan serangan-serangan yang potensial. Referensi arsitektur ini dapat membantu memastikan bahwa keamaan

bukan merupakan fitur tambahan yang baru dipikirkan kemudian.



Gambar 5 Referensi arsitektur IoT sederhana

Gambar 5 diatas menunjukkan sebuah referensi arsitektur IoT sederhana yang dapat menjadi solusi bagi sebuah organisasi . Terdapat empat lapisan layanan yaitu lapisan aplikasi, lapisan platform, lapisan komunikasi dan lapisan perangkat fisik.

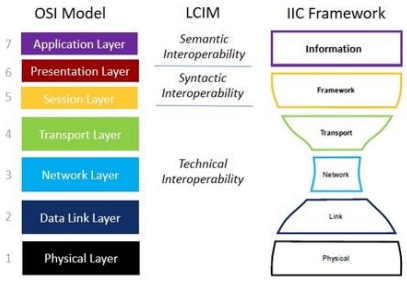
Category	2016	2017	2018	
Consumer	3,963.0	5,244.3	7,036.3	12,8
Business: Cross-Industry	1,102.1	1,501.0	2,132.6	4,3
Business: Vertical-Specific	1,316.6	1,635.4	2,027.7	3,1
Grand Total	**6,381.8**	**8,380.6**	**11,196.6**	**20,4**

Source: Gartner (January 2017)

Gambar 6. Jumlah signifikan dari penggunaan IoT

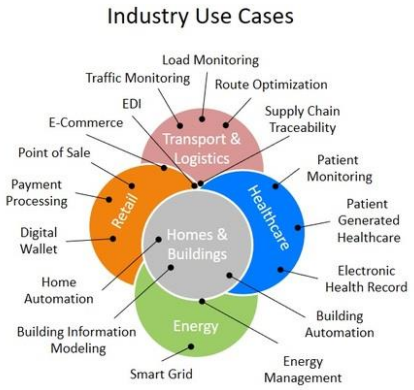
Faktor yang terpenting adalah interoperabilitas atau kemampuan sebuah computer sistem atau piranti lunak sistem untuk menukar atau menggunakan informasi dari semua perangkat yang terlaibat. Sebelumnya, interoperabilitas telah didefinisikan dalam konteks komunikasi-komunikasi jaringan, namun jutaan perangkat yang saling terhubung itu bervariasi mulai dari rumah pintar dan otomasi gedung untuk penghematan energi hingga bidang retail, kesehatan dan transportasi, sehingga definisi yang lebih luar saat ini dibutuhkan yang mempertimbangkan pengaruh silang domain dari interoperabilitas tersebut.

Lapisan 1 hingga 4 dari model OSI menyediakan teknologi infrastruktur , interoperabilitas baik secara sintaktis maupun secara semantic yang bergantung pada format spesifik industry and protocol yang dioptimasi berdasarkan jenis dari sistem dan data yang tersedia. Kenyataan ini bahkan lebih rumit dengan adanya jutaan investasi tehadap jaringan infrastruktur yang sudah ada untuk mendukung komunikasi mesin-ke-mesin atau dikenal dengan M2M. Untuk memfasilitasi hal tersebut, the Industrial Internet Consortium (IIC), mempublikasikan the “Industrial Internet Connectivity Framework,” or IICF . IICF ini mendefinisikan ulang model OSI dengan melakukan kombinasi lapisan Presentasi dan Sesi untuk memastikan bagaimana data dikirim dari satu node ke node lainnya seperti ditunjukkan pada gambar 7.



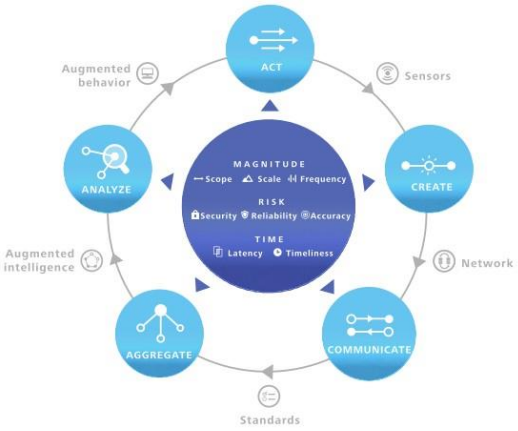
Gambar 7. Kerangka Kerja IIC

Menurut John, tantagan kunci untuk interoperabilitas semantik adalah kemampuan untuk memampukan interoperabilitas terhadap industry yang berbeda, dimana masing-masing memiliki lingkungan sendiri dan usecase interoperabilitas sendiri. Gambar 8 di dibawah menunjukkan usecase industry yang diuntungkan dari interoperabilitas semantik.



Gambar 8. Usecase industry

Pada tahun 1991 Mark Weiser, then of Xerox PARC, melihat adanya tren ekstrapolasi dari teknologi dan lebih dikenal dengan istilah "ubiquitous computing," dunia dimana semua jenis obyek dapat saling mendeteksi, berkomunikasi , menganalisis dan beraksi maupun bereaksi terhadap manusia. Gambar 9 menunjukkan lingkaran nilai informasi .



Gambar 9 The Information Value Loop

Fase dalam lingkaran tersebut dimulai dari CREATE, COMMUNICATE, AGGREGATE, ANALYZE, dan ACT. CREATE artinya penggunaan sensor-sensor untuk membangkitkan informasi tentang status atau kejadian fisik. Fase kedua adalah komunikasi yang berarti perpindahan informasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Fase ketiga adalah agregasi . Agregasi artinya mengumpulkan semua informasi yang telah dibuat pada waktu yang berbeda atau dari sumber yang berbeda. Fase keempat adalah analisis. Fase ini melibatkan penilaian terhadap pola-pola atau hubungan-hubungan antar fenomena yang mengarah ke deskripsi, prediksi dan preskripsi untuk melakukan Tindakan . Fase terakhir adalah Tindakan, yang berarti melakukan inisiasi, perawatan atau pengubahan status atau kejadian fisik.

Technology	Definition	Examples
Sensors	A device that generates an electronic signal from a physical condition or event	The cost of an accelerometer has fallen to 40 cents from $2 in 2006.[2] Similar trends have made other types of sensors small, inexpensive, and robust enough to create information from everything from fetal heartbeats via conductive fabric in the mother's clothing to jet engines roaring at 35,000 feet.[3]
Networks	A mechanism for communicating an electronic signal	Wireless networking technologies can deliver bandwidths of 300 megabits per second (Mbps) to 1 gigabit per second (Gbps) with near-ubiquitous coverage.[4]
Standards	Commonly accepted prohibitions or prescriptions for action	Technical standards enable processing of data and allow for interoperability of aggregated data sets. In the near future, we could see mandates from industry consortia and/or standards bodies related to technical and regulatory IoT standards.
Augmented intelligence	Analytical tools that improve the ability to describe, predict, and exploit relationships among phenomena	Petabyte-sized (10^{15} bytes, or 1,000 terabytes) databases can now be searched and analyzed, even when populated with unstructured (for example, text or video) data sets.[5] Software that learns might substitute for human analysis and judgment in a few situations.
Augmented behavior	Technologies and techniques that improve compliance with prescribed action	***Machine-to-machine*** interfaces are removing reliably fallible human intervention into otherwise optimized processes. Insights into human cognitive biases are making prescriptions for action based on augmented intelligence more effective and reliable.[6]

Source: Deloitte analysis.

