

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN FORMAT PENDUKUNG

2.1. Tinjauan Pustaka

Akuakultur merupakan satu proses pembiakan organisme perairan dari mulai proses produksi, penanganan hasil sampai pemasaran. Akuakultur merupakan upaya produksi biota atau organisme perairan melalui penerapan teknik domestikasi (membuat kondisi lingkungan yang mirip dengan habitat asli organisme yang dibudidayakan), penumbuhan hingga pengelolaan usaha yang berorientasi ekonomi (Ritonga dkk, 2019). Kondisi lingkungan yang mirip dengan habitat asli memerlukan pengawasan yang tepat agar kondisi yang diinginkan dari habitat asli dapat tercapai. Dalam penelitian ini dirancang sebuah alat yang dapat digunakan untuk memonitoring kualitas air kolam akuakultur. Adapun faktor-faktor kualitas air yang dimonitoring adalah suhu, kadar garam, pH, dan kandungan partikel padat pada air.

Terdapat beberapa penelitian yang dilakukan terkait penelitian ini. Penelitian (Rohmah dan Jeprianto, 2021) membuat alat monitoring dan *controlling* kualitas air pada air kolam ikan dengan teknologi *Internet of Things* menggunakan jaringan *wireless* yaitu *hotspot* pribadi agar mempermudah dalam memantau kualitas air kolam ikan dan juga meningkatkan kualitas ikan sehingga petani tidak mengalami kerugian.

Penelitian (Wiranto dan Hermida, 2010) mengumpulkan informasi kualitas air berupa pH dan *dissolved oxygen* (DO) sebagai bahan studi pengembangan teknik budidaya udang menggunakan *data logger* dan *sms gateway* untuk memproses pembacaan serta pengiriman informasi kualitas air

Penelitian (Yuri Rahmanto dkk, 2020) merancang dan mengimplementasikan sebuah rangkaian yang berfungsi untuk memonitor tingkat kadar pH pada air menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

Penelitian (Kusumastuti, 2017) merancang dan membuat alat untuk memberi pakan ikan secara otomatis sesuai waktu yang ditentukan, mengukur suhu dan mengkondisikan suhu air kolam, dan memantau pH air kolam menggunakan *Smart Relay* (mini PLC).

Penelitian (Pauzi dkk, 2020) mengembangkan sistem *monitoring* kualitas air tambak udang dengan menambahkan parameter diantaranya pH, salinitas, DO dan temperatur sehingga dapat memberikan informasi kualitas air yang lebih baik untuk proses monitoring menggunakan Arduino Uno dan PLC sebagai pengendali.

Dari beberapa penelitian yang telah ada dan dijabarkan di atas, sistem monitoring kualitas air yang dikembangkan hanya terdiri dari dua sampai tiga parameter penting pada sistem monitoring, sementara semakin banyak faktor yang dimonitoring tentu akan semakin baik untuk melakukan pengkondisian yang berguna untuk keberlangsungan hidup udang. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan empat sensor sebagai parameter kualitas air pada air tambak yaitu suhu, kadar garam, pH dan TDS air. Dari beberapa penelitian tersebut juga secara umum menggunakan Arduino sebagai kontroler utama, sementara keakuratan berdasarkan *datasheet* kemampuan pembacaan nilai analog kontroler keluarga Arduino memiliki kemampuan sebesar 8 bit, sementara PLC yang akan digunakan pada penelitian ini memiliki kemampuan pembacaan nilai analog sebesar 12 bit dan kemampuan pengolahan data sebesar 32 bit. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan PLC sebagai kontroler untuk membaca nilai analog sensor. Pada penelitian ini juga digunakan HMI sebagai penampil informasi di lapangan secara langsung dan juga berguna untuk penampilan informasi secara daring melalui Haiwell Cloud.

2.2. Kualitas Air Kolam Akuakultur

Kualitas air dalam budidaya perairan meliputi faktor fisika, kimia biologi air yang dapat mempengaruhi produksi budidaya perairan. Ikan sangat peka terhadap perubahan kualitas air. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air meliputi fisika air berupa cahaya matahari, suhu air, kecerahan, dan muatan padatan tersuspensi, kimia air meliputi salinitas, pH, alkalinitas, *hardness* (kesadahan), oksigen terlarut, karbondioksida, sulfur, nitrogen dan *biological oxygen demand* (BOD), serta biologi air meliputi produktivitas primer dan plankton (Supono, 2018). Pada penelitian ini faktor-faktor yang diawasi meliputi faktor fisika berupa suhu dan TDS serta faktor kimia meliputi salinitas dan pH.