Gambar 10 Technologi yang mendukung Internet of Things

Setiap tahapan dari lingkaran dihubungkan ke tahapan-tahapan lain yang dihubungkan ke tahapan lain yang lebih spesifik, seperti ditunjukkan pada gambar 10.

Signifikansi strategis dari IoT lahir dari adanya kemampuan untuk memecah Batasan-batasan dan untuk membuat informasi tanpa adanya obserasi manusia yang dimana semuanya lebih tidak terlihat sebelumnya , saat ini menjadi lebih jelas. Pembuatan informasi dating dari aksi sensor-sensor, istilah umum yang dimaksudkan untuk menangkap konsep dari sistem pendeteksi dengan sensor-sensor, mikrokontroler, modem,

sumber daya, dan perangkat-perangkat lainnya yang terlibat.

Sebuah sensor melakukan konversi sinyal non elektris menjadi sinyal elektris yang dapat dikirim ke rangkaian elektronik. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) menyediakan definisi formal untuk sensor yaitu sebuah perangkat elektronik yang memproduksi data elektrik, optik dan digital yang diturunkan dari kejadian atau kondisi fisik. Data yang diproduksidari sensnor-sensor ini kemudian dipindahkan ke perangkat lain menjadi informasi keluaran yang bermanfaat untuk pengambilan keputusan oleh perangkat atau orang yang pintar.

Menurut Fraden, pilihan terkait sensor didasarkan pada adanya keperluan untuk pengukuran sinyal tertentu. Ada beberapa faktor umum yang menentukan kesesuaian sensor dengan aplikasi yang akan bekerja dengan sensor sebagai berikut :

- Akurasi: suatu ukuran bagaimana sebuah sensor melaporan sinyal . Misalnya saat air mencapai 52%, sebuah sensor yang melaporkan sinyal dengan nilai 52,1 akan lebih akurat dibandingkan dengan sensor yang memberi nilai 51,5.
- Pengulangan: Sebuah sensor akan secara konsisten melaporkan respon yang sama saat berhubungan dengan obyek yang sama.
- Jangkauan: pita dari sinyal masukan yang dapat ditunjukkan oleh sebuah sensor dengan akurat. Sinyal masukan yang melebihi batas dapat mengakibatkan laporan yang tidak akurat.
- Gangguan: Fluktuasi dari sinyal keluaran dapat menyebabkan kesalahan informasi.
- Resolusi: Perubahan terkecil yang sifatnya menaik yang dibutuhkan sebuah sensor untuk mendeteksi dan membuat laporan.
- Selektifitas Kemampuan sebuah sensor untuk memilih dan melaporkan sebuah sinyal.

3. Kerangka Pemikiran dan Metodologi

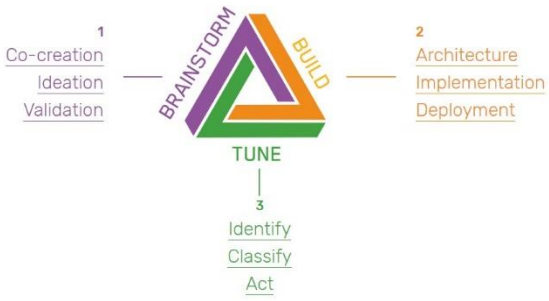
Menurut latar belakang teori yang ada, kerangka pemikiran untuk mengimplementasikan sebuah perangkat IoT adalah berdasarkan konsep yang ada pada gambar 3.1 sebagai berikut :

Gambar 11 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam gambar terdiri dari lima fase yaitu persiapan, pendefinisian, pengembangan, penyebaran dan pengoperasian. Fase pertama adalah persiapan yang meliputi tujuan bisnis, pendefinisian kriteria sukses, melakukan konfigurasi IoT dan pembuatan arsitektur IoT. Tujuan bisnis dalam penelitian ini adalah perancangan dan pembuatan perangkat yang akan digunakan untuk menjadi solusi dalam bidang agrikultur khusus untuk kebutuhan pengairan tanah atau tanaman. Untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut maka dibutuhkan beberapa kriteria sukses terkait tercapainya agrikultur presisi seperti yang dituliskan sebelumnya pada bagian rumusan masalah, selain dari hal-hal tersebut, tahap ini juga meliputi perancangan arsitektur dari IoT dari perangkat pengairan multisumber tersebut. Fase selanjutnya adalah pendefinisian. Tahap ini terdiri dari beberapa proses yaitu

pendefinisian pendekatan penyampaian dan solusi keamanan hingga pengembangan dan evaluasi purwarupa sekaligus penyempurnaan arsitektur yang ada. Pelaksanaan dari penelitian ini dibatasi hanya hingga fase pendefinisian sedangkan ketiga tahapan lainnya, pengembangan, penyebaran dan pengoperasian diabaikan untuk sementara waktu.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan siklus hidup Internet of Things Methodology (IOTM). Gambar 12 menunjukkan diagram untuk IOTM ini.



Gambar 12 Metodologi IoT

Siklus hidup IOT ini terdiri dari 3 fase yaitu Brainstorm, Build dan Tune. Tahapan brainstorm meliputi co-creation, ideation and validation. Pada tahapan co-creation, penelitian melakukan studi literatur tentang penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki topik dalam kelompok yang sama yaitu perkembangan IoT yang berhubungan dengan bidang agrikultur. Setelah melakukan studi literatur , maka penelitian belum menemukan adanya gagasan terkait pengairan yang dibantu dengan prinsip IoT namun menggunakan sumber bukan hanya satu sumber namun dalam lebih dari satu sumber. Gagasan ini muncul dengan pengamatan oleh penelitian dari fakta bahwa hampir setiap rumah memiliki taman atau kebun kecil , yang biasanya pemilik taman atau kebun tersebut tentu saja akan memiliki rutinitas penyiraman taman atau kebun kecil tersebut. Proses penyiraman tanaman tersebut dapat dilakukan oleh pemilik langsung maupun bukan pemilik taman atau kebun tersebut.