2.3. Suhu

Suhu air adalah sifat fisik air yang menggambarkan bagaimana keadaan air tersebut apakah dalam keadaan panas atau dingin. Suhu dapat diartikan sebagai pengukuran energi panas rata-rata. Energi panas adalah energi kinetik atom dan molekul, sehingga suhu sebagai parameter yang diukur untuk penentuan energi kinetik rata-rata dari atom dan molekul (Muslim, 2020). Energi kinetik didapat dari pergerakan antar partikel yang terdapat di dalam air, dari energi kinetik inilah didapat panas air yang menjadi salah satu yang mempengaruhi suhu air. Suhu air dipengaruhi oleh radiasi matahari, suhu udara, cuaca dan lokasi. Radiasi matahari merupakan faktor utama yang mempengaruhi naik turunnya suhu air.

2.4. *Total Dissolved Solids (TDS)*

TDS atau jumlah total larutan padat yang terkandung di dalam air. Setiap air selalu mengandung partikel yang terlarut yang tidak tampak oleh mata, bisa berupa partikel padatan (seperti kandungan logam misal: Besi, Aluminium, Tembaga, Mangan dan lain-lain), maupun partikel non padatan seperti mikroorganisme (Martani dkk, 2014).

Zat padat merupakan materi residu setelah pemanasan dan pengeringan pada suhu 103 - 105°C. Residu atau zat padat yang tertinggal selama proses pemanasan pada temperatur tersebut adalah materi yang ada dalam contoh air dan tidak hilang atau menguap pada 105°C. Dimensi zat padat dinyatakan dalam mg/l atau g/l, persentase berat (kg zat padat/kg larutan), atau persentase volume (dm³ zat padat/liter larutan) TDS. TDS termasuk dalam parameter fisik di mana konsentrasi atau jumlahnya dalam air bersih telah ditetapkan dalam Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih. Tingginya TDS merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga. Kriteria objektif dalam pengukuran TDS memenuhi persyaratan apabila hasilnya adalah 1.500 mg/l. Tidak memenuhi syarat apabila hasilnya lebih dari 1.500 mg/l (Martani dkk, 2014).

2.5. Kadar Garam (*Salinity*)

Salinity adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut. Konsentrasi garam-garam jumlahnya relatif sama dengan dalam setiap contoh air atau air laut sekalipun pengambilannya dilakukan di tempat berbeda. Salinitas adalah kadar seluruh ion-ion yang terlarut dalam air. Komposisi ion-ion pada air laut dapat dikatakan mantap dan didominasi oleh ion-ion tertentu seperti klorida, karbonat, bikarbonat, sulfat, natrium, kalsium, dan magnesium. Salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg, promil (‰), atau ppt (*part per thousand*). Nilai salinitas di perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 ppt, perairan payau antara 0,5-30 ppt, dan perairan laut 30-40 ppt (Kordi, 2010). Apabila salinitas meningkat maka pertumbuhan ikan akan melambat karena energi lebih banyak terserap untuk *osmoregulasi* (proses penyeimbangan kepekatan cairan tubuh dan air tambak) dibandingkan untuk pertumbuhan.

2.6. *potential of Hydrogen* (pH)

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau keabasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Kadar garam didefinisikan sebagai koloalgoritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. pH adalah tingkat keasaman atau keabasaan suatu benda yang diukur dengan menggunakan skala pH antara 0 hingga 14. Sifat asam mempunyai [H antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14 (Suhartono dkk, 2021). Pada umumnya pH diukur dengan menggunakan kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan elektroda gelas yang mengukur perbedaan potensial E antara elektroda yang sensitif dengan aktivitas ion hidrogen dengan elektroda referensi (Sinaga, 2012).

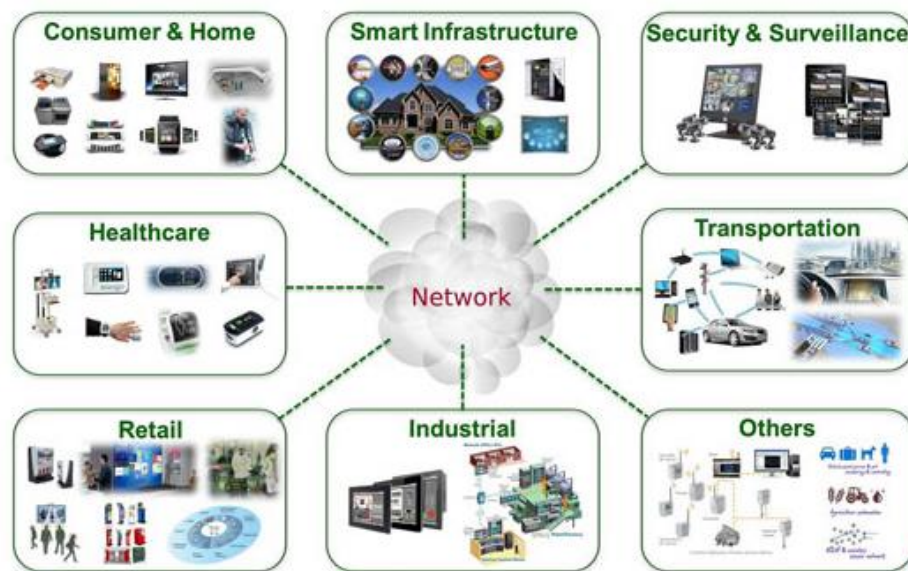
pH merupakan logaritma negatif konsentrasi ion hidrogen $[H^+]$ yang mempunyai skala antara 0 hingga 14. Nilai pH mengindikasikan apakah air tersebut netral, basa atau asam. Air dengan pH dibawah 7 termasuk asam dan diatas 7 termasuk basa.

2.7. *Internet of Things (IoT)*

Istilah IoT diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada presentasi kepada Proktor dan Gamble di tahun 1999, Kevin Ashton merupakan co-founder dari Auto-ID Lab MIT. Kevin Ashton mendefinisikan IoT sebagai sensor-sensor yang terhubung ke internet dan berperilaku seperti internet dengan membuat koneksi-koneksi terbuka setiap saat, serta berbagi data secara bebas dan memungkinkan aplikasi-aplikasi yang tidak terduga, sehingga komputer dapat memahami dunia sekitar mereka menjadi bagian dari kehidupan manusia. Internet of Things adalah sebuah konsep dimana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan wifi, jadi proses ini tidak memerlukan interaksi dari manusia ke manusia atau manusia ke komputer, semua telah dijalankan secara otomatis dengan program. Dengan terhubungnya setiap sensor-sensor dengan jaringan internet dan dapat diakses dari tempat lain secara tepat secara pembacaan maka akan sangat memudahkan pemantauan kondisi yang terjadi di lapangan tanpa berada di lapangan secara langsung untuk memantau (Yudhanto dan Azis, 2019).

2.8. *IoT Board Development*

IoT Board Development (Papan pengembangan IoT) adalah sebuah perangkat keras yang diciptakan untuk dapat mendukung sebuah sistem yang berbasis internet (IoT). Sebagian besar kontroler selalu memiliki fitur input dan output pada setiap pin yang ada, tidak jauh berbeda dengan kontroler, kontroler IoT juga memiliki fitur input dan output pada setiap pin yang ada. Yang membedakan kontroler IoT dengan kontroler adalah kontroler IoT memiliki kemampuan yang dapat terhubung dengan akses jaringan internet seperti Wi-fi, dengan begitu kontroler IoT dapat menerima atau mengakses informasi dari internet melalui alamat tertentu. Namun kontroler tidak memiliki kemampuan tersebut. Dengan kemampuan tersebut, kontroler IoT bisa dibilang lebih imbang daripada kontroler.