Tahapan selanjutnya dalam fase pertama siklus ini adalah ideation. Kebiasaan yang umum terjadi selama ini adalah penyiram taman atau kebun, akan menyirami tanaman mereka hingga penyiram menganggap bahwa kebutuhan air untuk tanah maupun tanaman sudah cukup berdasarkan pengamatan penyiram, namun hal tersebut belum tentu benar karena kebutuhan air untuk sebuah tanaman ditentukan berdasarkan kondisi air saat itu yang ada pada tanah. Untuk menentukan kecukupan air yang lebih akurat maka perlu adanya parameter yang dapat diukur dengan jelas.

Rumah atau pemukiman menunjukkan beberapa kondisi tertentu, misalnya rumah atau pemukiman dapat memiliki lebih dari satu sumber air. Berdasarkan pengamatan peneliti, rumah hanya akan menggunakan satu sumber air untuk mengairi taman atau kebun sekalipun memiliki lebih dari satu sumber air. Hal tersebut merupakan contoh kondisi yang kurang optimal karena sebenarnya sumber air yang dapat digunakan untuk irigasi taman atau tanah tersebut dapat dimanfaatkan semuanya dan bukan hanya satu sumber air saja.

Penyiraman tanaman yang dilakukan oleh orang memiliki beberapa kelemahan diantaranya adalah harus adanya orang yang selalu dalam waktu tertentu melakukan penyiraman tersebut dan kadar air yang disiram ke tanaman atau tanah belum tentu memenuhi kecukupan dari kebutuhan tanaman karena hanya berdasarkan anggapan kecukupan dari pengamatan penyiram tanaman saja.

Berdasarkan kajian literatur, perlu dilakukan pendekatan agrikultur presisi dalam rangka memastikan kebutuhan yang tepat untuk hal-hal yang diperlukan oleh tanaman maupun tanah, dalam hal ini yang menjadi focus adalah penyiraman air ke tanah.

Berdasarkan pemaparan diatas maka gagasan yang diperoleh peneliti adalah bagaimana memanfaatkan teknologi IoT sebagai sistem yang dapat secara otomatis mendeteksi kondisi air yang terkandung dalam tanah untuk kemudian melakukan penyiraman terhadap tanah tempat tanaman berada dengan menggunakan air dari sumber yang lebih dari satu sumber air. Sistem dapat memilih sumber air yang memiliki kapasitas air yang cukup untuk kemudian mengambil air dari sumber tersebut.

Fase kedua adalah membangun yang meliputi aktivitas pembangunan arsitektur, implementasi dan penyebaran. Pembangunan arsitektur ini melibatkan perangkat mikrokontroler yang menjadi kendali dari seluruh sistem pengairan ini. Arsitektur lebih detail akan dipaparkan di bab selanjutnya. Kemudian fase ini dilanjutkan dengan implementasi. Implementasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pembangunan purwarupa dari sistem pengairan multi sumber ini.

Fase ketiga adalah tune. Fase ini terdiri dari pengidentifikasian, pengklasifikasian dan penyebaran. Tahapan dalam penelitian ini juga hingga fase kedua, sehingga penyelesaikan penelitian dibatasi dan fase ketiga tidak dilakukan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Survei Awal

Dalam kerangka kerja yang telah dipaparkan di bab sebelumnya, fase pertama dalam kerangka kerja tersebut adalah Brainstorm. Dalam fase tersebut terdapat proses validation. Dalam rangka memenuhi proses ini, maka dibuatlah kuestioner secara online, untuk memperoleh gambar secara umum terkait dengan kondisi taman atau kebun, maka dibuatlah sebuah kuestioner online untuk menggali data dari 19 orang responden yang dipilih secara acak. Kuestioner ini terdiri dari 10 butir pertanyaan terkait dengan kondisi kepemilikan taman atau kebun, periode dan durasi penyiraman, sumber air digunakan dan juga model penyiraman yang dilakukan. Kuestioner dapat dilihat di bagian lampiran.

Dari 19 orang responden, lebih dari 50% memiliki kebun atau taman di rumahnya. Gambar 13 menunjukkan prosentase hasil responden dari pertanyaan terkait kepemilikan kebun atau taman dirumah.

Gambar 13 Hasil responden tentang kepemilikan kebun/taman

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa 52,6% atau 10 orang responden memiliki kebun atau taman di rumah responden sedangkan sisanya , 9 orang responden atau 47,4% tidak memiliki kebun/tanah . Jika responden menjawab tidak memiliki kebun atau tanah, maka responden akan diminta untuk menjawab pertanyaan terkait perangkat otomatis penyiram kebun atau taman. Sepuluh orang responden yang menjawab memiliki kebun atau taman melanjut ke pertanyaan terkait berapa kali

dalam sehari pemilik kebun atau taman melakukan penyiraman tanaman. Opsi jawaban yang disediakan adalah satu kali, dua kali dan lebih dari dua kali. Hasil dari butir pertanyaan tersebut dapat dilihat pada gambar 14.

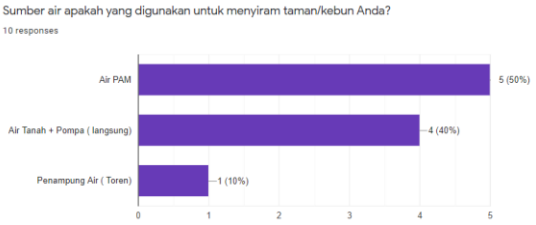
Gambar 14 Prosentasi frekuensi penyiraman tanaman atau kebun

Dari sepuluh orang responden yang memiliki tanaman atau kebun, kebanyakan pemilik taman atau kebun hanya melakukan penyiraman satu kali dalam sehari, yaitu sebesar 70% sedangkan sisanya sebesar 30% adalah melakukan penyiraman sebanyak satu kali.

Pertanyaan selanjutnya, masih untuk sepuluh responden penelitian tersebut, terkait dengan ukuran dari taman atau kebun yang dimiliki. Terdapat tiga opsi jawaban yaitu kecil, sedang dan besar. Dari sepuluh responden tersebut, 80% memiliki ukuran kebun yang kecil sedangkan 20% memiliki taman atau kebun dengan ukuran besar. Besar kecilnya ukuran taman dapat berpengaruh terhadap durasi penyiraman dari taman atau kebun tersebut. Gambar 15 menunjukkan diagram untuk butir pertanyaan ini .

Gambar 15 Prosentasi ukuran kebun atau taman pemilik

Pertanyaan selanjutnya dalam kuestioner terkait dengan sumber air yang digunakan untuk menyirami kebun tersebut. Pilihan yang disediakan adalah Air PAM, Air Tanah yang dibantu pompa, dan air yang bersumber dari toren atau penampung air. Dari sepuluh responden, 50% menggunakan sumber air PAM, 40% menggunakan air tanah dan sisanya 10% menggunakan Penmpung air atau toren. Gambar 16 menunjukkan ringkasan dari butir pertanyaan tersebut.