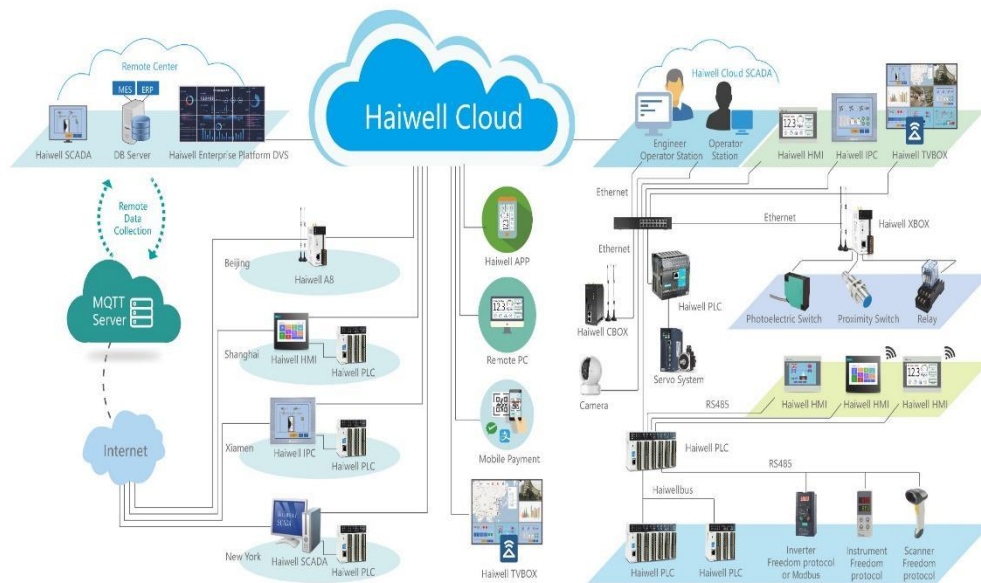


Gambar 2.1. Aplikasi IoT
(Sumber: kelasplc.com)

Terdapat banyak jenis kontroler yang memiliki kemampuan untuk melaksanakan system dari IoT, seperti ESP32, ESP8266, Raspberry Pi, Arduino Nano 33 yang merupakan jenis kontroler berbasis mikrokontroler. Sedangkan kontroler yang digunakan untuk pemanfaatan yang lebih luas dan kompleks pada bidang industri seperti *Programmable Logic Controller* (PLC) maupun *Human Machine Interface* HMI dengan kemampuan terhubung ke internet.

2.9. Haiwell Cloud

Haiwell Cloud merupakan salah satu media yang menyediakan layanan cloud dalam bidang IoT. Haiwell IOT Cloud dapat digunakan di PC, iPad, Android, IOS dan media lainnya. Haiwell IoT Cloud mendukung pemrograman secara jarak jauh, yaitu dengan terhubung ke masing-masing internet pada dua tempat yang berbeda dapat deprogram dengan mengakses alamat internet protocol Haiwell. Secara sederhana, Haiwell Cloud merupakan satu set lengkap solusi layanan cloud untuk industri otomasi yang mencakup serangkaian produk seperti situs web Haiwell Cloud, Cloud SCADA, Cloud HMI dan Cloud APP.



Gambar 2.2. Haiwell Cloud
(Sumber: en.haiwell.com)

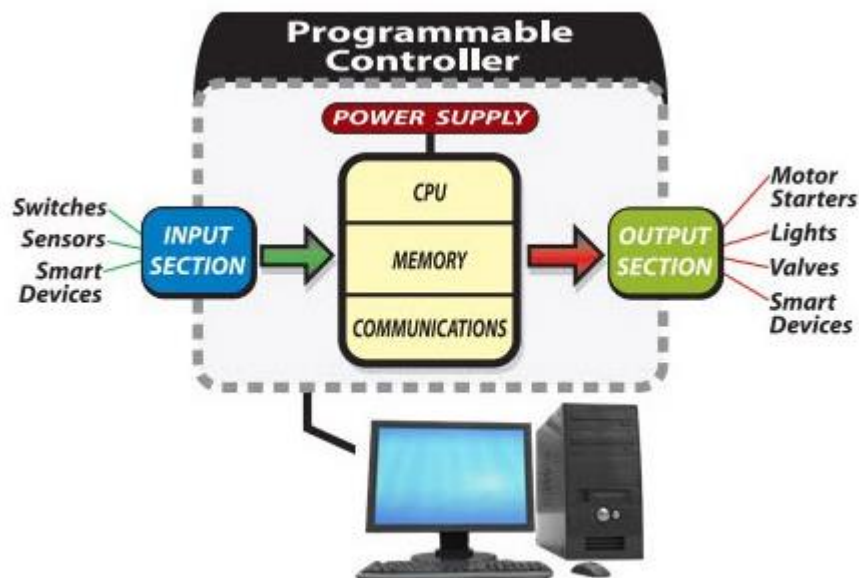
Untuk mengakses Haiwell Cloud kita perlu menggunakan aplikasi yang bernama Haiwell Cloud APP. Haiwell Cloud APP mendukung untuk digunakan pada PC, iPad, Android dan iOS. Haiwell Cloud APP dapat melaksanakan tugas untuk mengontrol dan memonitoring HMI dan SCADA dengan mudah dari berbagai tempat yang terhubung ke internet.



Gambar 2.3. Haiwell Cloud APP
(Sumber: en.haiwell.com)

2.10. Programmable Logic Controller (PLC)

PLC adalah suatu peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin, kontrol yang dilakukan oleh PLC adalah menganalisa sinyal masukan dan mengolahnya menjadi sinyal keluaran yang sesuai dan dibutuhkan pemrogram. PLC diprogram kemudian disimpan dalam memori yang terdapat perintah logika sesuai keadaan inputnya. Komponen-komponen yang termasuk sinyal inputan dapat berupa sensor photo elektrik, *push button* maupun *limit switch*. Sedangkan komponen yang termasuk sinyal keluaran dapat berupa *switch* maupun relai (Jatmiko, 2015). PLC merupakan bentuk khusus pengendali berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori untuk diprogram dengan menyimpan perintah-perintah tertentu serta untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmatika untuk mengontrol mesin-mesin dan proses-proses yang telah dirancang oleh pemrogram menggunakan komputer dan bahasa program yang sesuai (Bolton, 2004).



Gambar 2.4. Diagram Blok Dasar Sistem PLC
(Sumber: kelasplc.com)

PLC merupakan komponen elektronika yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor keadaan dari sinyal masukkan untuk selanjutnya diproses sesuai

dengan kebutuhan perencana (*programmer*) untuk mengontrol keadaan sinyal keluaran. Struktur dasar PLC terdiri dari *Central Processing Unit* (CPU) yang berfungsi sebagai pengontrol dan pengawas semua pengoperasian dalam PLC, *Memory* yang berfungsi sebagai penyimpanan program dan memberikan alamat-alamat tempat hasil-hasil perhitungan disimpan, *Input* atau *Output*, serta *Power Supply* yang berfungsi sebagai sumber daya listrik untuk PLC. Sinyal masukan yang terdapat pada PLC berupa sinyal analog dan digital, begitu juga pada sinyal keluaran terdapat sinyal analog dan digital. Untuk memprogram PLC terdapat beberapa jenis bahasa pemrograman, yaitu *Ladder Diagram* (LD), *Instruction List* (IL), *Structured Text* (ST), *Function Block Diagram* (FBD), *Sequential Function Charts* (SFC) (Jatmiko, 2015).

2.11. Human Machine Interface (HMI)

HMI adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat *real time*. Pada umumnya HMI bekerja secara online maupun secara offline dengan kabel langsung dengan membaca data yang dikirim melalui terminal masukan atau terminal keluaran dari sistem kontroler yang digunakan. Port yang umumnya digunakan untuk kontroler dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah port com, port USB, port RS232 dan terdapat pula yang menggunakan port serial. Tugas dari HMI yaitu membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata. Sehingga dengan desain HMI yang telah disesuaikan dengan kebutuhan sistem dapat memudahkan pekerjaan fisik. Tujuan dari HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan layar komputer dan memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem.