Gambar 16 Respon sumber air digunakan untuk penyiraman

Pertanyaan berikut terkait dengan berapa lama waktu rata-rata yang digunakan untuk melakukan penyiraman pada taman atau kebun. Peneliti membagi menjadi tiga pilihan jawaban yaitu kurang dari 30 menit, antara 30 menit dan 60 menit, serta lebih besar dari 60 menit. Dari jawaban yang diberikan oleh responden, rata-rata waktu yang dibutuhkan adalah maksimal 60 menit, tidak ada yang melakukan penyiraman lebih dari 60 menit. Gambar 17 menunjukkan ringkasan dari respon tersebut.

Gambar 17. Waktu rata-rata penyiraman

Dari gambar 17, dapat disimpulkan bahwa tidak ada pemilik kebun yang menyirami kebun atau tanaman mereka yang melebihi 60 menit, 90% dari pemilik kebun menghabiskan waktu penyiraman kurang dari 30 menit.

Dalam kuestioner yang diberikan kepada responden, pertanyaan-pertanyaan tersebut dibagi menjadi beberapa bagian. Pertanyaan selanjutnya masuk dalam bagian berikutnya yaitu terkait bantuan dari orang lain saat melakukan penyiraman. Pertanyaan ini berhubungan dengan pertanyaan di bagian sebelumnya, seperti terlihat pada gambar 18

Gambar 18 Bantuan orang untuk penyiraman kebun

Dari hasil responden diperoleh bahwa 60% dari responden melakukan penyiraman kebun atau taman sendiri tanpa bantuan orang lain sedangkan 40% dari responden memilih jawaban tidak menyiram kebun sendiri, dengan asumsi, penyiraman kebun dilakukan dengan bantuan orang lain. Pertanyaan ini akan berkaitan dengan pertanyaan pada bagian selanjutnya. Pertanyaan berikut yang terkait dengan pertanyaan pada gambar 18 adalah seperti ditunjukkan pada gambar 19.

Gambar 19 Penyiraman dengan bantuan tidak memerlukan biaya

Gambar 19 menunjukkan bahwa empat orang responden yang memilih jawaban memiliki bantuan orang lain dalam melakukan penyiraman kebun, maka semua dari respon tersebut yaitu sebanyak empat orang, tidak membayar biaya lagi untuk orang yang membantu penyiraman tersebut.

Pertanyaan selanjutnya terkait dengan antisipasi yang dilakukan pada saat bantuan dari orang lain saat melakukan penyiraman tidak dapat dilakukan maka hasil pilihan yang ada dapat dilihat pada gambar 20 . Dari empat responden yang ada, 50% atau setengah dari pemilik kebun yang mendapatkan bantuan dari orang lain untuk melakukan penyiraman kebun, jika bantuan sedang berhalangan, akan tetap melakukan penyiraman yang diasumsikan , penyiraman dilakukan sendiri oleh pemilik kebun , sedangkan setengah dari responden atau 50% yang lain, akan menunggu hingga orang yang membantu masuk , baru penyiraman kebun dilakukan.

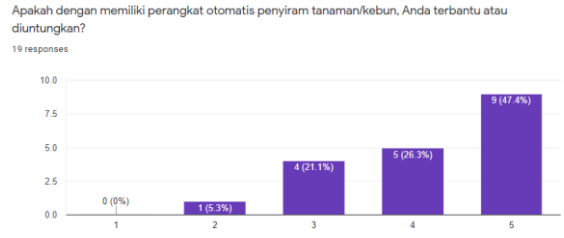
Gambar 20 Alternatif penyiraman jika bantuan berhalangan

Bagian selanjutnya dari kuestioner ini terkait dengan peluang untuk penggunaan

perangkat otomatis penyiraman tanaman. Pada gambar 21 terlihat dari 19 responden yang ada, mayoritas menunjukkan ketertarikan dengan adanya prangkat otomatis penyiraman. 31,6% ada enam orang responden memiliki ketertarikan tinggi, 42,1% atau delapan orang memiliki ketertarikan dan 21,1% atau empat orang cukup tertarik dengan gagasan perangkat otomatis penyiraman. Hanya satu dari sembilan belas orang yang memilih jawaban kurang tertarik dengan dengan gagasan perangkat otomatis penyiraman kebun tersebut.

Gambar 21 Peluang ketertarikan perangkat otomatis

Dari hasil responden pada butir pertanyaan di gambar 21, dapat disimpulkan bahwa gagasan perangkat otomatis penyiraman ini memiliki peluang untuk dikembangkan karena mayoritas jawaban dari responden menunjukkan ketertarikan tersebut. Pertanyaan selanjutnya adalah terkait dengan manfaat jika perangkat penyiraman otomatis ini digunakan untuk melakukan penyiraman. Hasil dari butir pertanyaan ini dapat dilihat pada gambar 22.

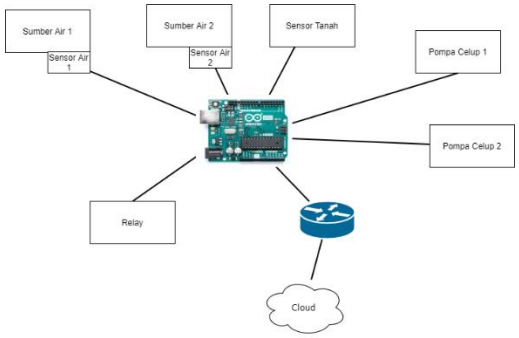


Gambar 22. Manfaat gagasan perangkat otomatis penyiraman

Dari hasil pada gambar tersebut, Sembilan responden atau 47,4% memilih jawaban sangat terbantu, lima orang atau 26,3% memilih terbantu, dan empat orang atau 21,1% memilih jawaban cukup terbantu. Hanya satu orang dari seluruh responden yaitu sembilan belas orang yang memilih kurang terbantu.

5.2 Desain Arsitektur

Fase selanjutnya dalam kerangka kerja adalah Build. Fase ini memiliki tiga proses yaitu Architecture, Implementation dan Deployment. Dalam proses Architecture, dibuat desain arsitektur dari sistem penyiraman otomatis ini. Perangkat otomatis penyiraman kebun atau tanaman ini dirancang menggunakan perangkat mikrokontroler Arduino UNO yang dihubungkan dengan dua jenis sensor dan sebuah relay sebagai penguat arus listrik untuk menyalakan pompa. Gambar 23 menunjukkan diagram sistem perangkat ini.