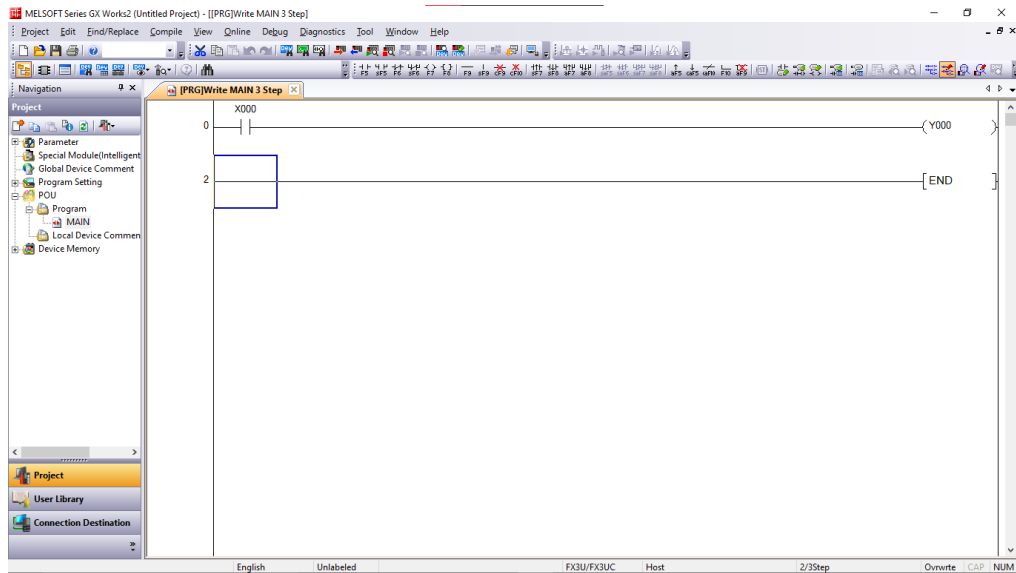


Gambar 2.5. *Human Machine interface*
(Sumber: transform-mpi.com)

HMI dalam industri manufaktur berupa suatu tampilan *Graphic User Interface* (GUI) pada suatu tampilan layar komputer yang akan dihadapi oleh operator mesin maupun pengguna yang membutuhkan data kerja mesin maupun sistem yang terpasang pada proses seperti sensor-sensor. HMI memiliki berbagai macam visualisasi untuk monitoring data sensor maupun mesin yang terhubung secara online maupun menggunakan kabel dan real time. HMI akan memberikan suatu gambaran kondisi sistem yang berupa peta mesin produksi dengan menampilkan bagian mesin mana yang sedang bekerja (Haryanto dan Hidayat, 2012).

2.12. GX Works2

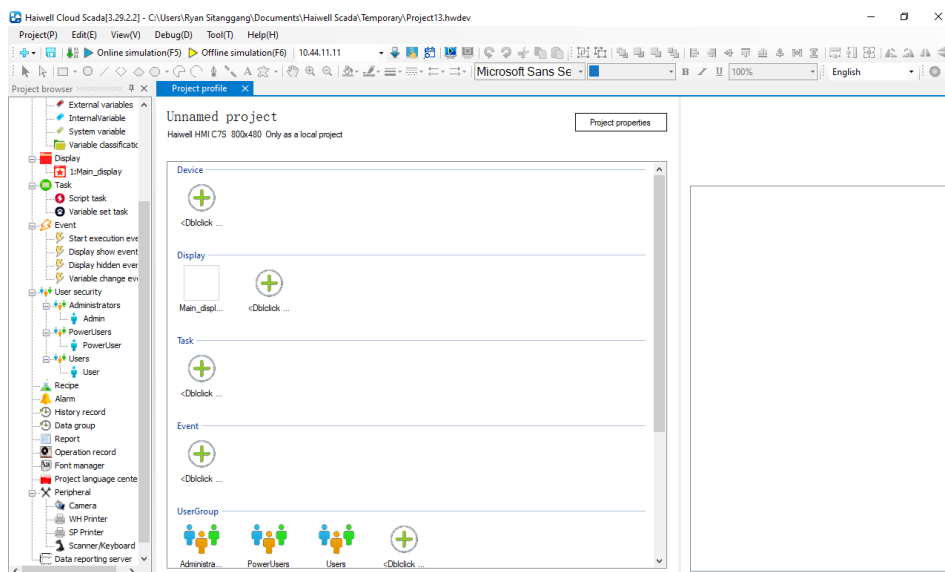
GX Works2 merupakan perangkat lunak khusus untuk memprogram PLC Mitsubishi. GX Works2 adalah aplikasi yang bersifat *open source* yang berarti dapat diakses secara gratis tanpa lisensi saat penggunaan. GX Works2 menggunakan bahasa pemrograman berupa *ladder diagram* dan *sequential function chart*. Pada pengerjaan alat tugas akhir ini, penulis menggunakan *ladder diagram* sebagai bahasa pemrograman yang digunakan. Selain sebagai aplikasi pemrograman, GX Works2 juga berfungsi untuk memantau nilai dari parameter yang terdapat pada program yang dibuat ketika program *ladder diagram* dijalankan (disimulasikan).



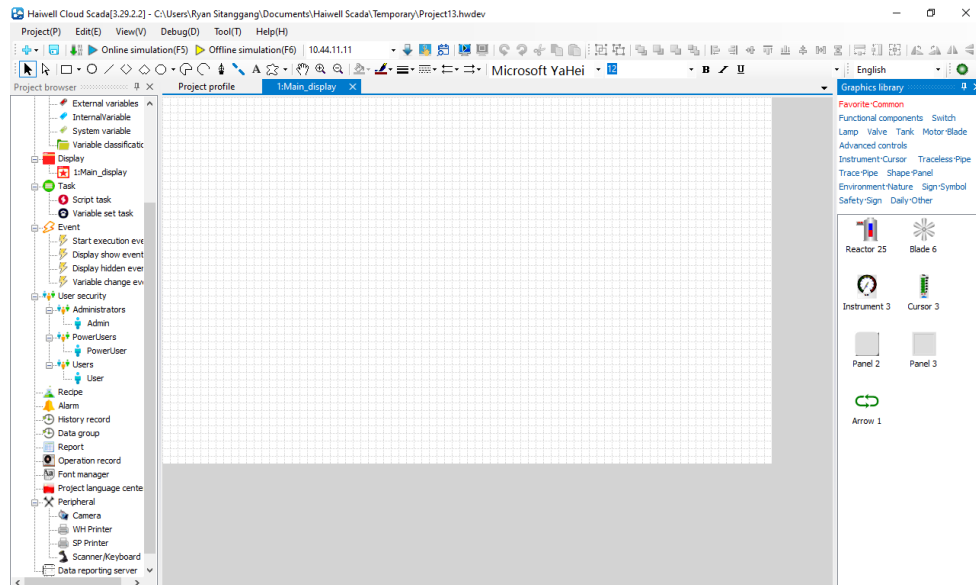
Gambar 2.6. Tampilan Aplikasi GX Works2

2.13. Haiwell Cloud Scada

Haiwell Cloud Scada merupakan perangkat lunak khusus untuk memprogram HMI Haiwell. Haiwell Cloud Scada bersifat *open source* yang berarti dapat diakses secara gratis tanpa lisensi saat penggunaan. Pemrograman yang dilakukan pada perangkat lunak ini dengan menambahkan *icon-icon* yang mewakili proses maupun pengendalian dari suatu proses. Pemrograman yang dilakukan juga dengan memasukkan alamat yang sesuai dengan pemrograman yang terdapat pada PLC.



Gambar 2.7. Tampilan Awal Haiwell Cloud Scada



Gambar 2.8. Tampilan Pengaturan ikon-ikon pada Haiwell Cloud Scada

2.14. Sensor Suhu

Sensor suhu adalah alat yang digunakan untuk merubah besaran perubahan nilai panas menjadi besaran perubahan listrik yang dapat dengan mudah dianalisa besarnya. Terdapat beberapa metode untuk membuat sensor suhu, salah satunya adalah dengan menggunakan material yang akan berubah nilai hambatan listriknya sesuai dengan perubahan suhu. Sinyal yang dihasilkan berupa sinyal analog (Hamdani dan Indrawan, 2015).

Terdapat beberapa contoh sensor suhu seperti DS18B20, LM35, RTD PT-100, maupun lainnya. *Resistive Temperature Detector* (RTD) dengan koefisien suhu positif, yang berarti nilai resistansinya naik seiring dengan naiknya suhu. PT100 terbuat dari logam platinum. Oleh karena itu namanya diawali dengan “PT”. Disebut PT100 karena sensor ini dikalibrasi pada suhu 0°C pada nilai resistansi 100 ohm. Ada juga PT1000 yang dikalibrasi pada nilai resistansi 1000 Ohm pada suhu 0°C (Ayuningdyah dkk, 2018).