Gambar 23. Desain Arsitektur Sistem

Dalam gambar 23, Arduino UNO sebagai mikrokontroler berfungsi untuk mengontrol semua perangkat yang terhubung mulai dari sensor air 1, sensor air 2, sensor tanah, pompa celup 1, pompa celup 2 dan juga sebuah relay yang berguna untuk memperkuat sinyal. Sebuah mikrokontroler Arduino memiliki hingga 13 pintu masuk atau keluar sinyal digital dan memiliki

hingga 6 pintu masuk atau keluar untuk sinyal analog. Dengan kondisi tersebut, maka sensor air yang terhubung dan dikontrol oleh Arduino dapat lebih dari satu, hingga maksimal 7 perangkat. Pada gambar diatas, Arduino telah terhubung dengan dua sensor dan satu sensor tanah, sehingga peluang untuk menambah sensor lain masih tersedia tiga lagi.

5.3 Implementasi

Proses selanjutnya dalam fase kedua adalah implementation. Dalam proses ini , dilakukan pembuatan purwarupa sistem ini. Berdasarkan gambar desain arsitektur pada halaman sebelumnya, maka dilakukan pembuatan purwarupa dari arsitektur tersebut. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrokontroler Arduino UNO R3. Spesifikasi dari perangkat ini dapat dilihat pada gambar 24

DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32KB(Atmega328P) 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (Atmega328P)
EEPROM	1 KB (Atmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6

Gambar 24. Spesifikasi Arduino UNO R3

Komponen-komponen yang digunakan selain mikrokontroler Arduino adalah sebagai berikut :

- Sensor Air
- Pompa Celup
- Sensor Tanah Kapasitif
- Relay Module
- Breadboard

Sensor air yang digunakan untuk mendeteksi air. Sumber air yang digunakan akan memiliki kapasitas penampung air yang bervariasi. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi ketersediaan air. Jika kapasitas air pada sebuah sumber masih tersedia, maka sensor ini digunakan untuk mendeteksi hal tersebut. Gambar 25 merupakan bentuk fisik dari sensor air tersebut.

Gambar 25 Sensor Air

Sensor tersebut memiliki 3 pin, yaitu pin S, pin Vcc dan pin GND. Pin Vcc dan GND akan cukup menggunakan daya yang diberikan oleh mikrontroler Arduino. Pin S berfungsi untuk menginformasikan tingkat hambatan yang dideteksi oleh sensor berdasarkan air yang menutup jalur tembaga yang ada pada sensor tersebut. Sensor ini akan membaca voltase dari 0 hingga 5 volt. Nilai 0 menunjukkan tidak ada muatan sedangkan angka 1024 menunjukkan muatan penuh yaitu 5v.

Sumber air yang digunakan pada penelitian ini ada dua sehingga untuk kebutuhan tersebut, akan digunakan dua buah sensor air , satu sensor untuk masing-masing sumber air. Dalam percobaan

penelitian ini, digunakan sebuah wadah berbentuk persegi panjang ukuran 16cm x 10,5cm x 6cm (p x l x t) dan sebuah wadah berbentuk silinder dengan diameter 16cm dan tinggi 6cm . Wadah-wadah yang dipilih ini memiliki tinggi yang sesuai dengan sensor air.

Komponen berikutnya yang digunakan adalah pompa air celup. Terdapat tiga model pompa yang tersedia. Gambar 26 menunjukkan tiga model pompa celup yang berbeda. Pompa celup model 1 melakukan penyedotan air dari dasar pompa yang diposisikan vertical dan keluaran air yang dihisap akan dipompa kearah horizontal. Pompa celup model 2 , memiliki posisi masukan dan keluaran air berbentuk siku, Pompa celup model 3, memiliki bentuk yang mirip dengan pompa celup model 1, yaitu melakukan penyedotan dari bagian bawah pompa namun keluaran air dari pompa tersebut kearah vertical.

Gambar 26 Tiga model pompa celup

Pompa celup ini memiliki dua kabel yaitu untuk koneksi ke Vcc (kabel warna merah) dan GND (kabel warna hitam). Jika kedua kabel langsung dihubungkan ke sumber daya dengan daya antara 3v sampai dengan 5v, motor pompa tersebut akan hidup, namun pompa tersebut tidak memiliki kontrol. Kontrol untuk pompa akan dilakukan oleh Arduino. Pada penelitian ini, pompa yang digunakan adalah pompa model 1 dan model 3. Keluaran dari pompa celup tersebut akan dihubungkan dengan selang diameter 5mm ke arah tanah maupun media yang akan disiram

Komponen selanjutnya adalah sensor tanah kapasitif. Gambar 27 menunjukkan sensor tanah kapasitif yang digunakan dalam penelitian ini. Sensor ini merupakan sensor tanah analog yang mengukur tingkat kebasahan tanah berdasarkan tingkat kapasitor. Kapasitansi dikonversi menjadi tingkat voltase dari 1,2v hingga 3v. Keuntungan penggunaan komponen ini adalah karena bahan yang digunakan merupakan bahan yang tahan terhadap karat, maka bisa dipastikan perangkat ini memiliki umur pakai yang lebih dibandingkan dengan sensor lain yang lebih mudah berkarat .

Fitur dan spesifikasi komponen ini adalah sebagai berikut :

- Memiliki 3 pin
- Keluaran sinyal analog
- Voltase Pengoperasian: DC 3.3 hingga 5.5V
- Voltase keluaran: DC 0 hingga 3.0V
- Antarmuka: PH2.0 -3P
- Ukuran: 99x16mm

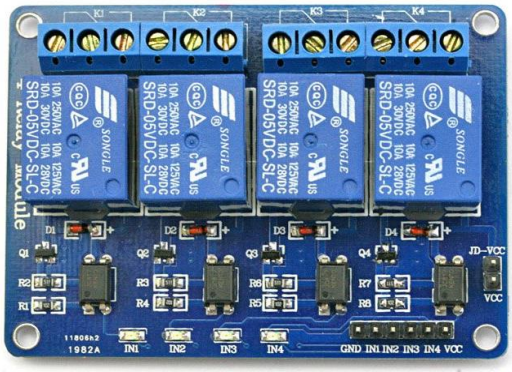
Gambar 27. Sensor Tanah Kapasitif

Sensor tanah kapasitif ini berfungsi untuk memberikan sinyal kepada mikrokontroler untuk menghentikan penyiraman tanah berdasarkan dari nilai yang dikirimkan oleh sensor ini ke Arduino UNO. Ini merupakan salah satu sensor penting yang menjadi parameter utama kapan proses penyiraman akan dimulai atau dihentikan. Jika kadar air

pada tanah tempat sensor ini berada dibawah batas toleransi maka sensor ini akan memberikan nilai tersebut ke Arduino untuk kemudian Arduino akan memberikan sinyal ON kepada pompa untuk melakukan tugasnya dan memberikan sinyal OFF jika kadar air berdasarkan nilai dari sensor ini cukup.