2.15. Sensor TDS

TDS merupakan jumlah total larutan padat yang terkandung di dalam air. Setiap air selalu mengandung partikel yang terlarut yang tidak tampak oleh mata, bisa berupa partikel padatan (seperti kandungan logam misal: Besi, Aluminium, Tembaga, Mangan dan lain-lain), maupun partikel non padatan seperti mikroorganisme (Martani dan Endarko, 2014). Sensor TDS akan mendeteksi jumlah larutan pada air, penamaan yang di deteksi TDS meter disebut sebagai *Part Per Million* (ppm). Dengan begitu pada umumnya zat terlarut pada air yang harus dapat disaring berdiameter $2 \mu\text{m}$ ($2 \times 10^{-6} \text{ m}$). Terdapat dua metode dalam pengukuran nilai TDS ini, yaitu metode *Gravimetry* dan *metode Electrical Conductivity*.

Gravimetry dilakukan dengan cara menetapkan kuantitas pada suatu komponen atau zat, dimana komponen atau zat tersebut diukur pada saat keadaan murni setelah melalui proses pemisahan. Pengukuran massa suatu senyawa atau unsur tertentu dan proses isolasi ikut terlibat dalam proses analisis *gravimetry*.

Electrical Conductivity atau bisa juga disebut konduktivitas listrik merupakan keadaan dimana terdapat suatu unsur atau zat yang mengandung partikel bergerak dengan muatan listrik seperti elektron yang dapat membawa sekaligus menghantar listrik. dimana dua buah probe (elektroda) yang dihubungkan untuk mendapatkan nilai TDS larutan yang akan diukur. Probe tersebut diberi beda potensial listrik (berbentuk sinusoidal) maka akan mengalir arus listrik. TDS suatu larutan akan sebanding dengan ion- ion dalam larutan tersebut. Kemudian rangkaian pemroses sinyal yang memberikan sumber tegangan AC konstan pada probe akan mengkonversi nilai TDS menjadi tegangan.

2.16. Sensor Salinity

Salinitas adalah suatu tingkatan kadar keasinan dari garam di dalam air. Keberadaan salinitas ada di seluruh kandungan air, bahkan air tawar sekalipun yang tidak memiliki rasa asin sebenarnya memiliki salinitas. Hal ini dikarenakan kandungan salinitas dalam air tawar sangat sedikit, kurang dari $0,05 \text{ part-per-thousand}$ (ppt). Jika lebih dari itu maka akan masuk kategori air payau dan bisa menjadi air asin (saline) jika kandungannya berada di 3 ppt sampai 5 ppt. Tempat-tempat perairan di darat seperti sungai, danau, kali, sumur, air tanah memiliki

salinitas yang rendah. Sedangkan air laut memiliki salinitas yang tinggi. Salinitas memiliki satuan, yaitu per mil (‰), dimana satuan ini menghitung jumlah berat total (gr) material padat berupa kandungan garam (NaCl) dalam setiap 1000 gram air laut (Kurniawan dkk, 2020).

Sensor salinitas merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suatu besaran fisis. Sensor salinitas memiliki dua elektroda yang dicelupkan pada suatu larutan (yang mengandung kadar garam) dan kemudian dialiri arus listrik. Daya hantar listrik larutan ini yang kemudian akan menjadi masukan pada rangkaian ADC (Suryono dan Kirana, 2016).

2.17. Sensor pH

Sensor pH adalah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (keasaman) dari suatu cairan, pada dasarnya sebuah sensor pH meter terdiri dari probe pengukuran khusus atau elektroda yang terhubung ke meteran elektronik untuk mengukur dan menampilkan pembacaan nilai pH. Pada skala pH dimulai dari 0-14 dengan nilai terbaca 7 maka objek tersebut netral dan nilai terbaca dibawah 7 maka objek tersebut asam, serta nilai terbaca di atas 7 maka objek tersebut basa.

Terdapat dua jenis elektroda yang terdapat pada sensor pH, yaitu elektroda kaca dan elektroda referensi. Elektroda kaca berfungsi sebagai pengukur total jumlah ion yang terdapat pada larutan, sedangkan elektroda referensi berfungsi sebagai perubah jumlah ion yang terbaca oleh elektroda kaca menjadi nilai tegangan analog. Maka dari itu nilai pH didapat dari banyaknya elektron pada sampel larutan, semangkin banyak jumlah elektron yang dideteksi sensor maka nilai asam akan semangkin tinggi, ketika jumlah elektron yang didapat sedikit, maka nilai basa akan semangkin tinggi.