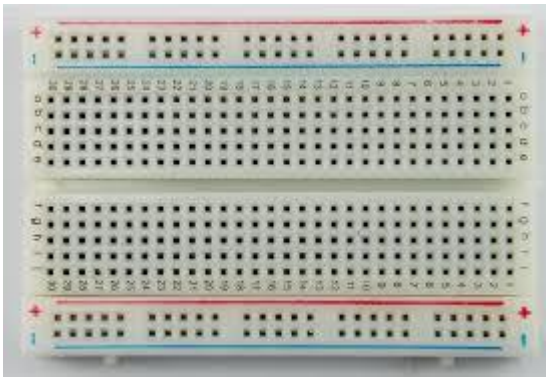
Komponen selanjutnya yang digunakan adalah modul relay. Berdasarkan informasi dari spesifikasi perangkat Arduino, arus keluaran dari tiap-tiap pin adalah 20mA. Dengan nilai tersebut maka pompa celup tidak akan dapat beroperasi karena dibutuhkan sumber arus yang lebih besar. Oleh karena itu, digunakan modul relay untuk memastikan kecukupan arus untuk tiap pompa sehingga pompa dapat berfungsi dengan baik pada saat mendapatkan sinyal ON dari mikrokontroler.

Sehubungan dengan pompa yang digunakan ada dua maka dalam penelitian ini digunakan sebuah relay empat modul. Gambar relay tersebut dapat dilihat pada gambar28. Modul ini memiliki empat buat relay sehingga masih dimungkin untuk menambah pompa yang digunakan untuk hingga empat sumber air yang digunakan.



Gambar 28 Modul empat relay

Komponen selanjutnya yang digunakan adalah breadboard. Komponen ini berfungsi untuk menyederhanakan koneksi kabel antar komponen. Dengan komponen ini maka koneksi dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus memerlukan solder untuk menyambung. Gambar 29 menunjukkan tampilan dari komponen ini.

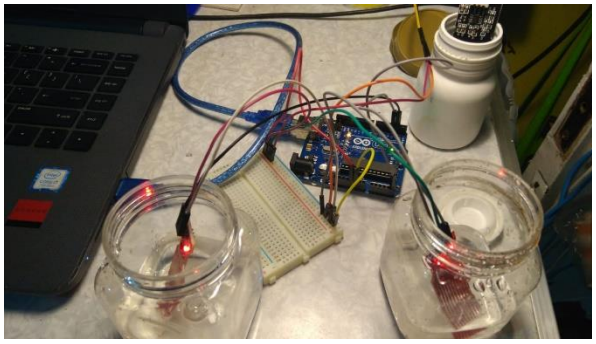


Gambar 29 Komponen breadboard

Langkah selanjutnya adalah membangun perangkat dari sistem ini, dimulai dengan penentuan koneksi antar komponen, kaki-kaki yang digunakan untuk dihubungkan antara sensor dan komponen dengan perangkat Arduino UNO. Sumber tegangan dan Ground (GND) akan diambil dari perangkat Arduino, yaitu dari tegangan 5V dan GND yang terdapat pada soket yang berdekatan dengan soket untuk sinyal analog. Dalam penelitian ini, digunakan tiga sensor yang akan dihubungkan dengan soket analog yaitu dua sensor air dan satu sensor tanah kapasitif. Untuk mempermudah koneksi tegangan dan GND ke sensor, maka sumber tegangan dan GND akan dihubungkan dengan breadboard sehingga semua sensor akan mengambil koneksi tegangan dan GND dari breadboard bukan Arduino.

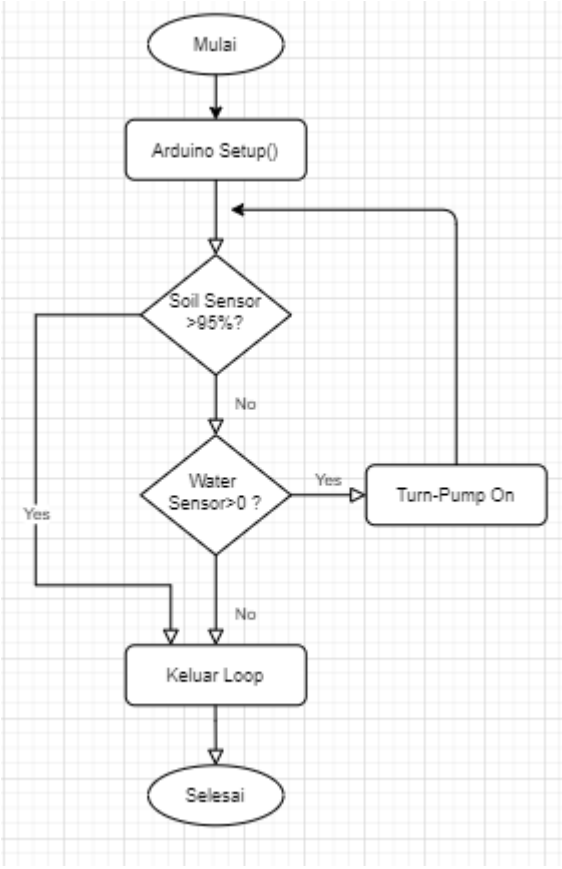
Gambar 30. Rangkaian Awal Perangkat Sistem

Gambar 30 menunjukkan rangkaian dari perangkat sistem pengairan otomatis multisumber . Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, sumber tegangan dan GND diambil dari mikrokontroler . Sumber tegangan 5V dihubungkan dengan titik positif garis merah pada breadboard dan GND dihuungkan dengan titik negatif garis biru pada breadboard. Pada gambar 5.18 diatas terlihat , kabel kuning pada sensor tanah dihubungkan ke pin A0, sebagai data keluaran dari sensor, sekaligus sebagai data masukan untuk mikrokontroler . Pin sinyal analog A1 dan A2 pada mikrokontroler digunakan untuk masukan dari kedua sensor air. Gambar 31 menunjukkan koneksi semua perangkat termasuk penempatan sensor air pada wadah untuk evaluasi deteksi sensor. Sumber daya yang digunakan untuk perangkat Arduino diambil dari daya USB laptop melalui kabel warna biru.



Gambar 31. Ujicoba sensor-sensor

Proses selanjutnya dalam pembuatan perangkat sistem ini adalah pembuatan logika sistem dari mikrokontroler . Gambar 32 menunjukkan diagram alir proses dalam perangkat sistem ini.



Gambar 32. Diagram Alir Sistem Pengairan Otomatis

Diagram dimulai dari proses setup pda Arduino UNO, kemudian Arduino akan melakukan inisialisasi terhadap semua parameter yang dibutuhkan mulai dari sensor tanah dan sensor air sebagai masukan untuk sistem lalu kemudian dilanjutkan dengan sinyal yang dikirimkan ke perangkat pompa untuk melakukan pengairan tanah dan mendeteksi tingkat air yang ada di tanah untuk melakukan penghentian pengairan berdasarkan parameter sensor tanah tersebut. Dengan mengacu pada diagram alir tersebut, Langkah selanjutnya adalah membuat logika untuk sistem untuk kemudian logika tersebut disimpan pada mikrokontroler Arduino.

Logika untuk mikrokontroler ditulis dalam bahasa C dengan menggunakan Arduino

IDE. Gambar 33 menunjukkan baris koding inisialisasi yang digunakan untuk sistem pengairan ini.

```
int sensor_pin = A0; // variabel Soil Sensor input at Analog PIN A0
int sensor_pin1 = A1; //  variabel Water Sensor 1 input at Analog PIN A1
int sensor_pin2 = A2; //  variabel Water Sensor 2 input at Analog PIN A2
int output_value ; //variabel output_value
int output_value1 ;//variabel output_value1
int output_value2 ;//variabel output_value2

void setup() {

  pinMode(4,OUTPUT); // pin 4 sebagai output ke motor pompa 1
  pinMode(5,OUTPUT); // pin 5 sebagai output ke motor pompa 1
     Serial.begin(9600);
   Serial.println("Reading From the Sensor ..."); // menampilkan tulisan pada layar
   delay(2000);
}
```

Gambar 33. Koding inisialisasi sistem

Pada koding gambar 33 dapat dilihat proses inisialisasi dilakukan dengan pembuatan enam variabel, masing-masing dua untuk tiap sensor yaitu satu untuk penentuan pin analog yang digunakan dan satu lagi untuk variabel penampung nilai keluaran dari sensnor tersebut dengan tipe Integer. Kemudian proses selanjutnya adalah pemanggilan fungsi setup. Dalam fungsi setup, dilakukan pemanggilan fungsi pinMode untuk menentukan pin 4 dan 5 sebagai pin keluaran. Pin keluaran ini berkaitan dengan pengiriman sinyal ON untuk menghidupkan perangkat pompa dari Arduino ke pompa. Dalam sistem ini, pin 4 dan 5 akan terhubung dengan sebuah model relay yang akan membantu memberikan suplai arus yang cukup untuk pompa air agar dapat beroperasi dengan baik.
Perintah begin pada modul Serial, berfungsi melakukan komunikasi secara serial dengan kecepatan 9600 bit per detik atau dikenal juga dengan istilah baud. Fungsi println digunakan untuk melakukan pencetakan tulisan “ Reading from sensor” di layar monitor dan fungsi delay(2000) digunakan untuk melakukan penundaan selama dua detik atau sama dengan 2000 mili detik.

Setelah proses inisialisasi dilakukan maka proses selanjutnya adalah masuk kedalam proses untuk atau juga disebut pemanggilan fungsi loop(). Gambar 34 menunjukkan fungsi utama atau loop tersebut.

```
// mulai proses loop
  void loop() {
    output_value= analogRead(sensor_pin); // menyimpan sinyal analog yang dibaca dari A0, sensor tanah
    output_value1= analogRead(sensor_pin1); // menyimpan sinyal analog yang dibaca dari A1, sensor air1
    output_value2= analogRead(sensor_pin2); // menyimpan sinyal analog yang dibaca dari A2, sensor air2
  output_value = map(output_value,550,10,0,100); // pemetaan sinyal analog sensor tanah dalam skala 100
  output_value1 = map(output_value1,0, 480, 0, 100);// pemetaan sinyal analog sensor air1 dalam skala 100
  output_value2 = map(output_value2,0, 480, 0, 100)// pemetaan sinyal analog sensor air2 dalam skala 100

    Serial.print("Moisture : "); // menampilkan tulisan Moisture
    Serial.print(output_value); // menampilkan nilai sensor tanah dalam prosentase
    Serial.print("% ");
    Serial.print("Water Sensor 1 : "); // menampilkan tulisan Water Sensor 1
    Serial.print(output_value1); // menampilkan nilai sensor air1 dalam prosentase
    Serial.print("% ");
    Serial.print("Water Sensor 2 : "); // menampilkan tulisan Water Sensor 2
    Serial.print(output_value2)// menampilkan nilai sensor air2 dalam prosentase
    Serial.println("%");
    // mengaktifkan sinyal ON pada PIN 4 dan 5 atau pompa air
    if(output_value<0){
       digitalWrite(4,HIGH);
```

Gambar 34. Fungsi loop

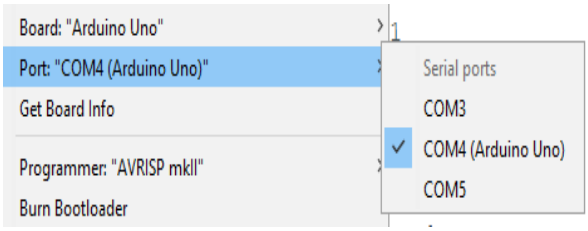
Dalam fungsi utama ini terdapat beberapa assignment yaitu output_value, output_value1, output_value2 yang masing-masing adalah merupakan penyimpanan dari hasil pembacaan sensor tanah, dan sensor air1 maupun sensor air2. Setelah dilakukan penyimpanan pembacaan, nilai yang telah disimpan , dikonversi dari nilai tertentu menjadi nilai dalam skala prosentase atau %. Nilai pembacaan ini bergantung dari kadar air yang ada dalam tanah maupun kapasitas air yang ada di dalam penampungan. Gambar 35 menunjukkan lanjutan dari program utama terkait dengan logika pengaktifan pompa berdasarkan nilai dari sensor tanah.

```
  // mengaktifkan sinyal ON pada PIN 4 dan 5 atau pompa air
  if(output_value<0){
     digitalWrite(4,HIGH);
     digitalWrite(5,HIGH);
    }
    // mengaktifkan sinyal OFF pada PIN 4 dan 5 atau pompa air
    else{
          digitalWrite(4,LOW);
          digitalWrite(5,LOW);
    }
  delay(1000);
}
```

Gambar 35 Logika pengaktifan pompa berdasarkan nilai sensor tanah

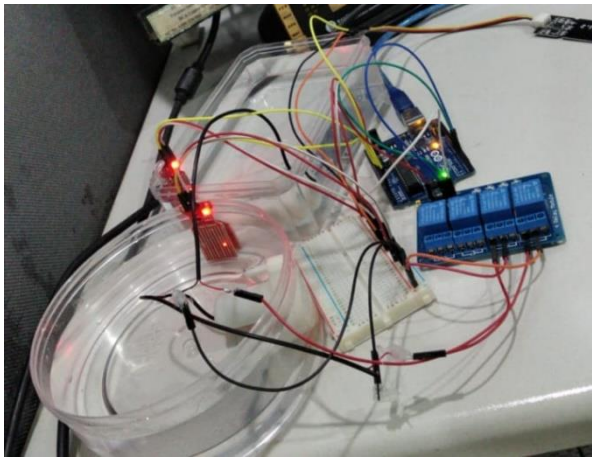
Rangkaian program seperti pada gambar 33, 34 dan 35 diatas akan disimpan ke perangkat Arduino. Koding disimpan dengan menggunakan bantuan kabel USB yang dihubungkan antara PC dan Arduino melalui port COM4 seperti terlihat pada gambar 36

.



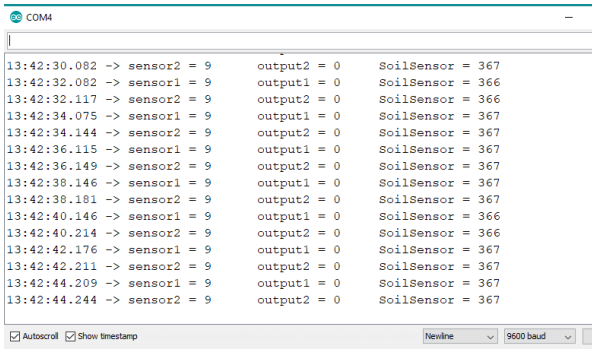
Gambar 36 Komunikasi PC dan Arduino melalui port COM4

Setelah koding berhasil diupload dan disimpan ke memori Arduino, maka dilakukan observasi terkait dengan operasional sistem ini. Gambar 37 menunjukkan sistem ini.



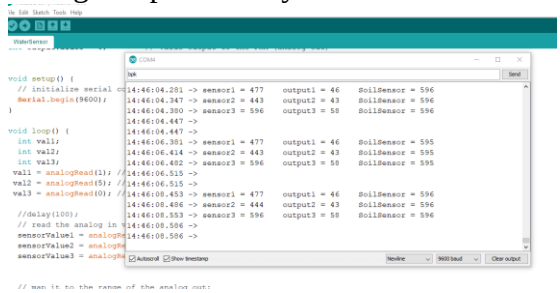
Gambar 37 Rangkaian lengkap sistem

Berdasarkan orbeservasi dari perangkat yang telah dibuat, hasil pengukuran dari masing-masing sensor dapat dilihat pada gambar 38.

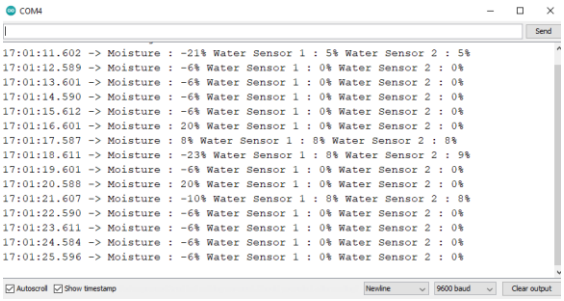


Gambar 38. Observasi hasil koding awal

Gambar 39. menunjukkan hasil observasi koding tahap berikutnya.



Gambar 39. Hasil observasi tahap dua



Gambar 40 Hasil observasi tahap tiga

Pada gambar tersebut disaat Moisture memiliki nilai lebih besar dari kurang dari 0 atau bernilai minus maka Arduino akan mengirimkan sinyal ON pada pin 4 dan 5 dan pompa akan mulai beroperasi hingga nilai sensor tanah mencapai batas yang ditentukan baru pompa akan berhenti.

5. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, sistem pengairan otomatis multisumber telah berhasil dirancang dan dibangun. Perangkat ini termasuk dalam bidang Internet of Things karena melibatkan sensor-sensor untuk berkomunikasi dengan perangkat inti mikrokontroler. Perangkat ini dapat digunakan untuk mendukung agrikultur presisi dengan harapan memperoleh hasil

agrikultur yang lebih optimal dibandingkan dengan sistem agrikultur yang tradisional.

Untuk pengembangan selanjutnya, perangkat ini dapat dikembangkan agar semua data yang diperoleh dapat disimpan secara langsung ke sebuah server yang terhubung dengan internet.

Daftar Pustaka

Atzori L. et.al (2010), The Internet of Things: A survey, Computer Network, Volume 54, Issue 15, 28 October 2010, Pages 2787-2805, Elsevier,

Gubbi J. et al. (2013) , Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions, Future Generation Computer Systems Volume 29, Issue 7, September 2013, Pages 1645-1660, Elsevier

Lee (2015), The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises, Business Horizons, Volume 58, Issue 4, July–August 2015, Pages 431-440, Elsevier

Smith A.G, (2011), Introduction to Arduino : a piece of cake , SmithPress

Chaouchi, H.; Bourgeau, T. (2018) Internet of Things: Building the New Digital Society. IoT 2018, 1, 1-4.

Gantait A., et. al., (2018), Defining your IoT governance practices: How to manage enterprise-wide IoT initiatives, IBM

John P. (2016) "Describing the Meaning of Data—An Introduction to Data Semantics and Tagging", Project Haystack Connections, Issue 1, Spring.

Holdowsky J. et.al, (2015) Inside the Internet of Things (IoT) : A primer on the technologies building the IoT. Deloitte University Press

IEEE, "IEEE P1451.6 terms and definitions," http://grouper.ieee.org/ groups/1451/6/TermsDefinitions. htm#Sensor, accessed July 19, 2018.

Fraden J. (2010) , Handbook of Modern Sensors:Physics, Designs, and Applications, Fourth Edition (Springer, April 2010), p. 13;

Kalantarzadeh et. al.,"Sensor characteristics and physical effects," Nanotechnology-Enabled Sensors (Springer, 2008), p. 13.

Thua K.M., Gavrilov A.I., Designing and modeling of quadcopter control system using L1 adaptive control, Elsevier (2017)

M. Dzukifli, M. Rivai, and Suwito, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis menggunakan Wireless Sensor Network," J. Tek. ITS, vol. 5, no. 2, 2016.

M. Gumelar, M. Rivai, and Tasripan, "Rancang Bangun Wireless Electronic Nose Berbasis Teknologi Internet of Things," J. Tek. ITS, vol. 6, no. 2, 2017.

H. Irawan, M. Rivai, and F. Budiman, "Rancang Bangun Wireless Sensor Network pada Pendeteksi Dini Potensi Kebakaran Lahan Gambut Menggunakan Banana PI IoT," J. Tek. ITS, vol. 6, no. 2, 2017.

R. Setiawan, M. Rivai, and Suwito, "Implementasi Analog Front End Pada Sensor Kapasitif Untuk Pengaturan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroller STM32," J. Tek. I, 2017.

M. Rivai, K. Sambodho, and D. Purnomo, "Identification of Levee Strength For Early Warning System Using Fuzzy," in International Conference on Information,

Communication Technology and System, 2014.